

УДК 631.487

## ВОЗРАСТНЫЕ РУБЕЖИ ГОЛОЦЕНОВОГО ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ МОСКОВСКОГО РЕГИОНА (БАССЕЙН ВЕРХНЕЙ КЛЯЗЬМЫ)

© 2019 г. М. М. Певзнер<sup>1, \*</sup>, О. Л. Петров<sup>1</sup>, Р. И. Нечушкин<sup>1</sup>,  
Т. Д. Каримов<sup>1, 2</sup>, В. В. Большакова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Геологический институт РАН  
119017 Москва, Пыжевский пер., 7

<sup>2</sup> Факультет почвоведения МГУ им. М. В. Ломоносова  
119991 Москва, Ленинские горы

\*E-mail: m\_pevzner@mail.ru

Поступила в редакцию 21.05.2018 г.

Проведены радиоуглеродные исследования трех шурфов в бассейне р. Клязьмы вблизи деревни Чашниково с целью определения возраста погребенных торфов и почв. На основании девяти радиоуглеродных дат определены возрастные рубежи начала заболачивания на водораздельном холме (1650 или 1790 г. н. э.), прекращения деятельности гидрокарбонатного источника и начала почвообразования в тылу высокой поймы (около 300 лет до н. э.), а также возраст спуска/осушения приледникового озера и начала торфонакопления (около 9.3 тыс. лет до н. э.) в долине верхней Клязьмы. Определены изотопный состав ( $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$ ) и генезис травертиноподобных карбонатов, отложение которых предположительно связано с деятельностью гидрокарбонатного источника.

**Ключевые слова:** радиоуглеродное датирование, почвообразование, травертиноподобные карбонаты, изотопия  $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$ , голоцен, Московский регион.

DOI: 10.31857/S0024-497X20195486-494

Изучение изменений природы и климата последнего послеледниковья (голоцена) представляются одной из фундаментальных задач четвертичной геологии, палеогеографии, палеоклиматологии и почвоведения. Участвовавшие в последние годы природные катастрофы заставляют более детально изучать строение и эволюцию речных долин, заселенных человеком. Для реконструкции истории развития природы крайне важно изучать типы и особенности формирования голоценовых почв. Использование же радиоуглеродного метода позволяет определять возраст тех или иных событий, рассчитывать скорость осадконакопления, коррелировать друг с другом удаленные разрезы, а также привязывать выявленные и датированные природные и антропогенные события к шкале абсолютного возраста.

Мы начали проводить комплексные геохронологические работы в Московском регионе с целью реконструкции природных условий, изменений климата и особенностей заселения региона древним человеком. Одним из наиболее

важных объектов исследования представляется долина реки Клязьмы. Главной целью наших исследований является определение изотопного возраста почв. В настоящей статье мы приводим первые данные, полученные в результате геохронологических работ в долине верхней Клязьмы в окрестностях деревни Чашниково.

### ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Шурф 1 (56°01'37.3" с.ш., 37°12'03.8" в.д.) был заложен в заболоченной котловинке в смешанном лесу в привершинной части водораздельного холма в 2.4 км к восток–юго-востоку от станции МГУ (рис. 1). Основание шурфа представлено мощными покровными суглинками, предположительно связанными с валдайским оледенением. Верхние 30 см разреза представлены влажным слабо разложившимся торфом (торфянистой почвой) с большим количеством современных корней, а также с рассеянными угольками (следы пожара?). Нижние 5 см торфа были взяты для определения возраста начала торфонакопления в данном разрезе (рис. 2).

