

ПРИЛОЖЕНИЕ

В. М. КУПЦОВ, В. И. НЕЧАЕВ

РАДИОУГЛЕРОДНЫЕ ДАТИРОВКИ ВСЕСОЮЗНОГО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА ГИДРОГЕОЛОГИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ МИНИСТЕРСТВА ГЕОЛОГИИ СССР (ВСЕГИНГЕО)

Сообщение I

Летом 1972 г. для выяснения истории формирования мыса Пицунда на Черноморском побережье Кавказа было пробурено несколько десятков скважин на мысу и на морской акватории, вскрывших четвертичные отложения. Керн пробуренных скважин содержал алеврито-галечничковые прослой, пески, илистые пески и илы. Основная часть датировок выполнена по органической части илов. Иногда в илах встречалось достаточное для определения абсолютного возраста количество раковин. Выполнено несколько определений абсолютного возраста раковин, отобранных в древних береговых валах мыса. Определение абсолютного возраста осуществлялось по бензольному варианту радиоуглеродного метода. Химическая обработка илов включала предварительное удаление карбоната. Сжигание органического вещества в токе кислорода проводилось по общепринятой методике. Малое содержание органического вещества в исследуемых пробах не позволило в ряде случаев получить высокую точность определения и обусловило низкий верхний предел датирования. При обработке раковин удалялся верхний 30% слой.

Скважины, пробуренные на морской акватории

Скважины на морской акватории пробурены по профилям, перпендикулярным береговой линии.

Профиль 2 (Рыбзавод)

ВСЕГИНГЕО-II-92	3720±280
Илы. Расстояние от береговой линии 100 м, глубина моря 24,8 м, глубина отбора образца 0,70—0,85 м.	
ВСЕГИНГЕО-II-114	3520±260
Илы. Та же скважина. Глубина отбора образца 5,90—6,05 м.	
ВСЕГИНГЕО-II-9	2920±340
Та же проба. Кусочки древесины.	
ВСЕГИНГЕО-II-43	5840±410
Раковины из ила (<i>Corbula mediterranea maotica</i>). Расстояние — от береговой линии 900 м, глубина моря 32,5 м, глубина отбора образца 14,15—14,30 м.	
ВСЕГИНГЕО-II-75	11500
Илистый песок. Та же скважина, глубина отбора образца 18,00—18,10 м. Содержание органического вещества 1 г.	

ВСЕГИНГЕО-II-63 5300±260

Илы. Расстояние от береговой линии 2160 м, глубина моря 42 м, глубина отбора образца 13,15—13,30 м.

ВСЕГИНГЕО-II-136

То же. Глубина отбора образца 24,00—24,15 м. Содержание органического вещества 1 г.

Профиль 3 (оконечность мыса Пицунда)

ВСЕГИНГЕО-II-33 2830±150

Раковины из песчано-алевритового жидкого ила (*Ostrea edulis taurice*).

Расстояние от береговой линии 51 м, глубина моря 15,8 м, глубина отбора образца 12,90—13,05 м.

ВСЕГИНГЕО-II-57 6190±370

Крупный алевритовый ил с прослоями черного песка. Расстояние от береговой линии 100 м, глубина моря 40 м, глубина отбора образца 1,50—1,60 м.

ВСЕГИНГЕО-II-133 7920±410

Илы. Та же скважина, глубина отбора образца 24,60—24,75 м.

ВСЕГИНГЕО-II-147 10110±390

То же. Глубина отбора образца 32,60—32,75 м.

Профиль 7 (район пансионата «Динамо»)

ВСЕГИНГЕО-II-102 3960±350

Илы. Расстояние от береговой линии 150 м, глубина моря 17 м, глубина отбора образца 18,35—18,50 м.

ВСЕГИНГЕО-II-69 19100±900

То же. Глубина отбора образца 24,40—24,55 м.

