

ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВО ПОЧВЫ

Цель:

Ознакомить студентов со всеми органическими веществами в составе почвы

Содержание:

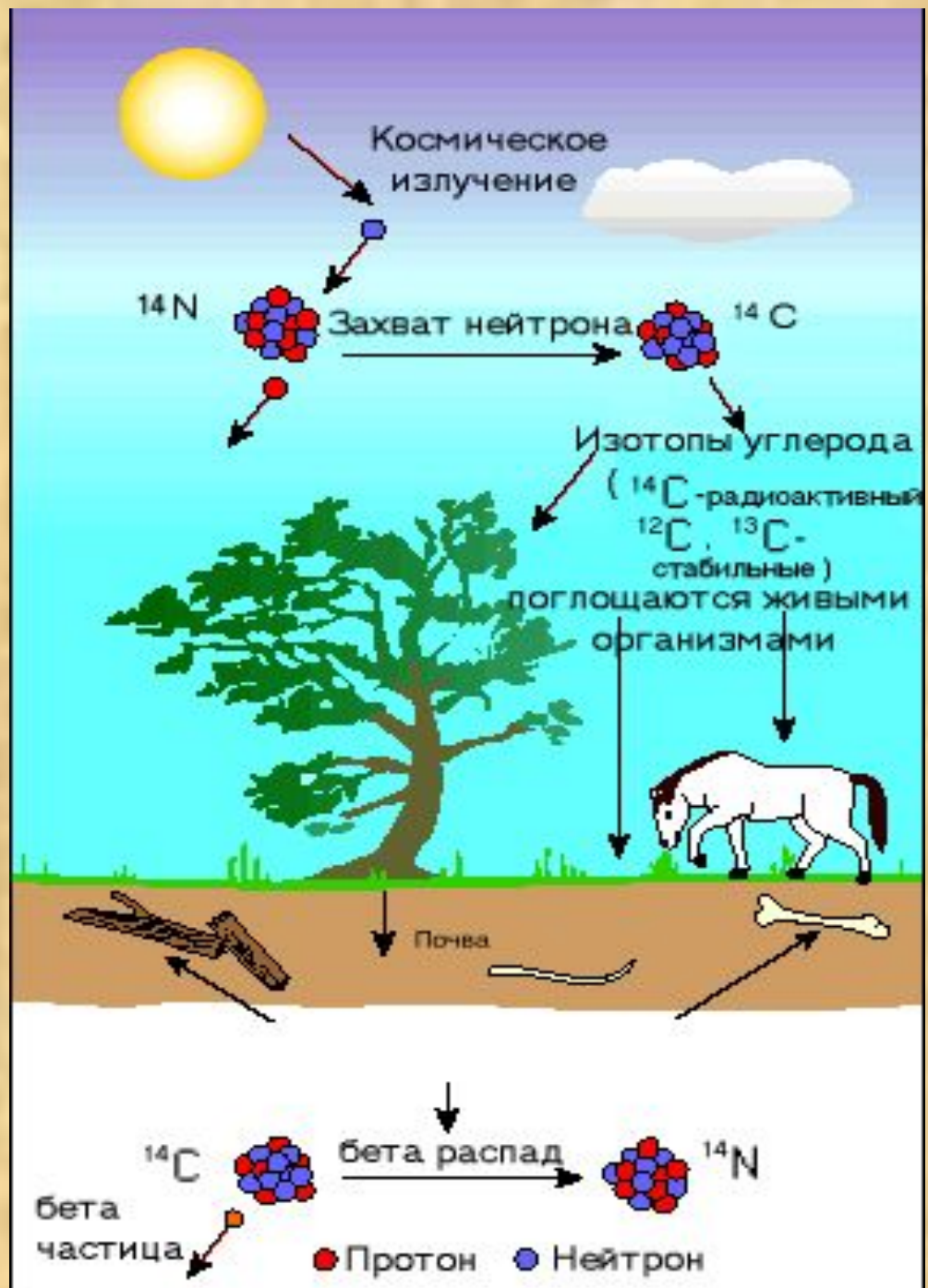
Радиоуглеродное датирование органического вещества (ОВ) почв.