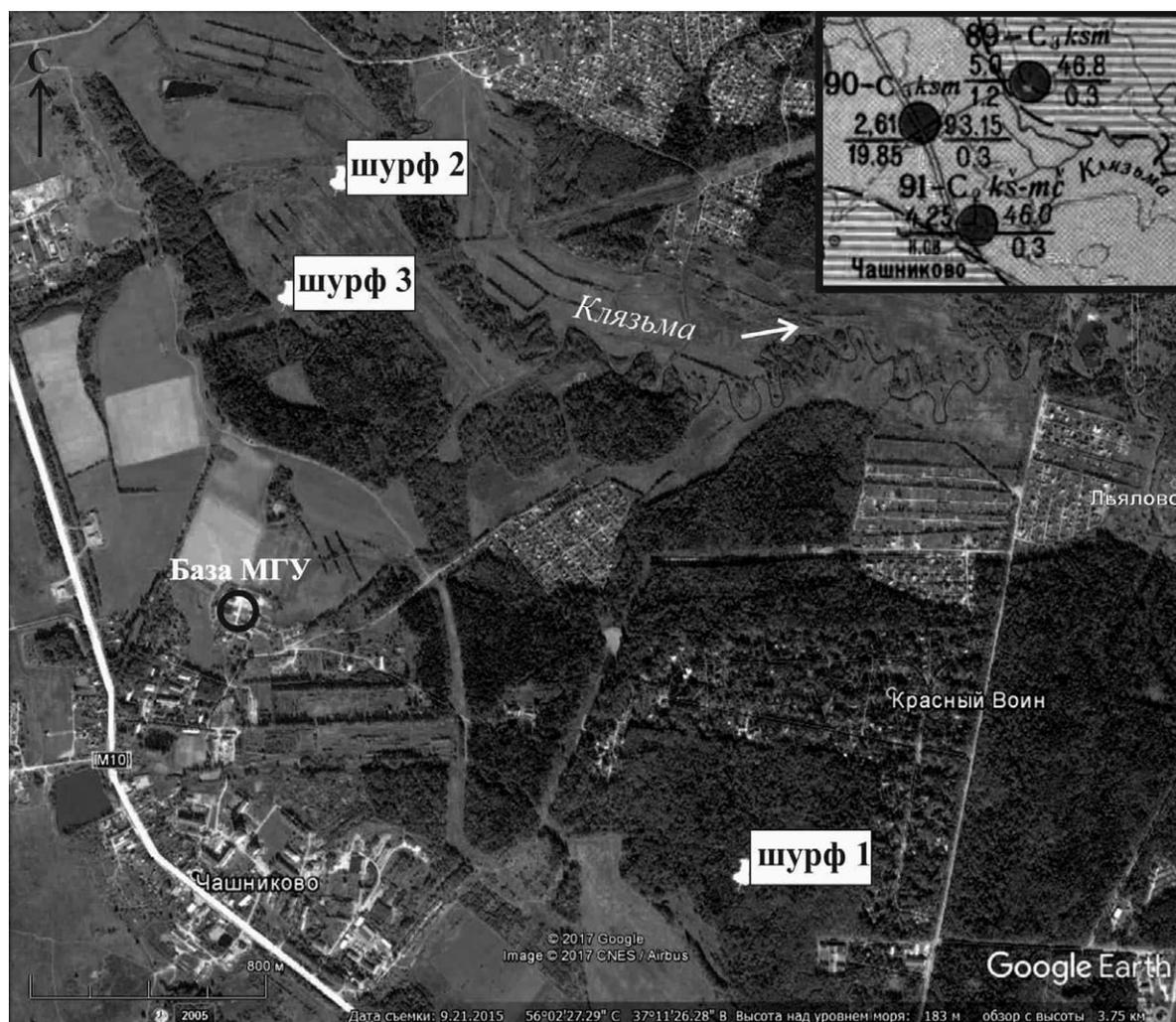


Рис. 1. Карта района работ. На врезке фрагмент из работы [Гидрогеологическая ..., 1974].

На врезке — сверху номер скважины по реестру и индекс водоносного горизонта:  $C_3 ksm$  — касимовский водоносный горизонт позднего карбона,  $C_2 ks-ms$  — мячковско-каширский водоносный комплекс среднего карбона. Слева в числителе — дебит (л/сек), в знаменателе — понижение (м). Справа в числителе — глубина установившегося уровня воды (м), в знаменателе — минерализация воды (г/л). Воды — гидрокарбонатные.

**Шурф 2** ( $56^{\circ}03'01.8''$  с.ш.,  $37^{\circ}10'28.6''$  в.д.) был заложен на высокой пойме правого берега р. Клязьмы в 1.6 км к север–северо-востоку от станции МГУ. В настоящее время поверхность представляет собой разнотравный луг. Однако, на снимке местности (см. рис. 1) в районе шурфа видны следы мелиоративных канав и иной сельскохозяйственной деятельности, т. е. кровля разреза должна быть нарушена. На космических снимках 2009 г., представленных в компьютерной программе Гугл Земля (Google Earth), можно увидеть, что обсуждаемая поверхность разрабатывалась грейдерами. Ниже маломощной современной дернины в разрезе было вскрыто около 30 см среднесуглинистой почвы (пойменная фация аллювия? антропоген?), которая, с волнистым контактом, подстилалась мощным (115 см)

хорошо- и средне-разложившимся уплотненным торфом. Основание разреза представлено голубовато-светло-серыми алевритами с небольшой примесью песка, контакт с торфом четкий горизонтальный. На определение возраста было отобрано четыре образца торфа (см. рис. 2).

**Шурф 3** ( $56^{\circ}02'49.6''$  с.ш.,  $37^{\circ}10'22.7''$  в.д.) был заложен в тыловой части поймы в 30 м от склона холма под ЛЭП в 1.2 км к север–северо-востоку от станции МГУ (см. рис. 1). На поверхности разреза разнотравный луг. В шурфе под современной дерниной вскрываются горизонты супесчаной и оторфованной почв, залегающих на стратифицированных отложениях травертиноподобных карбонатов (см. рис. 2). В почвах встречено большое количество карбо-