Профиль 8 (район впадения в море р. Бзыбь)

ВСЕГИНГЕО-II-100 ≥13300

Илы. Расстояние от береговой линии 400 м, глубина моря 37 м, глубина отбора образца 14,60—14,75 м. Содержание органического вещества 1 г.

ВСЕГИНГЕО-II-6 1070±110

Илы. Расстояние от береговой линии 800 м, глубина моря 28 м, глубина отбора образца 2,10—2,22 м.

ВСЕГИНГЕО-II-137 7300±610

Илы. Та же скважина, глубина отбора образца 6,10—6,25 м.

ВСЕГИНГЕО-II-38 5500±270

Илы. Та же скважина, глубина отбора образца 12,10—12,25 м.

ВСЕГИНГЕО-II-80 6900±400

То же. Глубина отбора образца 22,10—22,25 м. Кажущаяся инверсия образцов II-137, II-38, II-80 не выходит за пределы статистической значимости.

Скважины континентальной части мыса

ВСЕГИНГЕО-II-37 6620±1000

Илистый песок. Скважина на берегу, 300 м севернее профиля 2, глубина отбора образца 35,00—35,10 м.

ВСЕГИНГЕО-II-48 10300±460

То же. Глубина отбора образца 45,00—45,10 м.

ВСЕГИНГЕО-II-141 3520±130

Раковины (*Macra corallina*). Скважина на берегу, продолжение профиля 3, глубина отбора образца 40—50 м.

ВСЕГИНГЕО-II-111 3570±230

Древесина. Та же скважина, глубина отбора образца 61 м.

ВСЕГИНГЕО-II-140 13680±610

Раковины (*Dreissena polymorpha* Pall). То же, глубина отбора образца 75 м.

Для проверки воспроизводимости всего процесса анализа была приготовлена серия контрольных образцов из древесины, близкой по возрасту к современной. Из каждого образца после отдельной стандартной обработки щелочью и кислотой синтезировался бензол. Полученные данные приведены в таблице 1.

КСМ-13 **> 48800**
Каменный уголь. Бензол синтезирован для проверки отсутствия загрязнения современным углеродом в процессе обработки образца. Превышение над фоном составило ($-0,030 \pm 0,045$) *имп/мин* при скорости счета эталона ($58,5 \pm 0,2$) *имп/мин*.

КСМ-14 **> 45700**
Каменный уголь. Бензол синтезирован с той же целью (см. описание КСМ-13). Превышение над фоном составило ($0,017 \pm 0,067$) *имп/мин*.

КСМ-10 **37950 ± 1150**
Древесина. Образец взят в 14-метровой террасе среднего течения р. Иркинеева, притока Ангары. Сибирская платформа (2—2,5 км выше с. Бедоба). Место залегания — слой торфо-глин; глубина от поверхности террасы 6 м. Образцы КСМ-10, -11, -41, -42, -43 отобраны С. А. Лаухиным.

КСМ-11 **41600 ± 1300**
Древесина. Там же. Образец взят из железистых конгломератов (8-й слой), глубина залегания 8 м от поверхности террасы.

КСМ-42 **42750 ± 600**

Древесина. Часть ствола дерева. Образец отобран в той же террасе, что и образцы КСМ-10, -11. Глубина залегания около 8,5 м от поверхности террасы. Вмещающая порода — железистые конгломераты. Вокруг ствола была сделана раскопка вглубь обнажения на глубину 1,5 м; для исследования взята часть ствола между 1,0 и 1,5 м от стенки обнажения. Предварительная обработка щелочью и кислотой не проводилась.

КСМ-41 **47000 ± 1000**
То же. Образец прошел следующую обработку: кипячение в 5%-ном растворе HCl — 20 мин; четырехкратное последовательное кипячение по 3 часа в 2%-ном растворе NaOH с выделением гуминовых кислот; кипячение в 5%-ном растворе HCl — 30 мин. Между отдельными процедурами образец промывался дистиллированной водой.

КСМ-43 **38300 ± 1000**
Гуминовые кислоты, выделенные в процессе обработки образца.

КСМ-67 **4220 ± 50**
2270 лет до н. э.