- *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}C 5730±40



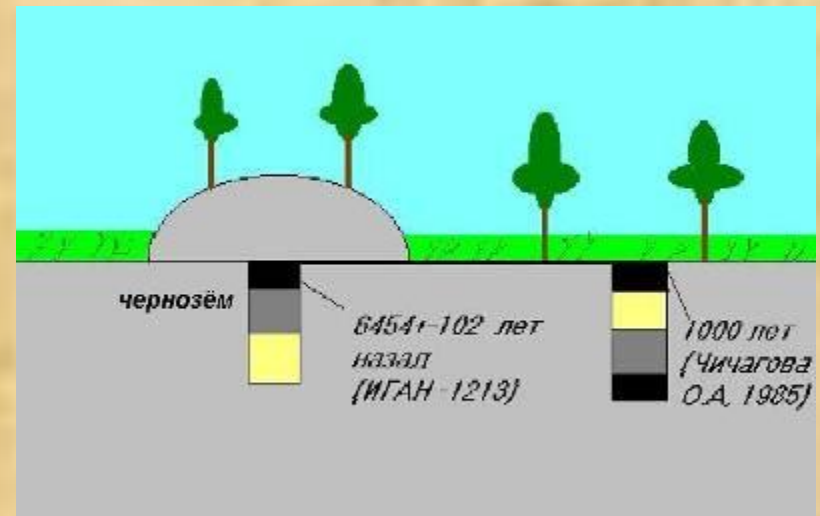
Радиоуглеродное датирование органического вещества (ОВ) современных и ископаемых почв

«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)**

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

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

Уголь	ГК	ОВ
30620±1200	32050±1000	19730±600

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

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

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 ₂ O ₃	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)

