

# **ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВО ПОЧВЫ**

**Цель:**

***Ознакомить студентов со всеми органическими веществами в составе почвы***

# Содержание:

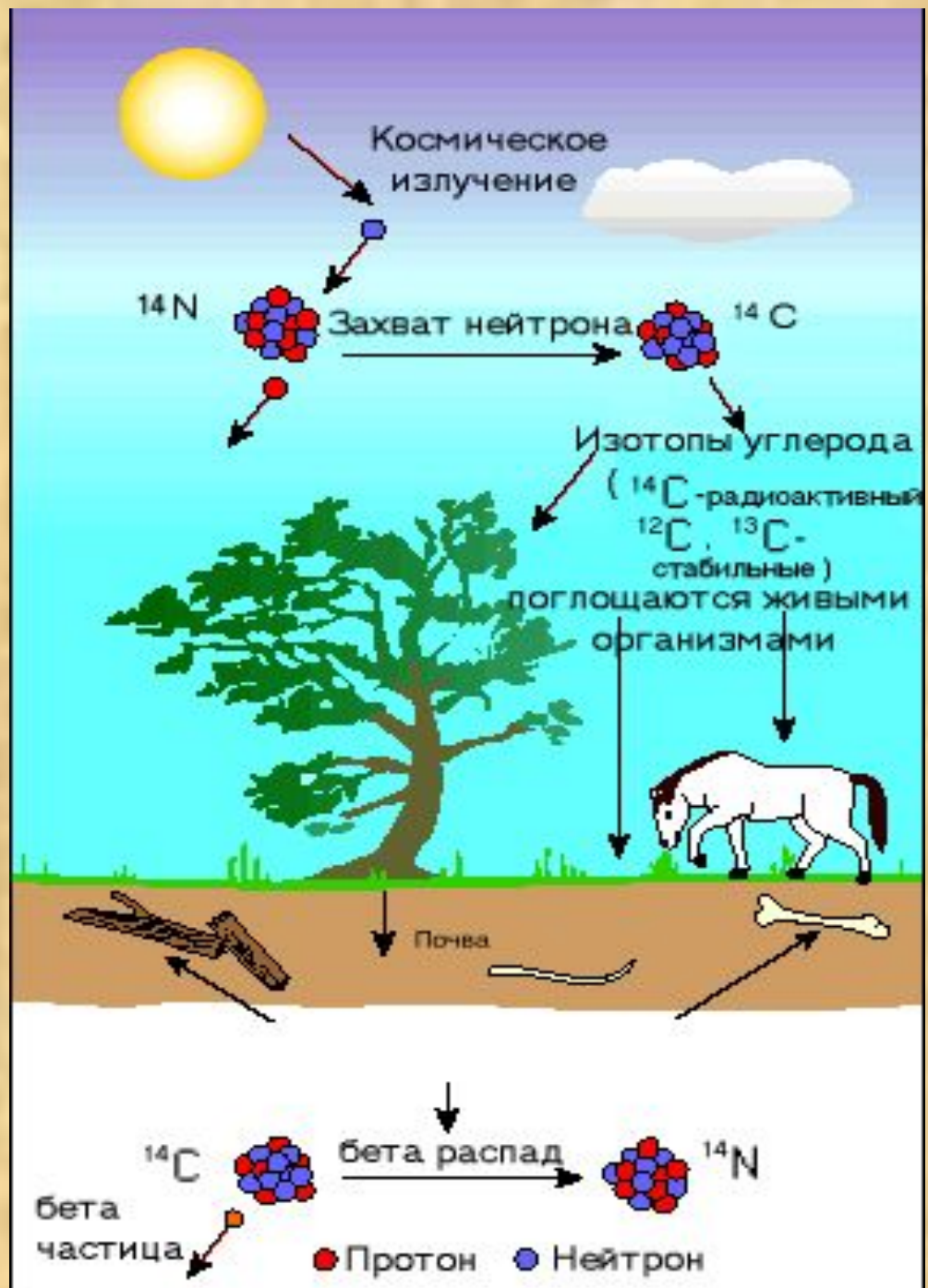
## Радиоуглеродное датирование органического вещества (ОВ) почв.

- *Динамика и возраст фракций гумуса*
- *Выбор "датирующей" фракции и поиск "инертного" углерода*
- *Определение продолжительности периода гумусообразования*
- *Определение коэффициента обновления ОВ современных почв*
- *Определение индекса омоложения ОВ голоценовых палеопочв.*
- *Оценка потоков углерода в почвах различных эпох голоцена и их динамика в связи с изменением климата.*

## Радиоуглеродный возраст почв и проблема интерпретации радиоуглеродных данных.

- *Определение календарного возраста и калибровка радиоуглеродных данных*
- *Роль факторов почвообразования в определении радиоуглеродного возраста почв.*
- *Интерпретация почвенных радиоуглеродных данных.*
- *Радиоуглеродный возраст ОВ ископаемых почв и реликтовых гумусовых горизонтов; хронология и реконструкция палеосреды.*

Основа метода



$$t = \frac{T^{1/2}}{\ln 2} \ln \frac{N_{\text{стандарта}}}{N_{\text{образца}}}$$