Древесина из погребения. Глубина залегания образца 3 м от поверхности почвы. Курган № 1, 10 км западнее г. Новая Одесса, Николаевской обл. (Очаковская экспедиция АН УССР, 1969 г.) Археологический возраст — ямное время. Образцы КСМ-67—КСМ-72 отобраны В. П. Золотуном.

КСМ-68 **2730 ± 40**
780 лет до н. э.

Древесина из погребения. Глубина залегания образца 0,7 м от поверхности почвы. Курган № 4, высота насыпи — 2,9 м (Северо-Крымская экспедиция, Каланчевский отряд, 1967 г.). Археологический возраст — X—IX в. до н. э.

КСМ-69 **2850 ± 40**
900 лет до н. э.

Древесина из погребения. Глубина залегания образца 2,5 м от поверхности почвы. Окружающая порода — лёссовидный суглинок. Курган № 31, около с. Борисовка, Татарбунарского р-на, Одесской обл. Высота кургана 1,2 м. Археологический возраст — поздняя бронза.

КСМ-70 **4150 ± 50**
2200 лет до н. э.

Древесина из погребения. Окружающая порода — лёсс. Курган № 10, около с. Маяки, Беляевского р-на, Одесской обл. Высота кургана 3 м (Днестровско-Дунайская экспедиция АН УССР, 1969 г.). Археологический возраст — ямное время.

КСМ-71

2740±40
790 лет до н. э.

Древесина. Образец взят из перекрытия могильного сооружения, окруженного лёссовидными суглинками. Толщина насыпи грунта над деревом 3,5 м. Курган № 6, около пос. Татарбунары Одесской обл. (Днестровско-Дунайская экспедиция Института археологии АН УССР, 1965 г.)

КСМ-72

4390±60
2440 лет до н. э.

Древесина из погребения. Курган № 27, около с. Любимовка, Каховского р-на, Херсонской обл. Высота насыпи 3,8 м. (Каховская экспедиция Института археологии АН УССР, 1968 г.). Археологический возраст — ямное время.

Изучено распределение концентрации радиоуглерода в годовичных кольцах секвойи в интервале 1890—1916 гг. Секвойя росла в Никитском ботаническом саду (Крым). Материал отобран Л. Д. Сулержицким. Из

Таблица 2

Значения δC^{13}

Номер образца	Год	Образец	σC^{13} , % ($\pm 0,04\%$)
КСМ-46	1905	Обугленная древесина	-2,62
КСМ-46	1905	Бензол	-2,61
КСМ-52	1908	То же	-2,44
КСМ-55	1910—1911	»	-2,59
КСМ-61	1913—1914	»	-2,62
КСМ-65	1915—1916	»	-2,64
Среднее			-2,59±0,06

образцов КСМ-45—КСМ-65 экстрагировались смолы спирто-бензольной смесью. Далее было показано, что из-за эффективного удаления смол при сухой перегонке древесины не обязательна предварительная экстракция смол спирто-бензольной смесью, поэтому образцы КСМ-81—КСМ-108 такой обработке не подвергались. Для большей детализации определялось содержание C^{14} как в весенне-летней, так и в осенне-зимней фракциях годовичных колец. Для отдельных образцов было найдено δC^{13} (измерения выполнены Э. М. Галимовым); данные представлены в таблице 2. Здесь и далее одиночные годы соответствуют весенне-летней фракции кольца, двойные — осенне-зимней.

Изменения содержания C^{14} (ΔC^{14}) в кольцах секвойи (а) и числа солнечных пятен N (б) в интервале 1890—1916 гг.

Максимумы в вариациях содержания радиоуглерода запаздывают относительно соответствующих максимумов числа солнечных пятен на $\Delta t \approx 1,7$ года. Стрелками отмечены максимумы зависимостей.