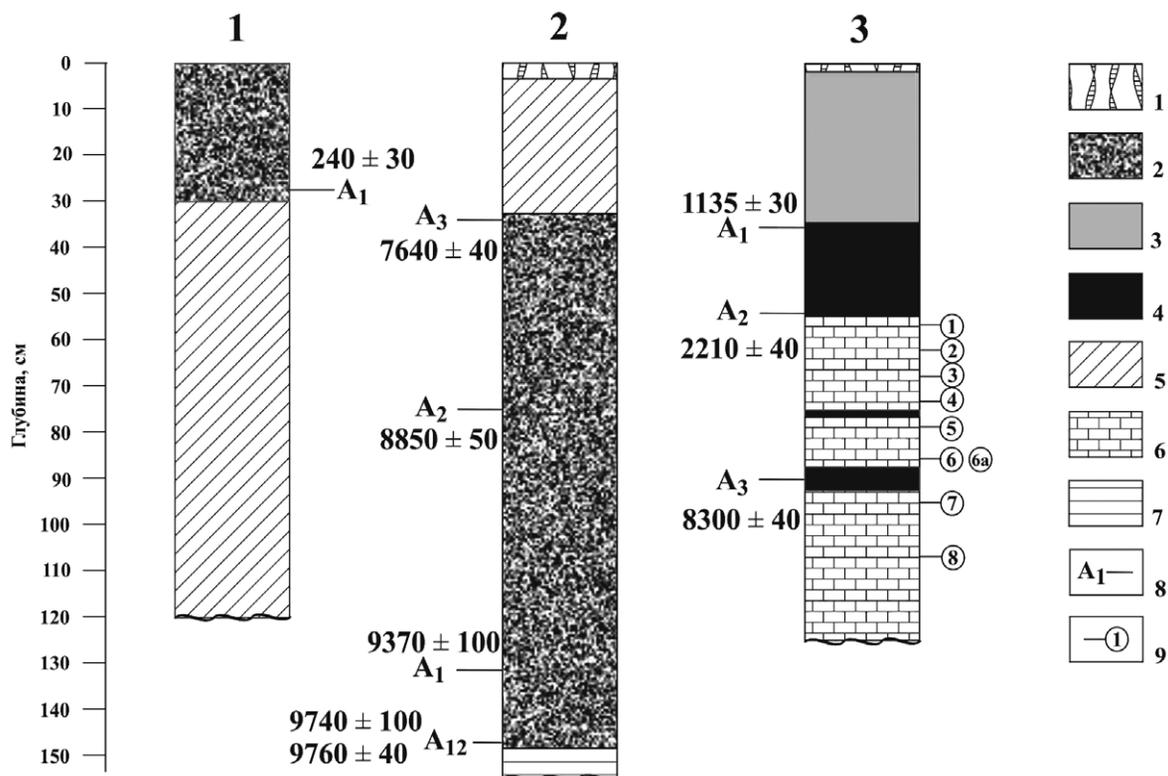


Рис. 2. Схематическое строение разрезов.

1 — дернина; 2 — торф; 3 — почва супесчаная; 4 — почва оторфованная; 5 — суглинок; 6 — травертины; 7 — озерные алевриты; 8, 9 — место отбора образцов: 8 — на радиоуглеродный анализ (рядом показаны значения  $^{14}\text{C}$  возраста), 9 — на изотопный анализ.

ната кальция размерности крупного гравия. Травертины представлены разнозернистыми, преимущественно грубыми песками с горизонтами крупного (до 1–2 см в диаметре) гравия карбоната кальция. По слою травертинов часто прослеживаются пятна ожелезнения, следы корней, пятна и маломощные прослои гумусированной почвы практически черного цвета. Для определения изотопного возраста было отобрано три образца: в кровле и подошве гумусированной почвы, перекрывающей травертины, а также один из почвенных прослоев внутри пачки карбонатов (см. рис. 2). Для определения генезиса карбонатов было отобрано 9 образцов на изотопные исследования (см. рис. 2).

#### ИЗОТОПНЫЙ СОСТАВ ( $\delta^{18}\text{O}$ , $\delta^{13}\text{C}$ ) И ГЕНЕЗИС ТРАВЕРТИНОПОДОБНЫХ КАРБОНАТОВ

Карбонаты в шурфе 3 представлены в виде пачки крупнозернистого песчаного и мелко-крупногравийного материала, сильно цементированного, общей мощностью более 50 см. Цвет осадков различается от грязно-

белого до светло-коричневого. В настоящее время по этой пачке осуществляется разгрузка грунтовых вод. Сверху пачка перекрыта современными почвами. Нижняя граница была скрыта под урезом воды, но можно предположить, что карбонатный материал залегает непосредственно на толще глинистого и суглинистого материала, являющегося локальным водоупором в данном районе.

Изучение изотопного состава кислорода и углерода ( $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$ ) позволяет получить дополнительную информацию о палеогеографических условиях формирования отложений [Ферронский, Поляков, 1983]. Для определения  $\delta^{18}\text{O}$  и  $\delta^{13}\text{C}$  в карбонатах обсуждаемого разреза был использован комплекс аппаратуры корпорации Thermoelectron, включающий масс-спектрометр Delta V Advantage и установку Gas-Bench-II. Карбонаты разлагались в 100%-й ортофосфорной кислоте при 50°C. Разложение проводилось в виале, предварительно продутом гелием. Значения  $\delta^{13}\text{C}$  приводятся в промилле (‰) относительно стандарта V-PDB, значения  $\delta^{18}\text{O}$  — в промилле относительно

стандарта V-SMOW. Для привязки результатов анализов к V-PDB использовались сверочные пробы и стандарты NBS-19 и CO-1 ЕАЕА. Точность определения  $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$ , находится в пределах  $\pm 0.2\text{‰}$ ,  $\pm 0.1\text{‰}$ , соответственно.