Период полураспада

$^{14}\text{C}$  5730±40



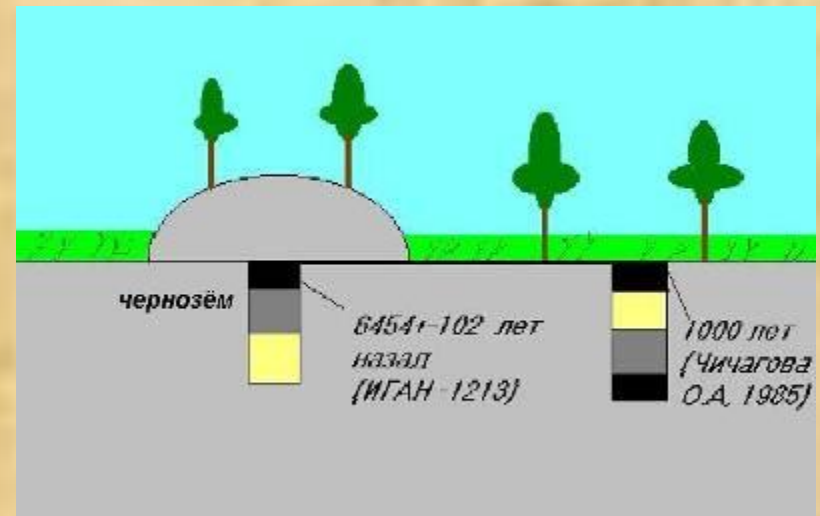
# Радиоуглеродное датирование органического вещества (ОВ) современных и ископаемых почв

## «Открытая» система



1. Органическое вещество (ОВ) почв состоит из разных по строению и генезису фракций
2. ОВ подвержено диагенетическим преобразованиям, связанным со временем и условиями погребения.
3. Возможно накопление ОВ в результате эолового переноса, эрозии, дефляции и пр. природных процессов.

## «Открыто-закрытая» система



**Выбор "датирующей" фракции и поиск  
"инертного" углерода**

**Радиоуглеродный возраст Курского чернозема по ОВ и ГК  
(О.А.Чичагова, А.Е. Черкинский)**

<b>Почва</b>	<b>Глубина см</b>	<b>По общему ОВ</b>	<b>По ГК</b>
<b>Чернозем мощный</b>	<b>0-10</b>	<b>современный</b>	<b>1000±40</b>
	<b>50-60</b>	<b>2890±100</b>	<b>4050±60</b>

**Радиоуглеродный возраст ископаемой почвы по ОВ,  
ГК и древесному углю (О.А.Чичагова, 1985)**

<b>Уголь</b>	<b>ГК</b>	<b>ОВ</b>
<b>30620±1200</b>	<b>32050±1000</b>	<b>19730±600</b>

**Радиоуглеродный возраст фракций гумуса черноземных и  
подзолистых почв Канады (Paul et al.)**

<b>Фракция гумуса</b>	<b>Чернозем</b>	<b>Чернозем</b>	<b>Подзол</b>
<b>Нефракционированная почва</b>	<b>990 ± 60</b>	<b>870±50</b>	<b>250±60</b>
<b>Без подвижных ГК</b>	<b>Не опр.</b>	<b>1135±50</b>	<b>335±50</b>
<b>Подвижные ГК</b>	<b>875±57</b>	<b>785±50</b>	<b>85 ± 45</b>
<b>ГК, связанные с Са</b>	<b>1308 ±64</b>	<b>1235 ±60</b>	<b>195 ± 50</b>
<b>ФК, связанные с ГК</b>	<b>630 ±60</b>	<b>555±45</b>	<b>50 ± 45</b>
<b>Гумин</b>	<b>1240 ±60</b>	<b>1140 ±50</b>	<b>485 ±70</b>



## Возраст фракций гумуса гумусовых горизонтов некоторых почв Русской равнины

Почва, местоположение	Глубина, см	Возраст фракций гумуса, В.Р. (лет назад)				
		Свободных ГК	ГК, связанных с Са	ГК, связанных с R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	суммы ГК	гумина
Мощный чернозем, Курск	10-20	Не опр.	1680±80	Не опр.	1400±100	1100±70
Лугово-черно- земная, Кисловодск	5-10	730±110	1530±60	1700±60	Не опр.	1130±100
Дерново- подзолистая, р. 2-71	5-11	600±30	Не опр.	Современный		
Дерново-глеевая, Ярославская обл.	20-30	3600±40	Не опр.	4000±50	Не опр.	Не опр.
	30-35	8440±60		Современный		
Торфяно- глеевая. Смоленская обл.	26-33	1100±100	Не опр.	1000±100 7600± 200	Не опр.	Не опр.
	40-50	8300±180		7600 ±200		
Каштановая " " почва. Ставропольский край	0-20		1000±100	1080±120	Не опр.	Современ- ный

**Радиоуглеродный возраст гумусовых фракций ископаемых почв  
(\* Pollach, Costin, 1971; \*\*Scharpenseel, 1971; \*\*\* Чичагова, 1972).**

Фракция	Погребенная почва, Австралия*	Погребён-ный чернозём, ФРГ**	Ископаемая брянская почва***	
			Араповичи	Мезин
Гумусовые и древесные угли	30 620 ± 1200	6830± 100	Не опр.	Не опр.
Фульвокислоты	Не опр.	4310± 210	"	"
Гуминовые кислоты (сумма)	32 050 ± 1010	7600±200	31 500±1400	24 300 ±370
Гуминовые кислоты, связанные с Са	Не опр.	Не опр.	24 000 ± 300	24 210 ±270
Гумины	18 540 ± 890	6930 ± 80	Не опр.	Не опр.
Общее				