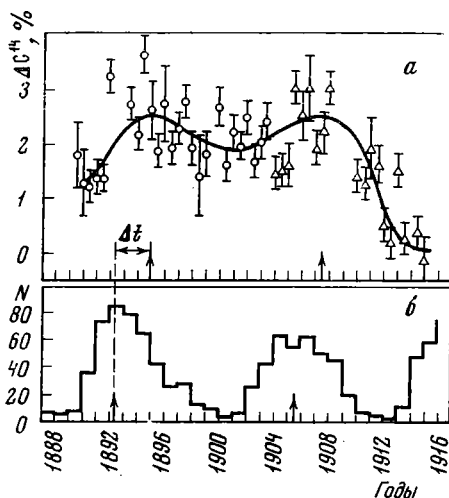


Таблица 3

Результаты измерений вариаций содержания C^{14} в годичных кольцах секвойи

Номер образца	Год	$\Delta C^{14} \pm \sigma_{\Delta C^{14}}, \%$	Номер образца	Год	$\Delta C^{14} \pm \sigma_{\Delta C^{14}}, \%$
КСМ-81	1890	1,8±0,6	КСМ-106	1903	1,6±0,3
КСМ-82	1890—1891	1,3±0,6	КСМ-107	1903—1904	1,9±0,3
КСМ-83	1891	1,2±0,3	КСМ-108	1904	2,4±0,5
КСМ-84	1891—1892	1,4±0,3	КСМ-45	1904—1905	1,5±0,3
КСМ-85	1892	1,3±0,3	КСМ-46	1905	1,5±0,3
КСМ-86	1892—1893	3,2±0,4	КСМ-47	1905—1906	1,6±0,4
КСМ-87	1893	0,5±0,6	КСМ-48	1906	3,0±0,3
КСМ-88	1893—1894	0,8±0,7	КСМ-49	1906—1807	2,5±0,5
КСМ-89	1894	2,7±0,4	КСМ-50	1907	3,0±0,6
КСМ-90	1894—1895	2,1±0,3	КСМ-51	1907—1908	1,9±0,4
КСМ-91	1895	3,6±0,4	КСМ-52	1908	2,2±0,5
КСМ-92	1895—1896	2,6±0,6	КСМ-53	1908—1909	3,0±0,3
КСМ-93	1896	1,9±0,3	КСМ-54	1909—1910	-0,5±0,4
КСМ-94	1896—1897	2,7±0,7	КСМ-55	1910—1911	1,4±0,3
КСМ-95	1897	1,9±0,3	КСМ-56	1911	1,2±0,3
КСМ-96	1897—1898	2,3±0,3	КСМ-57	1911—1912	1,9±0,6
КСМ-97	1898	2,7±0,3	КСМ-58	1912	1,6±0,4
КСМ-98	1898—1899	1,9±0,3	КСМ-59	1912—1913	0,5±0,3
КСМ-99	1899	1,4±0,8	КСМ-60	1913	0,2±0,3
КСМ-100	1899—1900	1,8±0,4	КСМ-61	1913—1914	1,5±0,3
КСМ-101	1900—1901	2,7±0,4	КСМ-62	1914	0,2±0,3
КСМ-102	1901	1,6±0,3	КСМ-63	1914—1915	-4,1±0,4
КСМ-103	1901—1902	2,2±0,3	КСМ-64	1915	0,4±0,3
КСМ-104	1902	1,9±0,3	КСМ-65	1915—1916	-0,2±0,5
КСМ-105	1902—1903	2,4±0,3			

При расчете ΔC^{14} образцов, для которых не определялось δC^{13} , использовалась средняя величина δC^{13} : $(-2,59 \pm 0,06) \%$. Полученные значения ΔC^{14} приведены в табл. 3. Найдена положительная корреляция между вариациями содержания C^{14} в годичных кольцах секвойи и изменениями числа пятен на Солнце в 11-летнем цикле (рисунок). С учетом фазового сдвига на $\sim 1,7$ года коэффициент корреляции получился равным $+0,57$, что соответствует надежности вывода о положительной корреляции более 99%. Обсуждение полученных данных содержится в ряде работ (Алексеев и др., 1971; Лаврухина и др., 1973; Алексеев и др., 1974).