Полученные данные (табл. 1, рис. 3) свидетельствуют о сравнительно небольшом разбросе значений по всем девяти образцам (не более 3‰).  $\delta^{13}\text{C}$  колеблется от -10.4 до -8.3‰,  $\delta^{18}\text{O}$  — от 17.9 до 19.2‰. На рис. 3 отчетливо видна обратная корреляция значений  $\delta^{18}\text{O}$  и  $\delta^{13}\text{C}$ . Наибольшее отклонение от общего фона дает образец № 5, который был отобран из наиболее грубого и монолитного участка карбонатов, вскрытого в шурфе (см. рис. 2). Тем не менее, все полученные значения свидетельствуют об образовании карбонатов в пресноводных условиях при умеренных температурах.

Предположительно, в шурфе были вскрыты отложения низкотемпературных травертиноподобных карбонатов. Осаждение могло происходить из грунтовых вод, разгружающихся у подножья холма. Значения  $\delta^{18}\text{O}$  в образцах соответствуют температуре воды 10–15°C, характерной для современных грунтовых вод. Значения  $\delta^{13}\text{C}$  указывают на примерно равное распределение привнесенного (древнего) и органического углерода. Образец ЧШН-5, имеющий экстремальные значения, может соответствовать периоду максимального переотложения растворенного вещества древних карбонатов.

Таким образом, садка низкотемпературных травертиноподобных карбонатов из грунтовых вод, вскрытых в шурфе 3, определена гидрогеологической обстановкой и положением в рельефе. Выпадение карбонатов происходило при

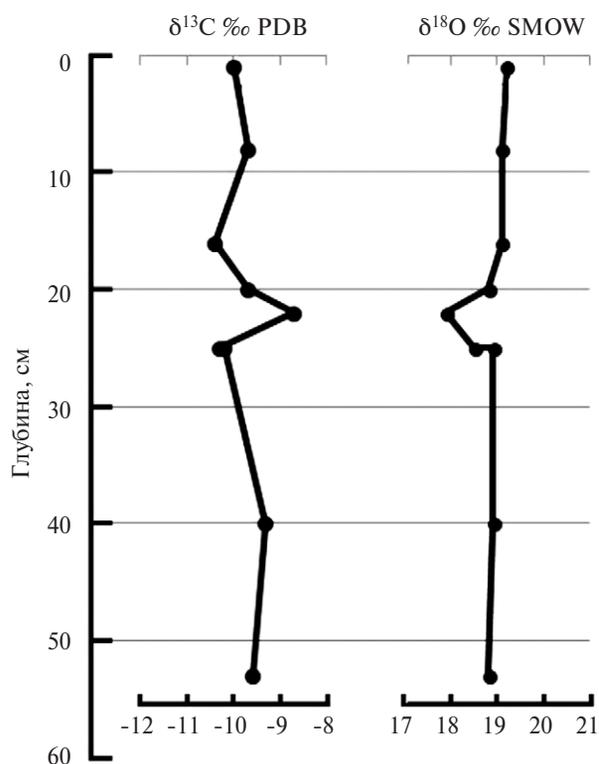


Рис. 3. Кривые вариации  $\delta^{13}\text{C}$  и  $\delta^{18}\text{O}$  для образцов низкотемпературных травертиноподобных карбонатов, вскрытых в шурфе 3. Нумерация образцов идет сверху вниз согласно их положению в разрезе (см. рис. 2).

разгрузке у подножья холма грунтовых вод, обогащенных древними карбонатами. Тот факт, что карбонатный слой содержит несколько почвенных прослоек, и непосредственно перекрыт оторфованной почвой, может указывать на наличие небольшого мелководного водоема, куда и происходила разгрузка грунтовых вод на определенных этапах развития рельефа.

Таблица 1. Изотопный состав С и О карбонатных отложений, вскрытых в шурфе 3

№ образца	Глубина отбора, см	$\delta^{13}\text{C} \text{‰ PDB}$	$\delta^{18}\text{O} \text{‰ SMOW}$
ЧШН-1	1	-10	19.2
ЧШН-2	8	-9.7	19.1
ЧШН-3	16	-10.4	19.1
ЧШН-4	20	-9.7	18.8
ЧШН-5	22	-8.7	17.9
ЧШН-6	25	-10.3	18.5
ЧШН-6А	25	-10.2	18.9
ЧШН-7	40	-9.3	18.9
ЧШН-8	53	-9.6	18.8

Примечание. Глубина отбора от кровли карбонатного горизонта.