# Определение продолжительности периода гумусообразования (Чичагова, Черкинский)

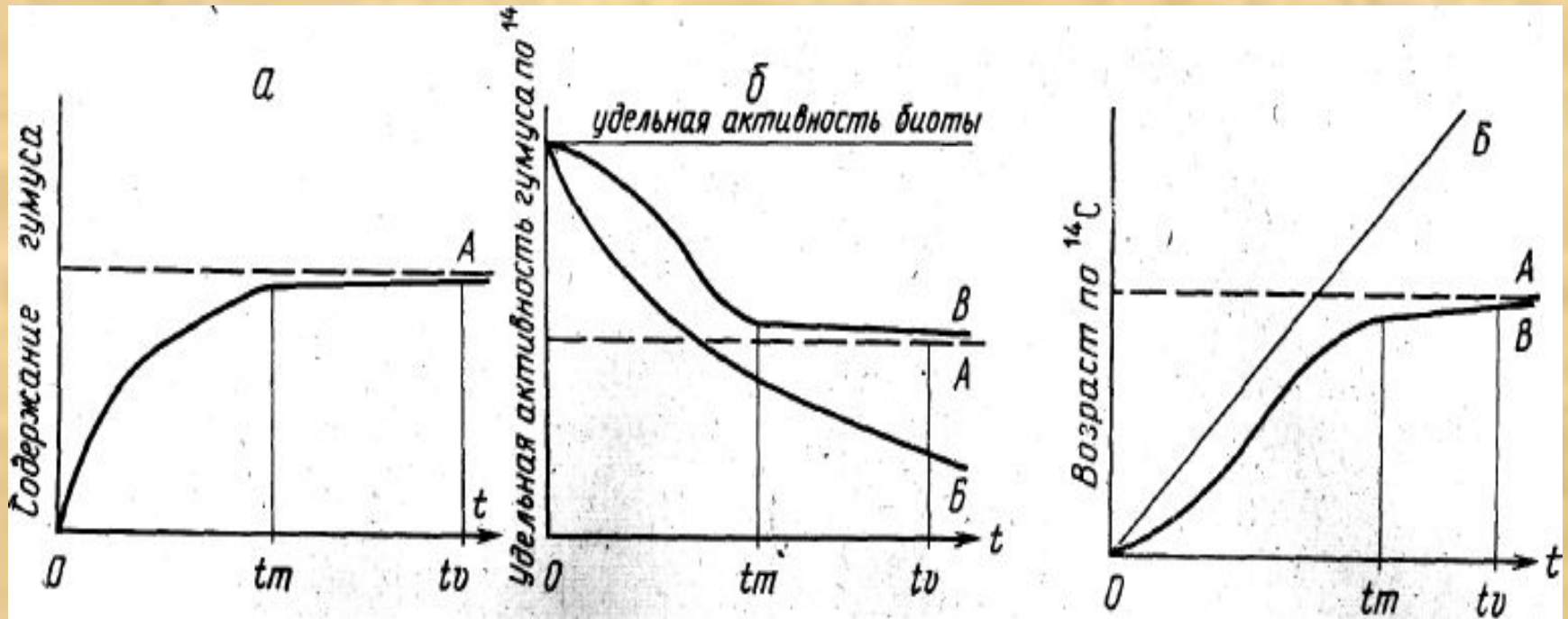


Схема изменений параметров процессов гумусообразования (моногенетичная модель):  
 $A$ —уровень квазиравновесного состояния,  $B$ — состояние закрытой системы,  
 $B$ — состояние реальной системы.  $O$  —  $t_m$ —характерное время или продолжительность периода гумусонакопления;  $t_v$ — момент наблюдения;  $a$  — содержание гумуса,  
 $б$  — удельная активность гумуса по  $^{14}C$ , справа — радиоуглеродный возраст гумуса

Показано, что удельная активность гумуса по радиоуглероду горизонтов, пришедших в квазиравновесное состояние, остается неизменной с течением времени. Для таких горизонтов эта величина характеризует длительность цикла полного обновления углерода гумуса или максимальное характерное время процесса гумусообразования.

Таким образом, 14С-возраст гумуса горизонтов, достигших квазиравновесного состояния, показывает характерное время процессов гумусообразования или продолжительность этапа саморазвития в данном горизонте и позволяет определить скорость обновления гумуса.

Для горизонтов, не достигших квазиравновесного состояния, по 14С определяется минимальное значение времени процессов гумусонакопления в них, причем, чем дальше горизонт от равновесного состояния, тем ближе значение радиоуглеродного возраста к истинному.

# Определение показателя обновления гумуса современных почв (коэффициент обновления гумуса–Kr)

Используя данные по изменению концентрации  $^{14}\text{C}$  в атмосфере (Болин, 1989), учитывающие как «эффект Зюсса» - резкое снижение концентрации  $^{14}\text{C}$  из-за техногенного загрязнения, так и «бомбовый эффект» – результат добавления бомбового  $^{14}\text{C}$  за счет испытаний ядерного оружия, а также математическую модель динамики углерода в моногенетическом профиле почвы (Черкинский, Бровкин, 1993; Черкинский, Пауль, 1995)., предложена методика определения скорости минерализации и коэффициента обновления гумуса - Kr, представляющего собой интегральный показатель омоложения почвенного углерода в результате как биохимической минерализации, так и его миграции. Модель Черкинского-Бровкина предлагает способ вычисления скорости обновления гумуса, учитывающий полную кривую изменений специфической активности углерода атмосферы с 1956:

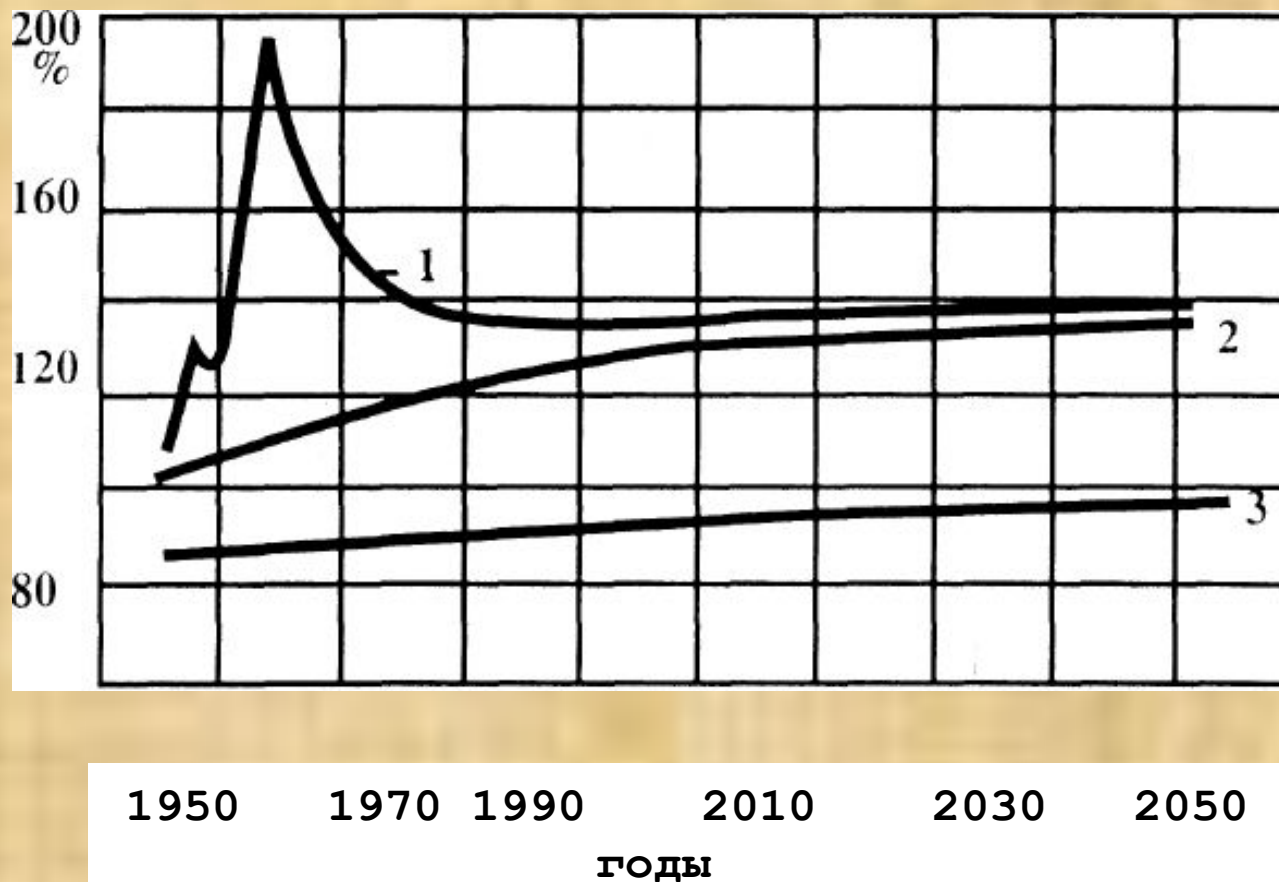
$$\underline{I(t) = I(t-1) - (Kr+\lambda)I(t-1) + KrI_0(t)},$$

где  $I(t-1)$  – специфическая активность в предыдущий год, а  $I_0(t)$  – специфическая активность в год  $t$ . Это позволило вычислить коэффициент обновления гумуса почв на основе прямых измерений активности  $^{14}\text{C}$  в почвах:

$$\underline{Kr = \lambda[I(t)/(I_0(t)-I(t))\exp\lambda(t-1950)]1000 \text{ g/kgC yr}^{-1}}.$$

Это уравнение дает возможность рассчитывать скорость углеродного обмена (УО) почв, а компьютерная программа позволяет выдать данные о Kr, скорости УО и о %-м содержании в образце современного углерода (pmC).

**Изменение специфической активности углерода(% от стандарта NBS) в атмосфере(1) и в гумусе почв с различным обменом углерода:  
Kr=22 g/kgC yr<sup>-1</sup>(2); Kr= 1g/kgC yr<sup>-1</sup>(3 )**