КСМ-438 (г)-Т 7650±70
Серия образцов КСМ-438 (г)-I—438 (г)-IV приготовлена из полностью обугленного ствола дерева возрастом 30—40 лет с хорошо выраженной поверхностью ствола (сохранилась кора). Погибло при катастрофическом взрыве вулкана Тау-Русыр (остров Оникотан, Курильские острова). Слой взрывных пород в месте отбора образца — около 40 м. Было приготовлено четыре группы колец, дендрохронологически разновозрастных. Образец КСМ-438 (г)-I соответствует наружному слою (последние годы жизни дерева), образец КСМ-438 (г)-IV — внутреннему слою.

Этот и все последующие образцы отобраны Л. Д. Сулержицким. Синтез бензола из этих образцов был выполнен в Лаборатории абсолютного возраста ГИН АН СССР, измерение активности C^{14} проведено в Космохимической лаборатории ГЕОХИ АН СССР,

КСМ-438 (г)-II 7750±90
См. описание образца КСМ-438 (г)-I

КСМ-438 (г)-III 7500±80
См. описание образца КСМ-438 (г)-I

КСМ-438 (г)-IV	7700±110
См. описание образца КСМ-438 (г)-I	
КСМ-439 (г)	7950±70
Слой обугленной ископаемой почвы. Глубина залегания — около 20 см ниже места расположения образца КСМ-438 (г)-I.	
КСМ-440 (г)	8230±90
То же. Глубина залегания — около 40 см ниже места расположения образца КСМ-438 (г)-I. Отделен от слоя верхней обугленной почвы (КСМ-439 (г)) слоем чистого пепла.	
КСМ-440(г)-Г	8480±50
Щелочная вытяжка гуминовых кислот из почвы образца КСМ-440(г).	
КСМ-442 (г)-I	9430±70
Серия образцов КСМ-442 (г)-I÷442 (г)-V представляет собой хорошо сохранившиеся стволы деревьев (кедровый стланник), расположенные на 2 м ниже образца КСМ-438 (г)-I. Деревья погибли в лохоровом (грязе-пепловом) потоке. Датировки выполнены по группе годичных колец (по 5 лет), приготовленных из молодого конца одного из стволов. Образец КСМ-442 (г)-I соответствует наружной группе годичных колец, КСМ-442 (г)-V — внутренней.	
КСМ-442 (г)-II	9770±100
См. описание образца КСМ-442 (г)-I	
КСМ-442 (г)-III	9280±60
См. описание образца КСМ-442 (г)-I	
КСМ-442 (г)-IV	9800±140
См. описание образца КСМ-442 (г)-I	
КСМ-442 (г)-V	9330±120
См. описание образца КСМ-442 (г)-I	
КСМ-443 (г)	24500±740
Обугленная почва в основании мощной толщи (несколько десятков метров) пемз, связанных с кальдерообразующим взрывом вулкана Немо (о-в Оникотан, Курильские острова)	
КСМ-453 (г)	δC¹⁴ = 1,7±0,4%
Современная древесина, дерево росло у подножья северного склона потухшего вулкана Уратман, расположенного на северной оконечности о-ва Симушир (Курильские острова). Высота расположения образца 20 м над уровнем моря.	
КСМ-454 (г)	C¹⁴ — 4,1±0,4%
То же. Высота расположения 40 м над уровнем моря.	
КСМ-455 (г)	δC¹⁴ — 3,4±0,4%
То же. Высота расположения 100 м над уровнем моря.	
КСМ-452 (г)-A	δC¹⁴ — 3,7±0,5%
Серия образцов КСМ-452 (г)-A÷452 (г)-D представляет собой группы годичных колец из современной древесины (ольхи), дерево росло в нижнем течении р. Камчатка, около 60 км ниже поселка Козыревск (п-ов Камчатка), срублено в 1967 г. Образец КСМ-452 (г)-A — годичные кольца, соответствующие интервалу 21—25 лет (с момента гибели дерева). Наружные годичные кольца (последние 20 лет) включают бомбовый C ¹⁴ .	
КСМ-452 (г)-Б	δC¹⁴ = —4,8±0,5%
То же. Группа колец 26—30 лет	
КСМ-452 (г)-В	δC¹⁴ = —4,7±0,8%
То же. Группа колец 31—35 лет.	
КСМ-452 (г)-Г	δC¹⁴ = —4,1±0,5%
То же. Группа колец 36—40 лет.	
КСМ-452 (г)-Д	δC¹⁴ = —4,7±0,6%
То же. Группа колец 41—45 лет.	