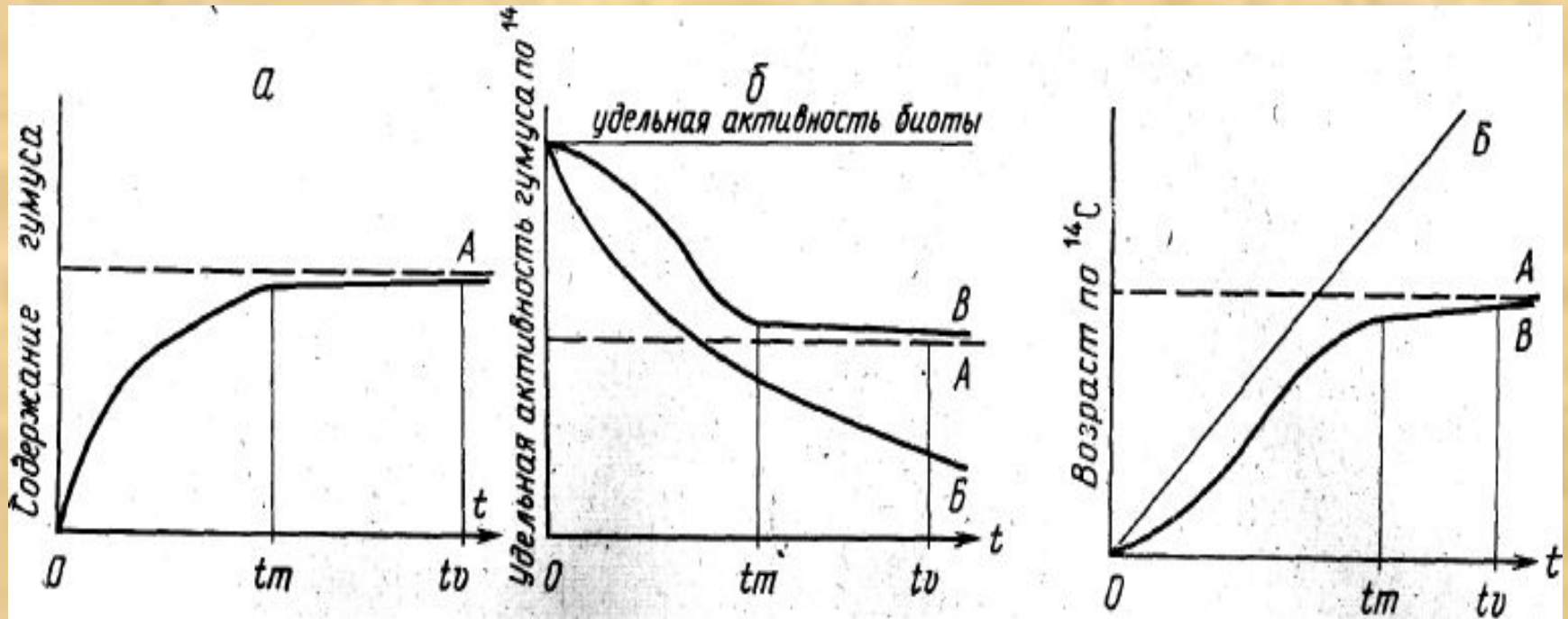


Схема изменений параметров процессов гумусообразования (моногенетичная модель):
 A —уровень квазиравновесного состояния, B —состояние закрытой системы,
 B —состояние реальной системы. O — tm —характерное время или продолжительность
 периода гумусонакопления; tv — момент наблюдения; a — содержание гумуса,