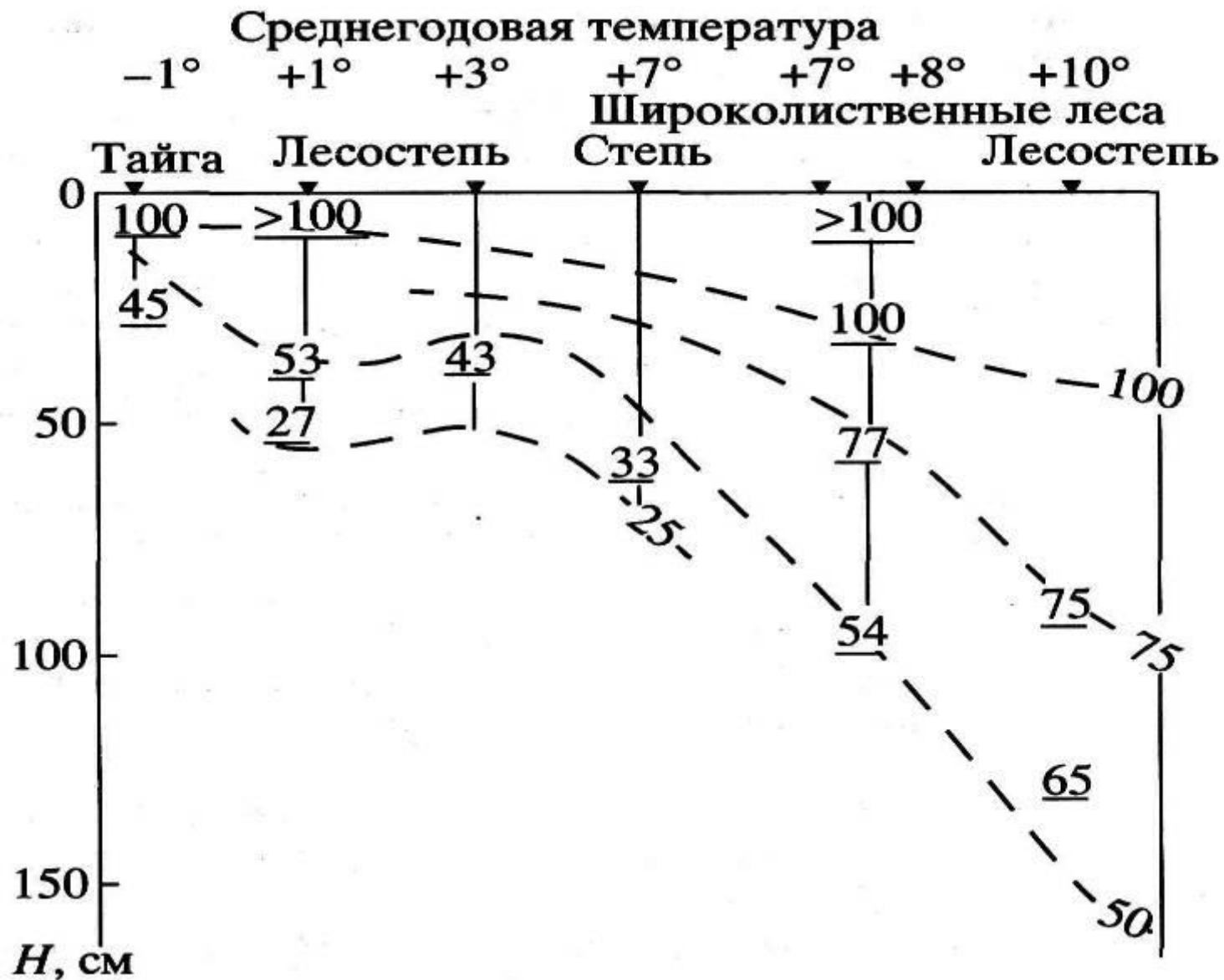


## **Определение показателя интенсивности омоложения ОВ голоценовых палеопочв (индекс омоложения).**

**Предложен показатель интенсивности омоложения гумуса (индекс омоложения) (Alexandrovskiy, Chichagova, 1998). Используя эти данные, можно оценивать возможную величину омоложения 14С дат погребенных почв и реликтовых горизонтов, что должно являться важным условием при геохронологических построениях и палеогеографических реконструкциях.**

**Обнаруживается четкая зависимость интенсивности омоложения гумуса от глубины залегания датированных горизонтов почвы и климатических условий гумусообразования.**