## ВОЗРАСТ ПОГРЕБЕННЫХ ПОЧВ И ТОРФОВ

Радиоуглеродные даты, приведенные в публикации, получены авторами статьи в лаборатории геохимии изотопов и геохронологии Геологического института РАН по стандартной методике, детально описанной в работе [Певзнер, 2015]. Приведение радиоуглеродного возраста к календарному выполнено по программе Оксфордского университета OxCal v. 3.10 [OxCal ..., 2005] (рис. 4, рис. 5).

На рисунках 4 и 5 показаны графики вероятностного распределения калиброванного календарного возраста (ККВ) продатированных образцов. Наиболее ярко выраженные пики выделены вертикальными линиями, цифрами показан возраст пиков (AD — в годах н. э., BC — в годах до н. э.). На рис. 5г мы имеем один ярко выраженный пик, что позволяет предполагать соответствие его значения с калиброванным возрастом почвы (9250 BC). Сложнее обстоит дело с датами, которые попадают на крайне неровный отрезок калибровочной кривой. В итоге полученная гистограмма ККВ не только охватывает значительный временной интервал (около 400 лет), но также изобилует многочисленными пиками, в том числе плосковершинными (см. рис. 5б). В этом случае нам пришлось выбирать наиболее выраженные пики, не противоречащие общей стратиграфии отложений и закономерному удревнению дат сверху вниз по разрезу.

На рис. 4а гистограмма ККВ представлена четырьмя разобщенными пиками, три из которых довольно ярко выражены. Самое молодое

значение возраста (2000 г.) кажется маловероятным, поскольку мощность торфа в разрезе 1 составляет 30 см, а на поверхности холма, где был заложен шурф, растет уже довольно густой и высокий лес. За 15–20 лет такой лес точно вырасти не может. Таким образом, нам остается два варианта возраста: 1650 г. или 1790 г. и без дополнительных исследований (последовательного радиоуглеродного датирования толщи торфа) точнее определить время торфонакопления пока невозможно.

На рис. 4б–4г показаны значения ККВ почв в разрезе с травертиноподобными карбонатами. На фрагменте гидргеологической карты (см. рис. 1, врезка) видно, что в верхнем течении р. Клязьмы и непосредственно в районе деревни Чашниково гидрокарбонатные воды присутствуют в изобилии. По-видимому, именно с ними и связаны вскрытые в шурфе 3 травертиновые пески. Аналогичные отложения описаны и вблизи соседней деревни Льялово [Жуков, 1925]. Образование гидрокарбонатных вод в районе исследований обусловлено размывом известняков среднего карбона [Геологическая ..., 1979]. Следовательно, воды насыщены большим количеством древнего углерода, не содержащего радиоактивный изотоп  $^{14}\text{C}$ . Возможно проявление так называемого эффекта “жесткой воды”, при контакте с которой почвы, торфа и иная органика могут изменять свой возраст в сторону удревнения. Величина такого удревнения индивидуальна для каждого района и может составлять несколько сотен лет [Святко, 2016; Culleton, 2006].

В связи с возможной проблемой “жесткой воды” даты, полученные по разрезу 3 (табл. 2,

**Таблица 2.** Возраст погребенных почв и торфов в окрестностях деревни Чашниково

№ лаб. ГИН	Разрез, номер и мощность образца	Материал	$^{14}\text{C}$ дата, лет (BP)	Калиброванный календарный возраст*, лет
15401	1 – A <sub>1</sub> , 5 см	Оторфованная дернина	240±30 г	1650, 1790 AD
15402	2 – A <sub>3</sub> , 2 см	Торф	7640±40 г	6470 BC
15403	2 – A <sub>2</sub> , 2 см	"-	8850±50 г	8140, 7960 BC
15404	2 – A <sub>1</sub> , 2 см	"-	9370±100 г	8630 BC
15638	2 – A <sub>12</sub> , 5 см	"-	9740±100 г <sub>1</sub> 9760±40 г <sub>2</sub>	9230 BC 9250 BC
15405	3 – A <sub>1</sub> , 3 см	Почва оторфованная	1135±30 г	940 AD
15406	3 – A <sub>2</sub> , 3 см	"-	2210±40 г	290 AD
15407	3 – A <sub>3</sub> , 4–5 см	"-	8300±40 г	7420, 7350 BC

Примечание. BP (Before Present) — годы до 1950 г.; AD (Anno Domini) — годы новой эры; BC (Before Crist) — годы до новой эры. \*Перевод радиоуглеродного возраста в календарный выполнен по [OxCal ..., 2005]. г<sub>1</sub> — холодная, г<sub>2</sub> — горячая щелочная вытяжка из остатка г<sub>1</sub>, г — единственная горячая щелочная вытяжка.