 $б$ — 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}C в атмосфере (Болин, 1989), учитывающие как «эффект Зюсса» - резкое снижение концентрации ^{14}C из-за техногенного загрязнения, так и «бомбовый эффект» – результат добавления бомбового ^{14}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:

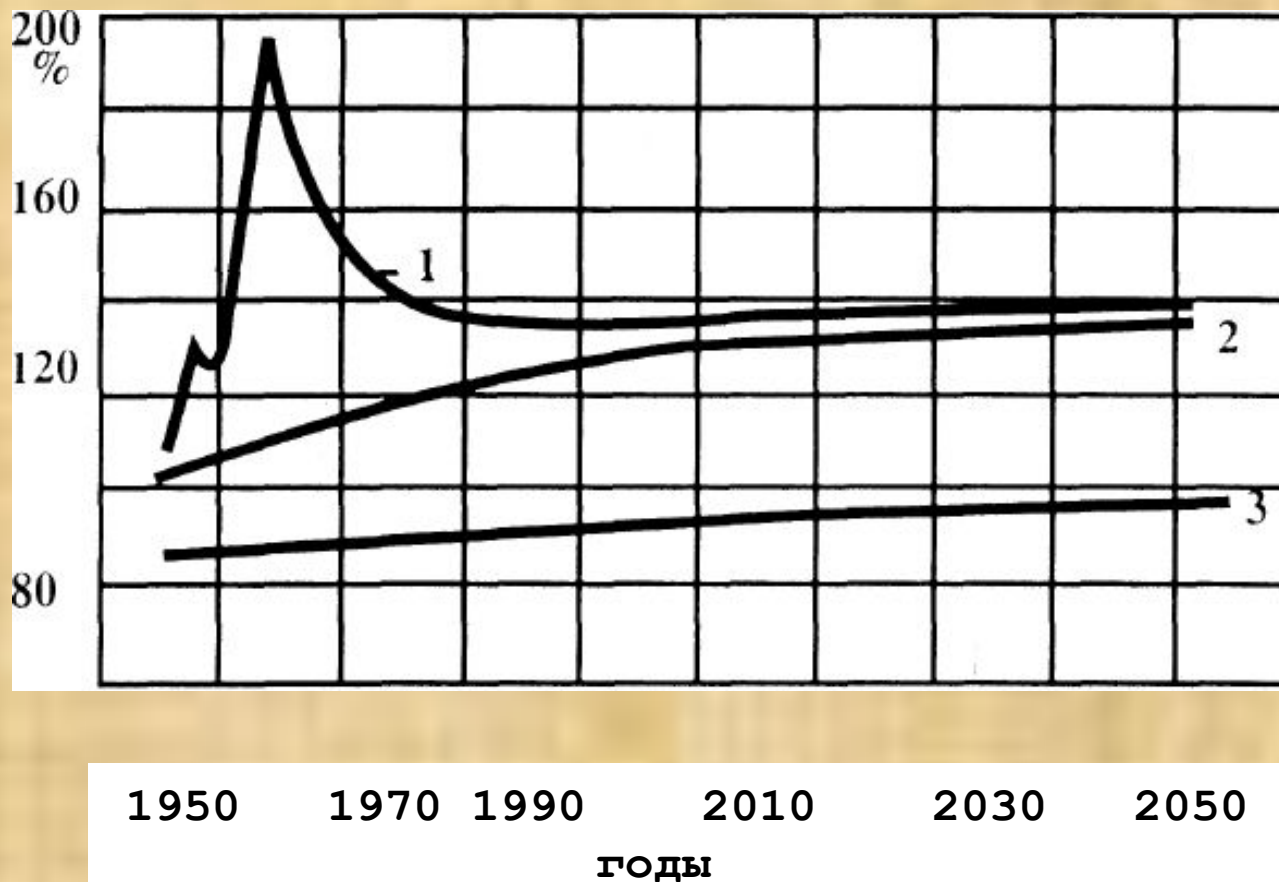
$$\underline{I(t) = I(t-1) - (Kr+\lambda)I(t-1) + KrI_0(t)},$$