**Величина омоложения органического вещества почв на разной глубине (в %. за 100 лет) в разных зонах.**



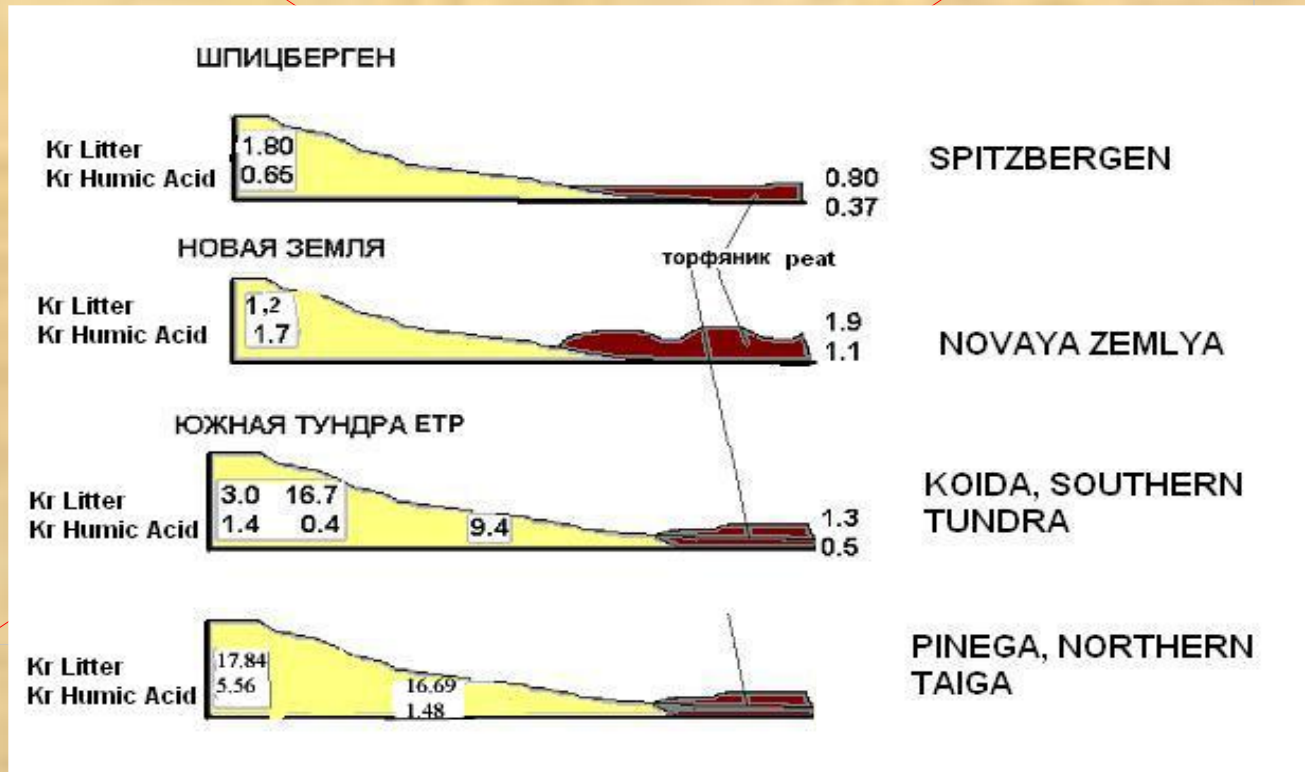


## **Скорости обновления углерода северных почв**

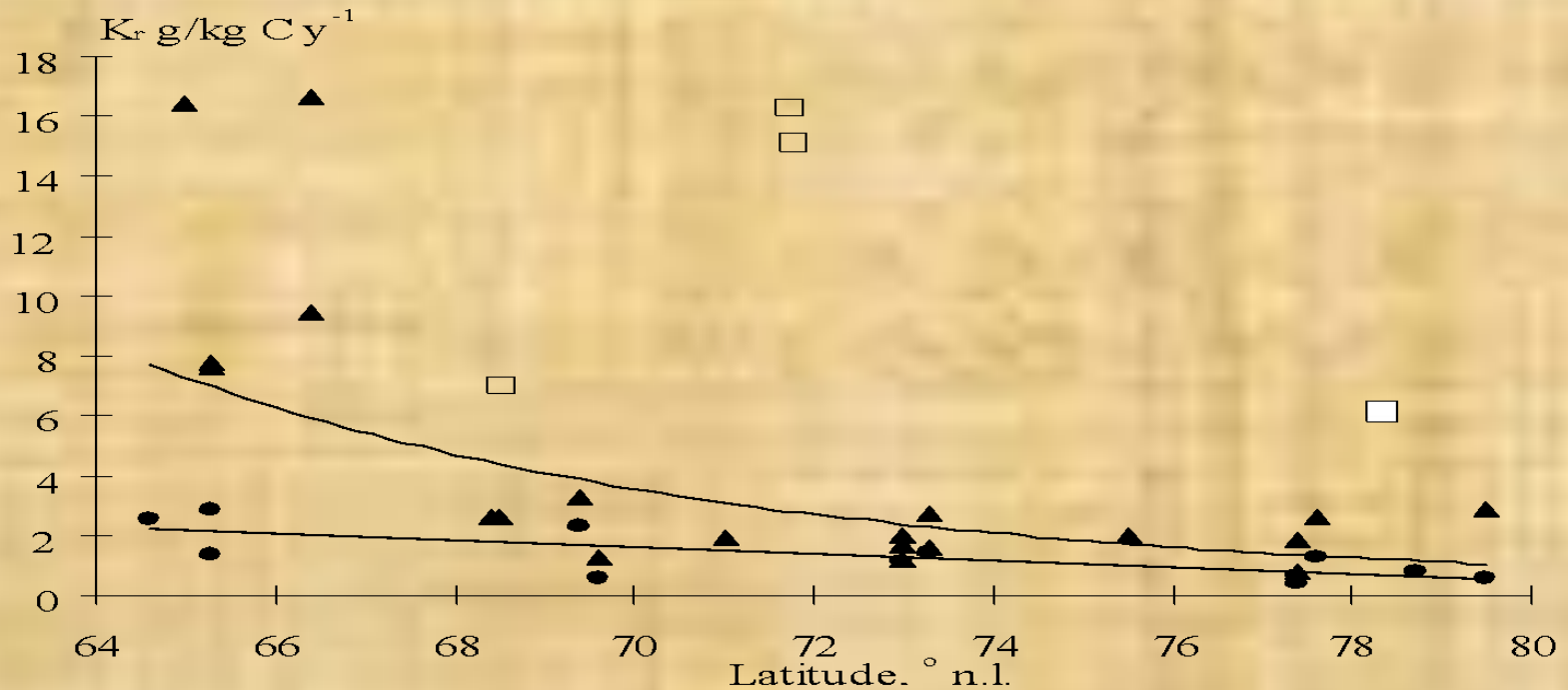
**Выявлены различия в скоростях обновления углерода северных почв и их количественные зависимости от характера органического вещества почв, глубины почвенного горизонта, положения в рельефе, широты местности, характера экосистем и почвообразующих пород.**

# Пространственная изменчивость коэффициента обновления гумуса в г/кг углерода в год в высоких широтах на локальном уровне.

Наибольшая скорость углеродного обмена характерна для почв хорошо дренированных территорий, в условиях заболоченности скорость обновления углерода уменьшается в несколько раз.