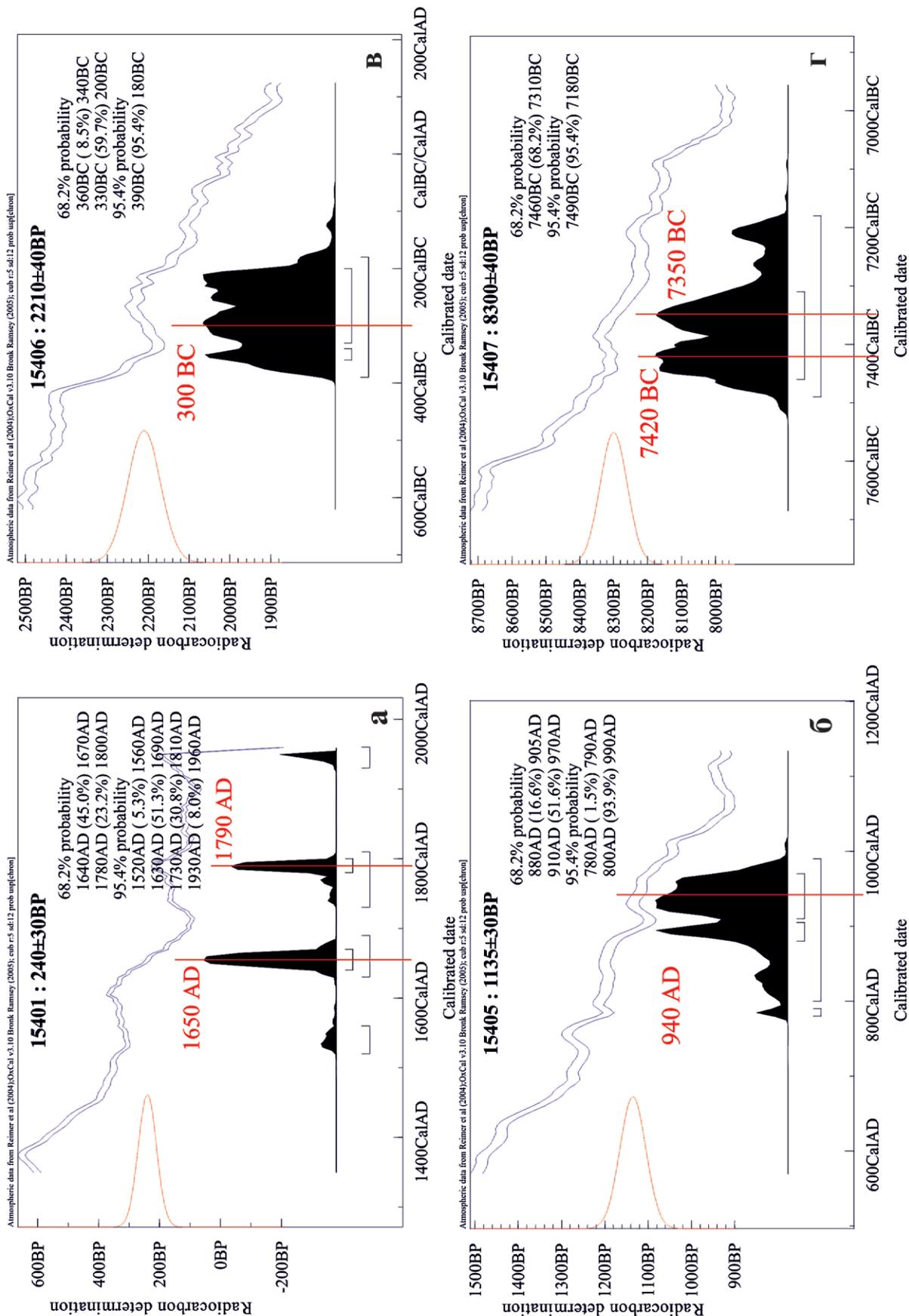


Рис. 4. Калиброванное значение возраста образцов разрезов 1 (а) и 3 (б–г) по [OxCal ..., 2005]. а — подшоша (A<sub>1</sub>); в — подшоша (A<sub>2</sub>) отгорванной почвы, г — прослой почвы в травертиноподобных карбонатах (A<sub>3</sub>). Прочие пояснения см. в тексте.