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}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⁻¹(2); Kr= 1g/kgC yr⁻¹(3)**

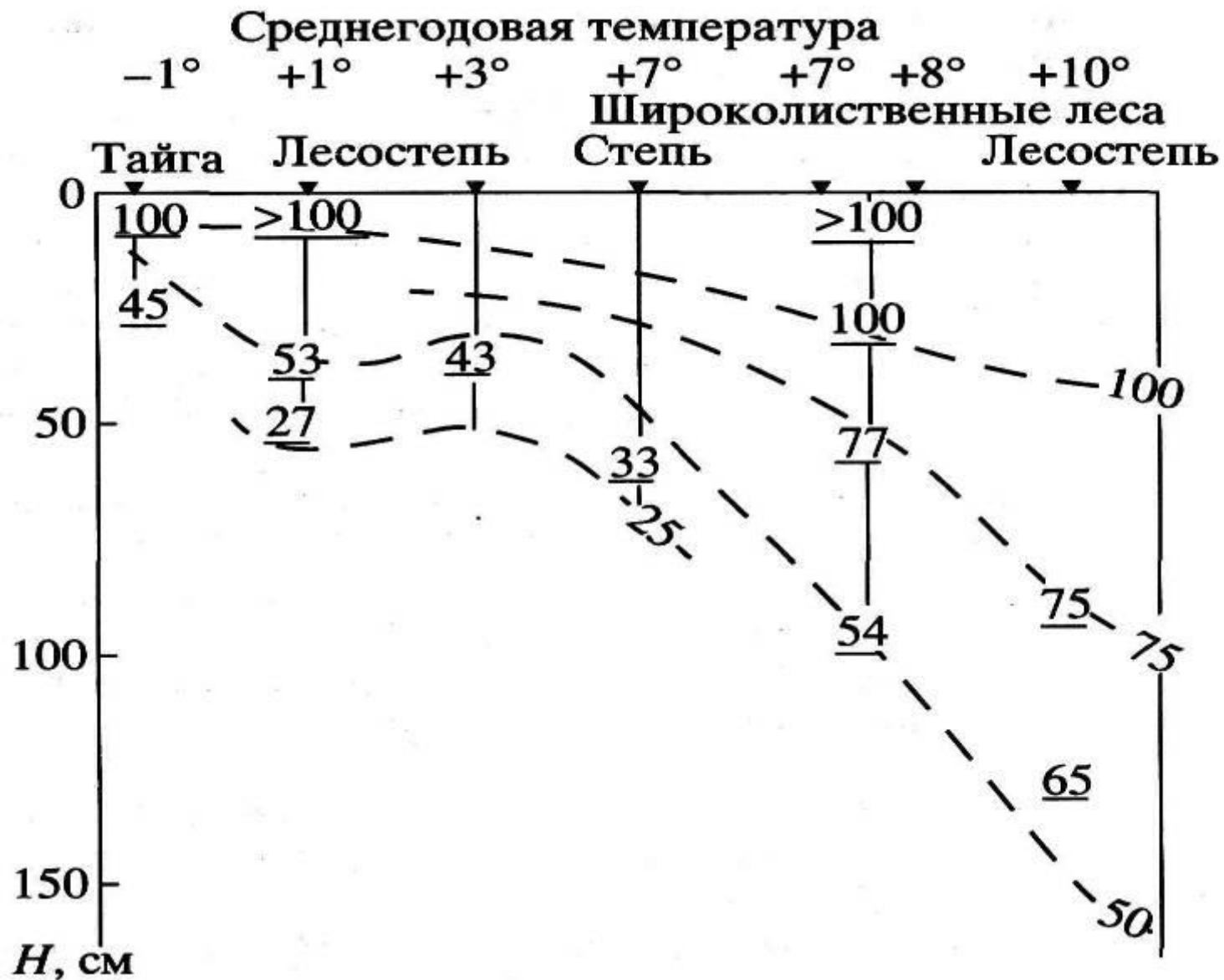


Определение показателя интенсивности омоложения ОВ голоценовых палеопочв (индекс омоложения).

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.