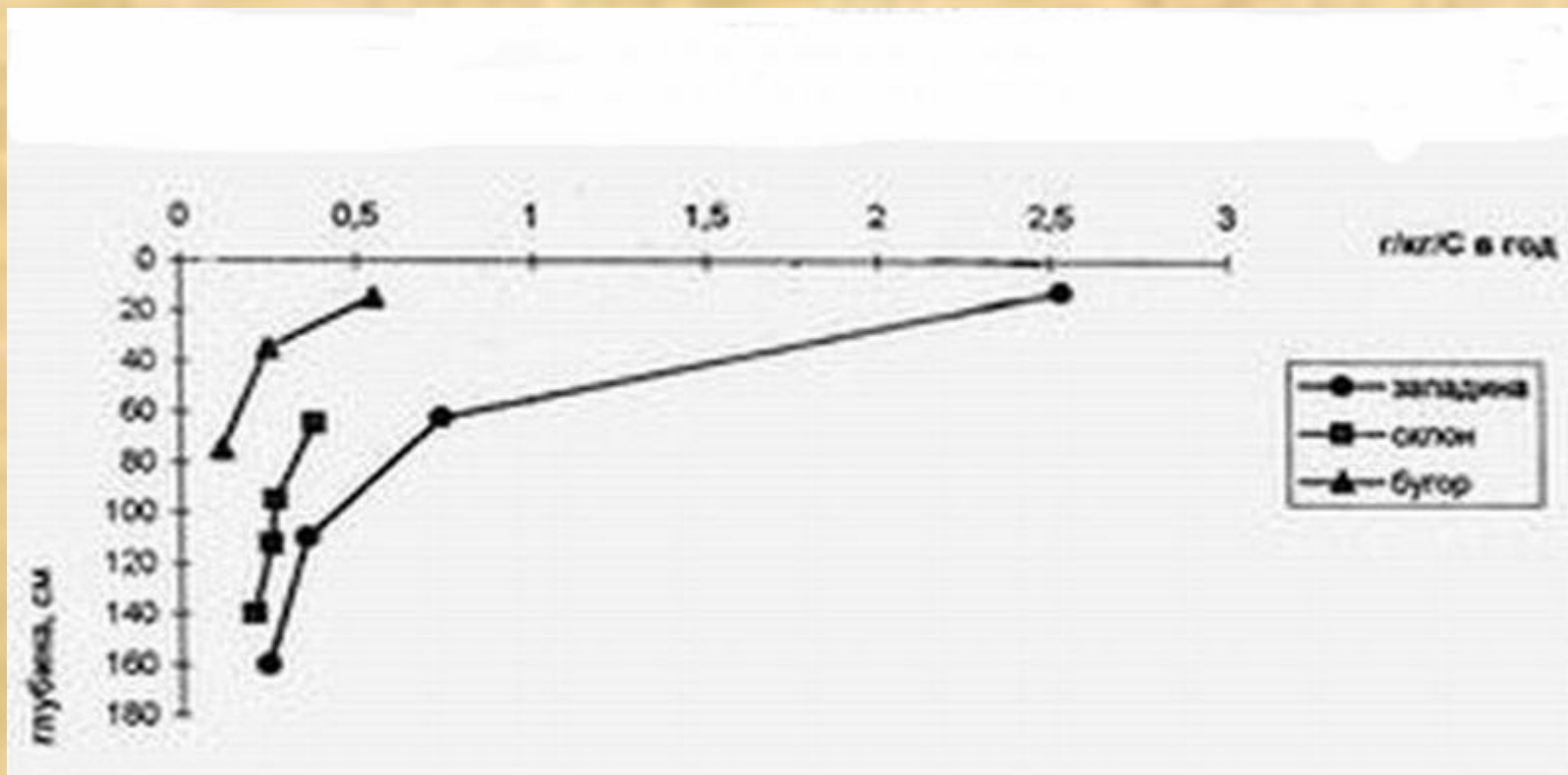
# Пространственная изменчивость коэффициента обновления углерода верхних горизонтов дренированных почв: связь $K_r$ с широтой местности.



Величины коэффициента обновления гумуса слабо увеличивается с севера на юг в безлесной области, вслед за возрастанием биологической активности.

Треугольники –  $K_r$  для поверхностных горизонтов; кружки –  $K_r$  на глубине 10 см.; квадраты – скорости обновления подстилок

# Скорость обновления углерода в слитых почвах Предкавказья на разных элементах микрорельефа гильгаинового комплекса.



Самые высокие скорости обновления углерода (УО) характерны для верхних горизонтов почв микрозападины, значительно меньшая скорость – в верхних гор. микроповышений и микросклона. Такие кривые УО характерны для гумуса слитоземов.