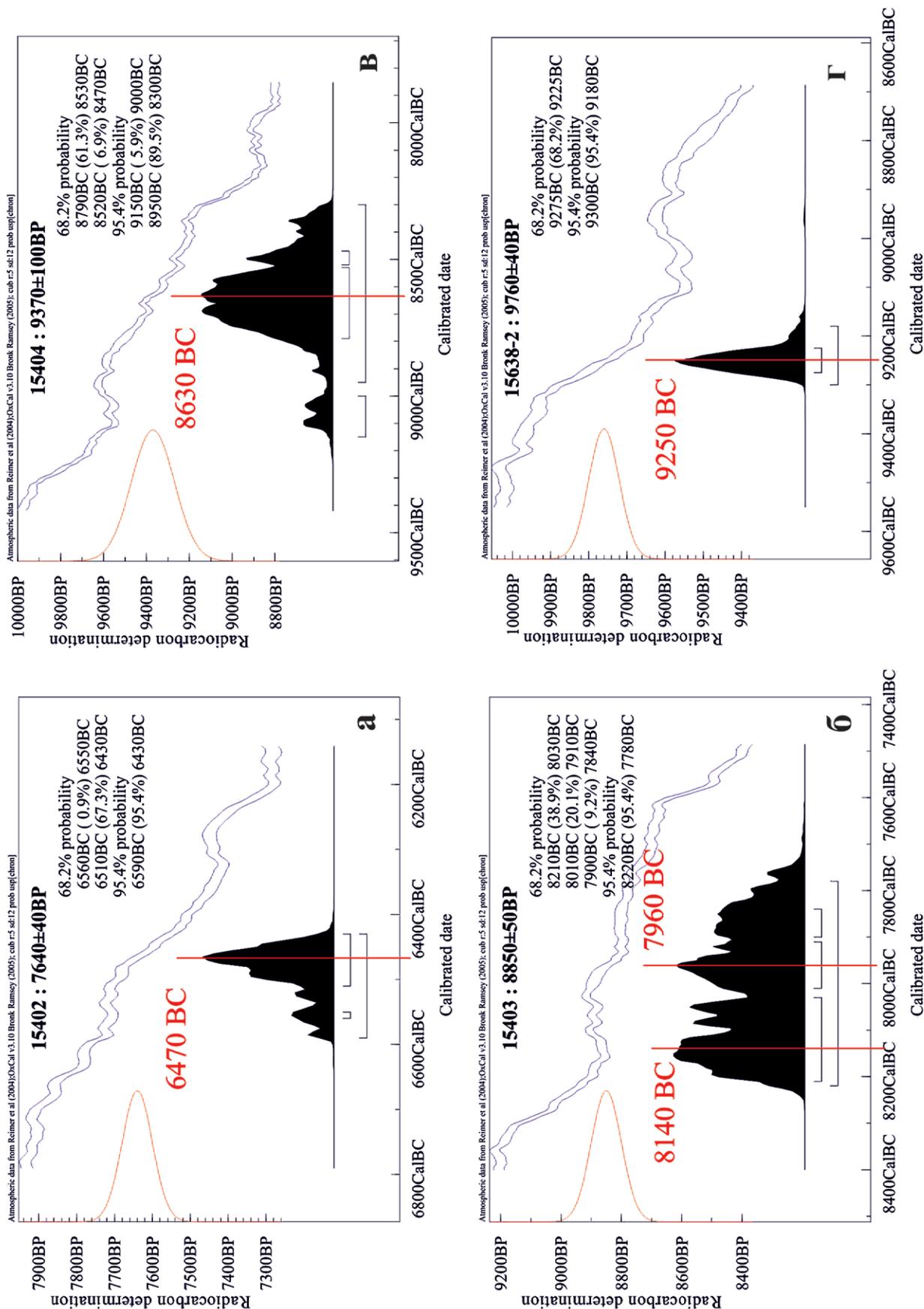


Рис. 5. Калиброванное значение возраста образцов разреза 2, по [OxCal..., 2005]. а — кровля (A<sub>3</sub>), б — середина (A<sub>2</sub>), в — в 20 см над подошвой (A<sub>1</sub>), г — подошва (A<sub>12</sub>) торфа. Прочие пояснения см. в тексте.

см. рис. 4б–4г) могут быть задревнены. В особенности это касается даты, полученной по пятисантиметровому горизонту почвы, захороненной внутри пачки травертинов (см. рис. 2, рис. 4г). Убедиться в достоверности полученных значений возраста можно только в результате дополнительных радиоуглеродных исследований. Тем не менее, дата, полученная по оторфованной почве, отобранной внутри пачки карбонатов (см. рис. 2, рис. 4г), в целом соответствует наиболее активной фазе генерации пресноводных карбонатов на Северо-Западе России и в Прибалтике [Никитин, 2015; Никитин и др., 2011].

Даты, полученные для начала (см. рис. 4в) и завершения (см. рис. 4б) формирования гумусированной почвы, перекрывающей травертины, близко согласуются с интервалом пониженного стока (2000–1000 календарных л.н.), выделенным А.В. Паниным для бассейнов рек Москвы и Протвы [Панин, 2015]. В это время на поймах активно формировались почвы и торфяники. Интервал повышенного стока рек, экстремальных паводков, крупных перестроек русел рек и активная эрозия на пойме отмечаются в долине р. Протвы 6500–2300 и 800–700 календарных л.н., а образование почв и торфяников в бассейне реки Москвы отмечено около 6500 календарных л.н. [Панин, 2015]. По-видимому, история развития бассейнов рек Клязьмы, Москвы и Протвы в голоцене должна демонстрировать определенные черты сходства. Мы надеемся в процессе дальнейших радиоуглеродных исследований погребенной органики разрезов верхнего течения Клязьмы существенно дополнить представленные в настоящей публикации данные.