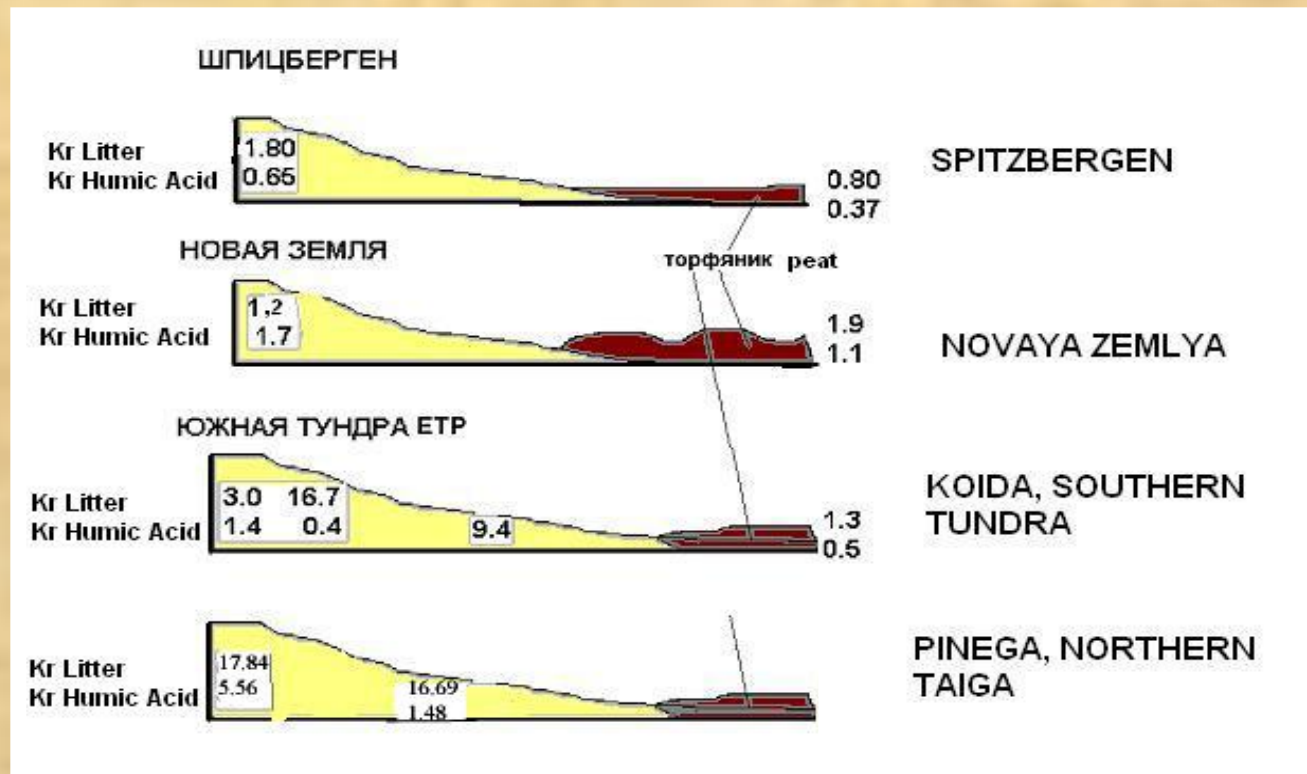


Скорости обновления углерода северных почв

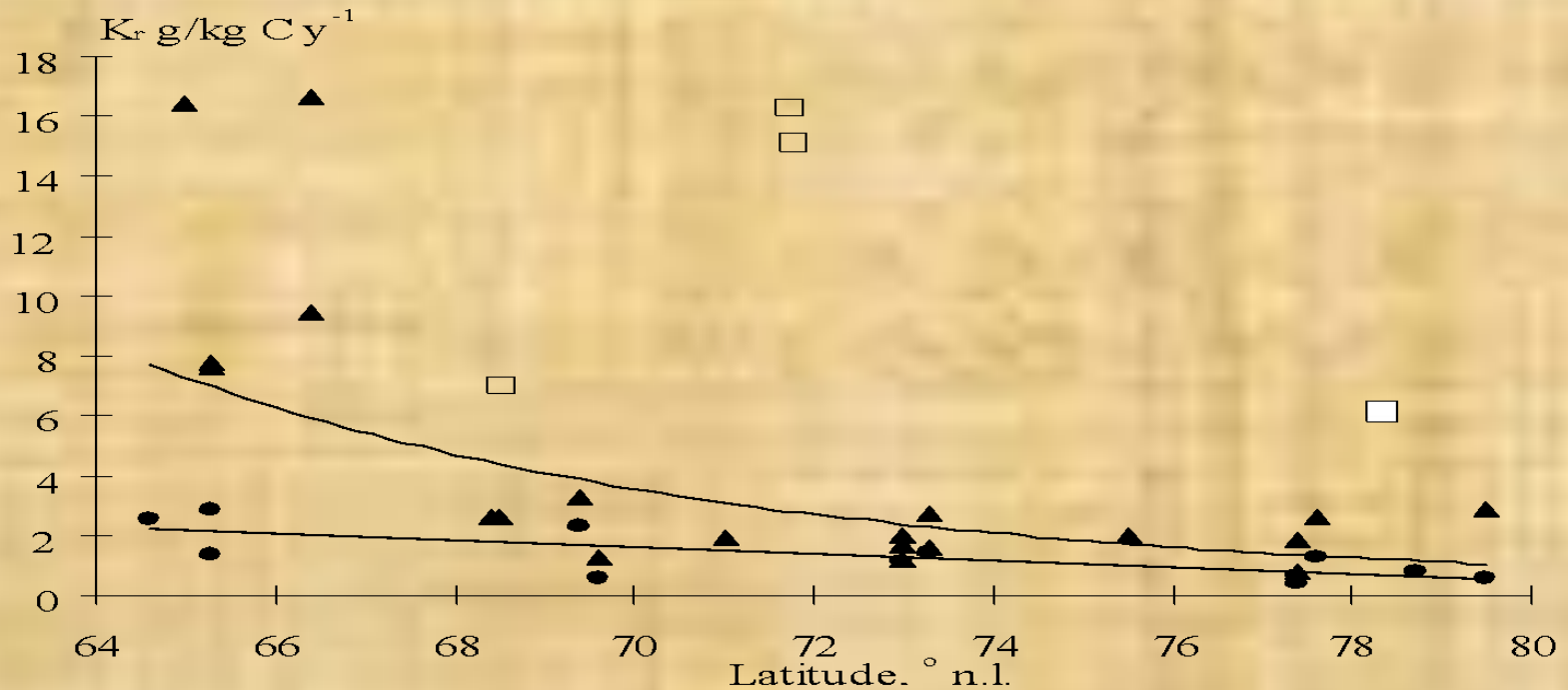
Выявлены различия в скоростях обновления углерода северных почв и их количественные зависимости от характера органического вещества почв, глубины почвенного горизонта, положения в рельефе, широты местности, характера экосистем и почвообразующих пород.