# **Радиоуглеродный возраст почв**

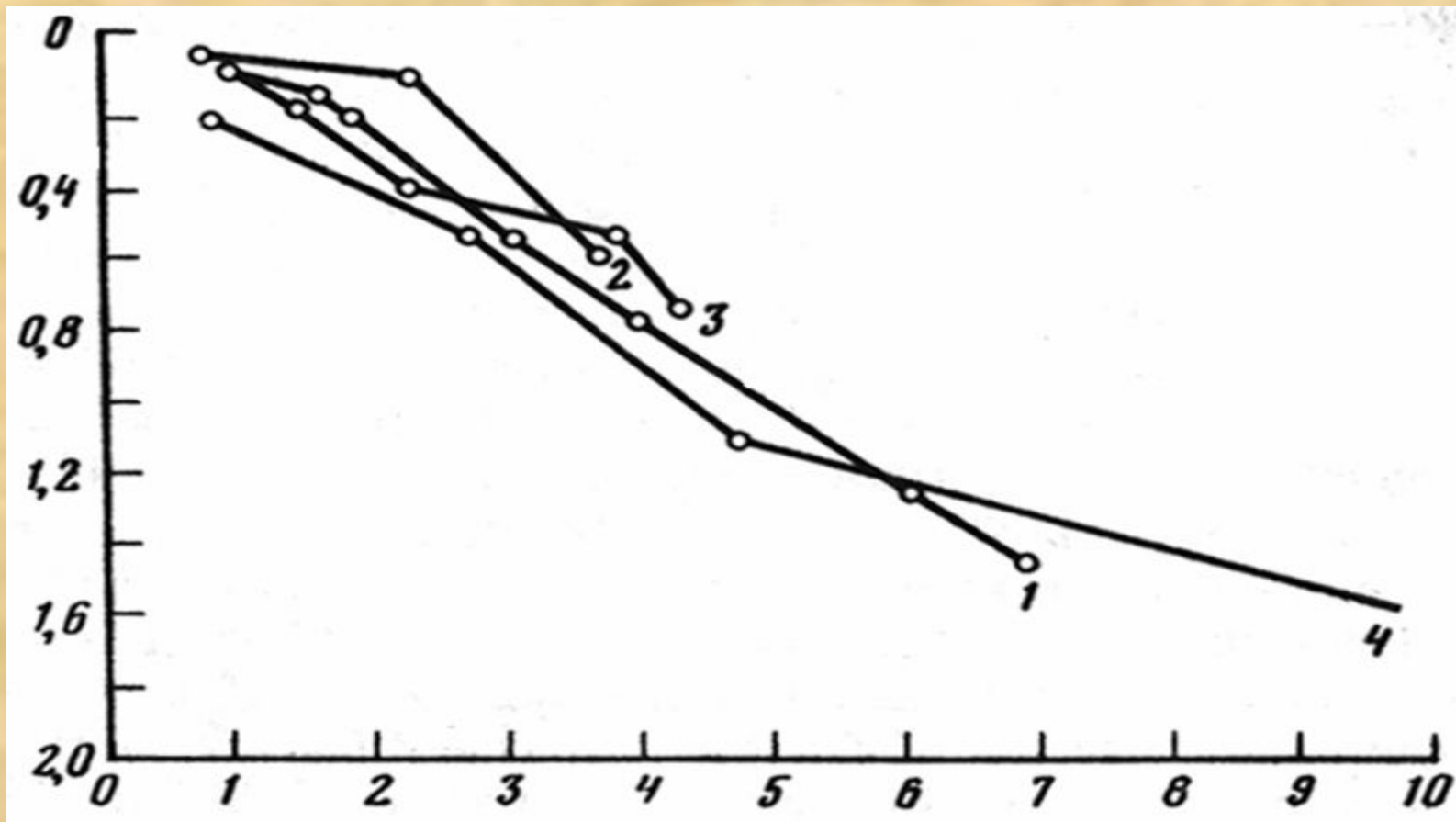
## Интерпретация почвенных радиоуглеродных данных:

Удельная активность природного радиоуглерода является одним из свойств почвы, таким же, как рН, влажность, содержание различных элементов и др. Однако, интерпретация радиоуглеродных данных, полученных на основе определения этого свойства и, в частности, переход от удельной активности к возрасту гумуса и далее – к возрасту почв, имеет определенные трудности, т.к. почва является одним из самых сложных углеродосодержащих объектов. Мы предлагаем называть результаты радиометрических определений для ОВ почв ( $^{14}\text{C}$ -даты) **«радиоуглеродным возрастом гумуса»**, понимая под этим для **верхних горизонтов современной почвы – скорость обновления углерода** («относительный возраст» по Герасимову); для **нижней части профиля**, за пределами биологического круговорота – **минимальный возраст горизонта**, определяемый долей инертного углерода в ОВ; для **реликтовых горизонтов** в профиле современных почв – **минимальное время их существования**, различающееся степенью сохранности; для **ископаемых почв – минимальный возраст их погребения** («абсолютный возраст» по Герасимову).

## Роль факторов почвообразования

На радиоуглеродный возраст (РВ) большое влияние оказывают такие факторы почвообразования, как климат, рельеф местности, материнские породы и др. Изменение  $^{14}\text{C}$  – возраста в зональном ряду почв проявляется следующим образом: **РВ ГК арктического подбюра** отражает характер почвообразования в условиях пониженной биологической активности (**РВ= 3700 лет**); с повышением ее в лесной зоне РВ уменьшается (**РВ=600-1000 лет**); в черноземах и в каштановых почвах биологическая активность достигает оптимальных значений, но дальнейшего уменьшения возраста не наблюдается (**РВ=1500-3000 лет**), что объясняется большой термодинамической устойчивостью ГК этих почв и их более прочными связями с минеральной частью почвы. **ГК гумусовых горизонтов бурых пустынных почв** Средней Азии имеет так же древний возраст благодаря очень высоким темпам минерализации ОВ, потере периферической части ГК (наиболее лабильной и молодой) и усилению их ароматичности (за счет древних ядер ГК); в профиле этих почв сохранился и очень древний **реликтовый гумус с РВ до 11 тыс.лет.** РВ горных почв зависит в значительной степени от проявления экзогенных естественных нарушений и крутизны склонов.

# Кривые радиоуглеродного возраста черноземов



1 – Курск, р-з 2; 2 – Мехрен (ФРГ); 3 – Курск, р-з 1; 4 - Орел



# Кривые радиоуглеродного возраста вертисолов мира