Весьма интересен и информативен оказался разрез 2. Его подошва представлена озерными алевритами, а начало торфонакопления датируется ранним голоценом (см. табл. 2). Весьма вероятно, что в долине Клязьмы в конце плейстоцена существовало подпрудное приледниковое озеро. Топография района исследований позволяет предположить, что подпрудная располагалась в районе современной деревни Льялово (см. рис. 1). Верхняя граница торфа, видимая в разрезе 2, вряд ли отражает природные причины осушения болота, но скорее связана с антропогенным нарушением. Тем не менее, зная калиброванный календарный возраст подошвы и видимой кровли торфа, можно рассчитать, что скорость его накопления была не очень высокая и составляла около 4 см за 100 лет. Поверх-

ность, которую мы называем высокой поймой р. Клязьмы (на ней расположены разрезы 2 и 3), может представлять собой террасу, поскольку в перечисленных разрезах отложения пойменного аллювия не установлены.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных работ в верхнем течении р. Клязьмы были обнаружены крайне интересные природные объекты: погребенные торфа и отложения гидрокарбонатных источников. Полученная серия радиоуглеродных дат позволила составить первое представление о возрасте погребенной органики на высокой пойме и некоторых особенностях гидрологического режима в районе исследований. Так, определены возрастные рубежи начала заболачивания на водораздельном холме (1650 или 1790 г.н.э.), прекращения деятельности гидрокарбонатного источника и начала почвообразования в тылу высокой поймы (около 300 лет до н.э.), а также начала торфонакопления (около 9.3 тыс. лет до н.э.) после спуска или осушения приледникового озера.

## БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы благодарят сотрудников факультета почвоведения МГУ Г.В. Стома и М.И. Кондрашкину за помощь в проведении полевых исследований.

## ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Работа выполнена в соответствии с Госзаданием по теме ГИН РАН № 0135-2019-0059.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Геологическая и гидрологическая карта СССР. Масштаб 1:200000. Серия Московская. О-37-XXXII. Объяснительная записка. М., 1979. 184 с.
- Гидрогеологическая карта СССР (дочетвертичных водоносных горизонтов и комплексов). Масштаб 1:200000. Серия Московская. О-37-XXXII. Лист 2. М.: Картографо-геодезическое предприятие ГУЦР, 1974.
- Жуков Б. С. Неолитическая стоянка близ села Льялово Московского уезда // Труды Антропологического института. Вып. 1. Приложение к Русскому антропологическому журналу. Т. XIV. Вып. 1-2. М., 1925. С. 37-78.
- Никитин М. Ю. Травертиногенез Ижорского плато в голоцене / Автореф. дисс. ... канд-та географ. наук. СПб.: РГПУ им. А.И. Герцена, 2015. 23 с.

Никитин М. Ю., Медведева А. А., Максимов Ф. Е. и др. Генезис и геологический возраст травертиноподобных карбонатов Пудостского массива // Научно-теоретический журнал "Общество. Среда. Развитие". 2011. С. 231-236.

Панин А. В. Флювиальное рельефообразование на равнинах умеренного пояса Евразии в позднем плейстоцене—голоцене / Автореф. дисс. ... доктора географ. наук. М.: МГУ, 2015. 46 с.

Певзнер М. М. Голоценовый вулканизм Срединного хребта Камчатки // Труды Геологического института. Вып. 608. М.: ГЕОС, 2015. 252 с.

Святко С. В. Пресноводные резервуарные эффекты в Евразийской степной зоне и их влияние на радиоуглеродный возраст костных образцов // Вестник археологии, антропологии и этнографии. 2016. № 1(32). С. 165-173.

Ферронский В. И., Поляков В. А. Изотопия гидросферы. М.: Наука, 1983. 280 с.

OxCal program. Version 3.10. / Bronk Ramsey C. 2005. <http://c14.arch.ox.ac.uk/oxcal3/oxcal.htm>

Culleton B. Implications of a freshwater radiocarbon reservoir correction for the timing of late Holocene settlement of the Elk Hills, Kern County, California // J. of Archaeol. Science. 2006. № 33. P. 1331-1339.

## AGE MARK OF HOLOCENE SOIL FORMATION OF MOSCOW REGION'S (UPPER KLYAZMA BASIN)

M. M. Pevzner<sup>1, \*</sup>, O. L. Petrov<sup>1</sup>, R. I. Nechushkin<sup>1</sup>,  
T. D. Karimov<sup>1,2</sup>, V. V. Bolshakova<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Geological Institute of RAS,

Pyzhevsky per. 7, Moscow, 119017 Russia

<sup>2</sup> Department of Soil Science, M. V. Lomonosov Moscow State University,  
Leninskiye Gory, Moscow, 119991 Russia

\*E-mail: m\_pevzner@mail.ru

Received May 21, 2018

Radiocarbon studies of three pits in the upper Klyazma river basin near the village of Chashnikovo were carried out to determine the age of buried peat and soils. On the basis of nine radiocarbon dates, the age mark of the beginning of waterlogging on the watershed hill (1650 or 1790 years AD), the termination of the activity of the hydrocarbonate source and the beginning of soil formation in the rear of the high floodplain (about 300 years BC), as well as the age of water drain/drainage of the glacial lake and the beginning of peat accumulation (about 9.3 thousand years BC) in the upper Klyazma valley were determined. The isotopic composition ( $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$ ) and Genesis of travertine-like carbonates, the deposition of which is presumably associated with the activity of the hydrocarbonate source, were determined.

**Keywords:** radiocarbon Dating, soil formation, travertine-like carbonates, the isotopy of  $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$ , Holocene, Moscow region.

DOI: 10.31857/S0024-497X20195486-494