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.



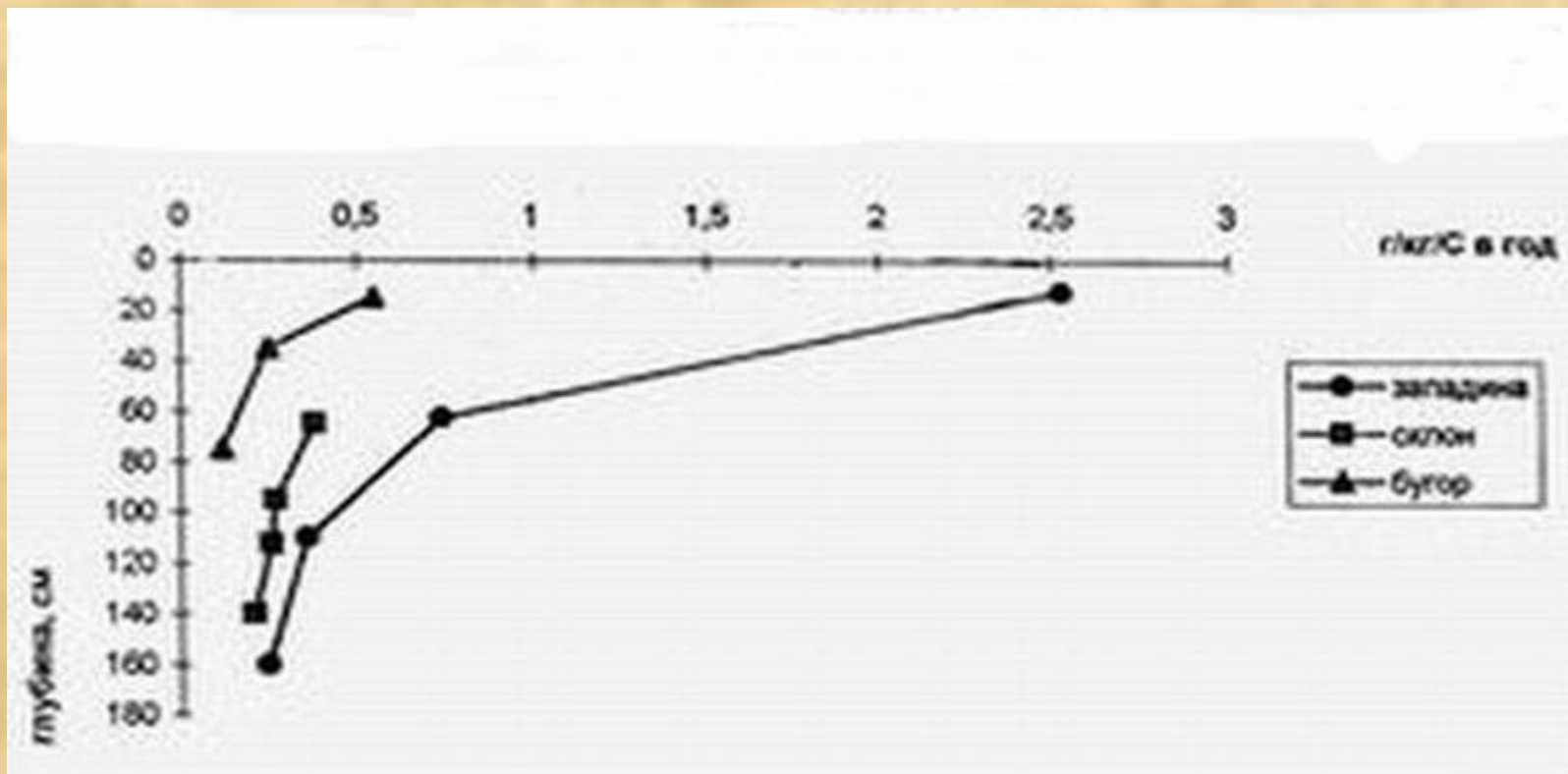
Пространственная изменчивость коэффициента обновления углерода верхних горизонтов дренированных почв: связь K_r с широтой местности.