КСМ-452 (г)-Е

 $\delta C^{14} = -2,7 \pm 0,6\%$ То же. Группа колец ≥ 46 лет.

КСМ-452 (г)-О

 $\delta C^{14} = +38,2 \pm 0,6\%$

То же. Группа колец 0—20 лет.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арсланов Х. А., Громова Л. И. Циклическая тримеризация ацетиленов и алкилацетиленов на хромалюмосиликатном катализаторе.— Докл. АН СССР, 183, № 4, 881, 1968.
2. Алексеев В. А., Смирнов И. В. Измерение C^{14} на двухканальном сцинтилляционном счетчике.— В сб. «Радиоуглерод», Вильнюс, 1971.
3. Алексеев В. А., Лаврухина А. К., Мильникова З. К., Смирнов И. В., Сулержицкий Л. Д. Вариации содержания радиоуглерода в кольцах секвойи.— В сб. «Радиоуглерод», стр. 45, Вильнюс, 1971.
4. Лаврухина А. К., Алексеев В. А., Галимов Э. М., Сулержицкий Л. Д. Радиоуглерод в кольцах секвойи.— Докл. АН СССР, 210, № 4, 941, 1973.
5. Алексеев В. А., Лаврухина А. К., Мильникова З. К., Смирнов И. В., Сулержицкий Л. Д. Солнечные космические лучи и вариации содержания радиоуглерода в атмосфере Земли.— В сб. «Тр. Всесоюзного совещания по проблеме «Астрофизические явления и радиоуглерод» (Тбилиси, 4—6 октября 1973 г.). 1974.

В. С. ВЕКСЛЕР, Б. Д. ПУТАНС, В. Я. СТЕЛЛЕ

**РАДИОУГЛЕРОДНЫЕ ДАТИРОВКИ ЛАБОРАТОРИИ
ВСЕСОЮЗНОГО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА
МОРСКОЙ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ (ВНИИМОРГЕО)**

Сообщение II

6995 \pm 150

Уголь древесины из VI культурного горизонта, взятый на глубине 1,8 м. Стоянка «Горелый Лес», Иркутская область в 5 км от пос. Мишелевка, правый берег г. Белая. Образец предоставил Савельев Н. А.

Ri-51

8444 \pm 124

Уголь древесины из VII культурного горизонта того же разреза, отобранный на глубине 2 м.

Ri-52

2767 \pm 108

Уголь лесного пожара, погребенный золовыми песками на поверхности 7,5-метровой террасы Байкала, мыс Песчаные Бугры, Бурятская АССР. Образец предоставил Мац В. Д.

Ri-53

8769 \pm 394

Уголь лесного пожара, отобранный внутри разреза дюн, мыс Песчаные Бугры. Образец предоставил Мац В. Д.

Ri-55

3223 \pm 100

Древесина, взятая из основания торфяника, расположенного на отложениях современной стадии моря. Берег моря вблизи пос. Москалево, о-ва Сахалин. Образец предоставил Вейнберг И. Г.

Ri-56

8153 \pm 130

Торф, средне- и хорошо разложившийся, взят с глубины 0,85—0,90 м. Болото Сарнате, расположенное в прибрежной части древних бассейнов Балтики между г.г. Вентспилс и Павилоста, Латвийская ССР. Образец предоставил Стелле В. Я.