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

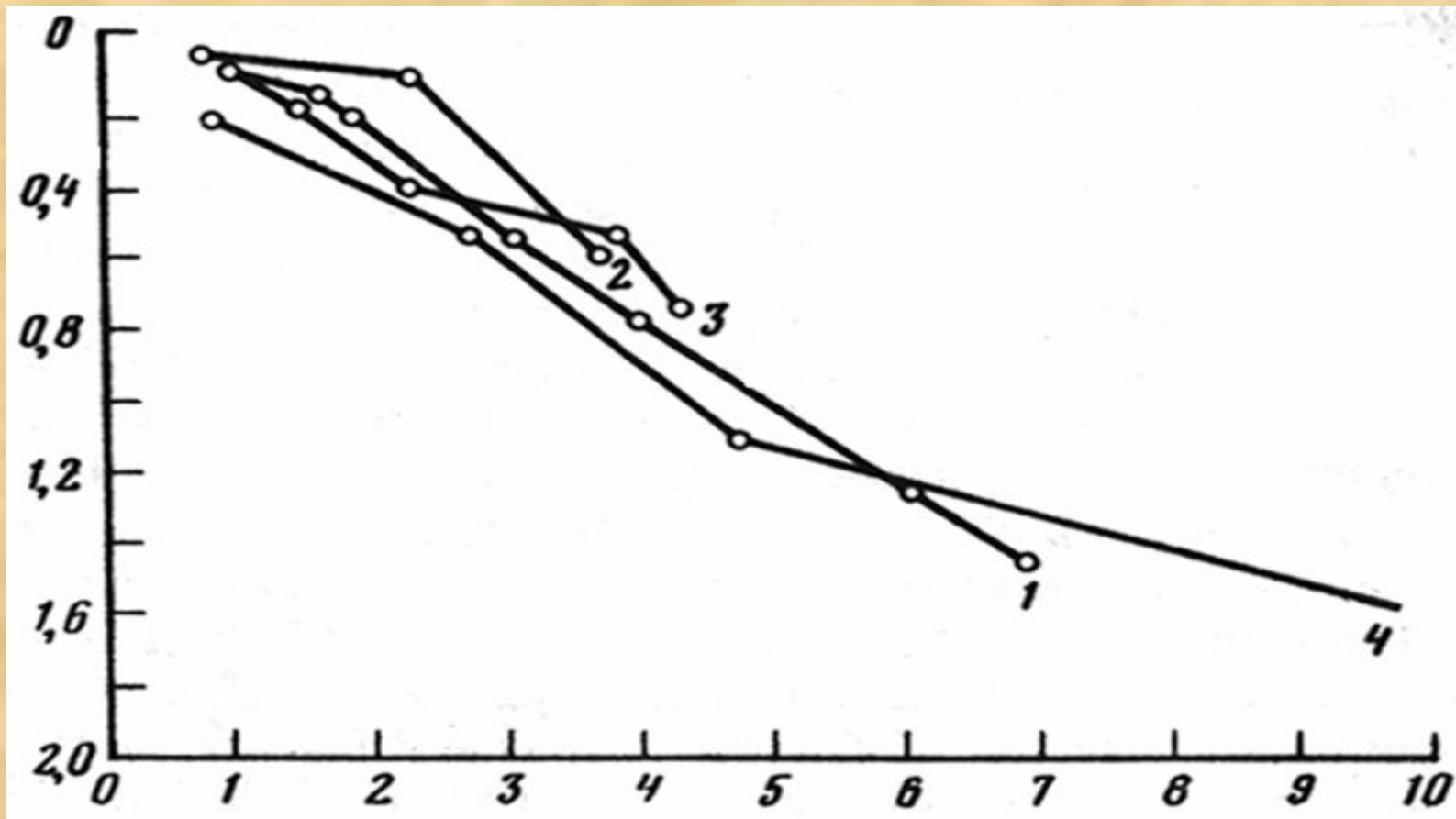
Интерпретация почвенных радиоуглеродных данных:

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}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}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

