

Новые данные о возрасте и условиях формирования погребенных органогенных отложений в среднем течении реки Обь

Ф. Е. МАКСИМОВ¹, Л. А. САВЕЛЬЕВА¹, С. А. ЛАУХИН^{2,3,4}, В. Ю. КУЗНЕЦОВ¹, Х. А. АРСЛАНОВ¹, А. Ю. ПЕТРОВ¹, В. А. ГРИГОРЬЕВ¹, С. Б. ЛЕВЧЕНКО¹

¹ Санкт-Петербургский государственный университет
199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., 7-9
E-mail: maksimov-fedor@yandex.ru

² Российский государственный геолого-разведочный университет им. Серго Орджоникидзе
117997, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 23

³ Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет
129337, Москва, Ярославское шоссе, 26

⁴ Институт криосферы Земли СО РАН
625026, Тюмень, ул. Малыгина, 86

Статья поступила 21.10.2016

Принята к печати 28.01.2017

АННОТАЦИЯ

В статье приведены результаты комплексного геохронологического изучения отложений гиттии из разреза надпойменной террасы на правом берегу р. Обь в районе г. Колпашево. По данным ²³⁰Th/U-датирования возраст гиттии может относиться к интервалу времени 110–95 тыс. лет. Результаты спорово-пыльцевого анализа позволили предположить, что они отлагались во время широкого распространения лесных среднетаежных ландшафтов с господством в них ели, а климатические условия, по-видимому, приближались к современным. Вероятно, это могло происходить в межстадиальное время, сопоставляемое с МИС-5с, или на завершающих этапах казанцевского межледниковья.

Ключевые слова: радиоизотопное датирование, спорово-пыльцевой анализ, межстадиальные и межледниковые условия.

Представления о стратиграфии и палеогеографии верхнего неоплейстоцена Западной Сибири уже не раз подвергались пересмотру. Иногда это связано с развитием методов количественного определения возрас-

та отложений. Массовое использование ¹⁴C-датирования в Сибири началось с 1960-х гг. и тогда случались пересмотры стратиграфии только потому, что она не соответствовала только что полученным ¹⁴C-датам. Позже,

уже в 1970–1980 гг., появились сомнения в некоторых конечных ^{14}C -датировках отложений Приенисейской Сибири [Кинд, 1974] и Приобья [Зубаков, 1974], коррелируемых с МИС-3. Хотя основное количество датировок признано валидными и на их основе Н. В. Кинд [1974] выделила в каргинское время три потепления и разделяющие их два похолодания. В дальнейшем, хотя по-прежнему стратиграфические построения базировались на ^{14}C -датировании, одновременно производились и ревизии этих дат [Архипов и др., 1980; Архипов, 1997].

Последние 20–25 лет в связи с активным развитием методов электронного парамагнитного резонанса (ЭПР), оптически стимулированной люминесценции (ОСЛ), уран-ториевого датирования ($^{230}\text{Th}/\text{U}$) ревизия радиоуглеродных дат продолжилась, что привело к изменению взглядов на хроностратиграфию и палеогеографию верхнего неоплейстоцена Сибири. В ряде опорных разрезов отложения, коррелируемые с МИС-3, оказались отнесены к МИС-5 [Архипов, 1990; Арсланов и др., 2004; Астахов и др., 2005; Астахов, Мангеруд, 2005; Лаухин и др., 2008а, б; и др.]. Невалидность “старых” ^{14}C -возрастных данных в том числе подтвердилась получением новых теперь уже запредельных ^{14}C -датировок. Причина таких изменений связана с усовершенствованиями в практическом применении ^{14}C -метода [Арсланов и др., 2004]. Следует отметить, что получение корректных ^{14}C -датировок для отложений с возрастом, близким к пределу возможностей метода, является сложной задачей из-за возможного

влияния на определяемый возраст микропримесей современного или более молодого, чем образец, углерода. Поэтому для датирования таких отложений по возможности следует дополнительно использовать другие методы геохронометрии [Максимов, Кузнецов и др., 2010].

В настоящей статье обсуждаются новые данные комплексного геохронологического изучения органогенных отложений из разреза на Средней Оби в г. Колпашево (рис. 1). Ранее, начиная с 50-х гг. XX в., отложения в обнажении надпойменной террасы на правом берегу р. Обь в районе г. Колпашево неоднократно изучались, в том числе с применением спорово-пыльцевого анализа и ^{14}C -датирования [Марков, 1956; Гричук, 1961; Зубаков, 1972а; Архипов и др., 1973; Волкова, Михайлова, 2001; Михайлова, 2004]. По органо содержащим образцам, отобраным на разных высотах и в разных местах обнажения на протяжении не менее 4 км по правому берегу р. Обь, получены ^{14}C -датировки в интервале от нескольких тыс. лет до 45 тыс. лет. Интерес представляла центральная и нижняя части обнажения. Особенно заслуживающим внимания и проблематичным оказалось то обстоятельство, что в одном месте озерно-аллювиальные отложения имели ^{14}C -возраст 39–30 тыс. лет [Архипов и др., 1973], а в другой точке обнажения для таких же отложений получен возраст уже 46–41 тыс. лет [Зубаков, 1972а]. Цель исследования – определение (уточнение) хроностратиграфической позиции и условий формирования органогенных слоев из этой части террасы на основе

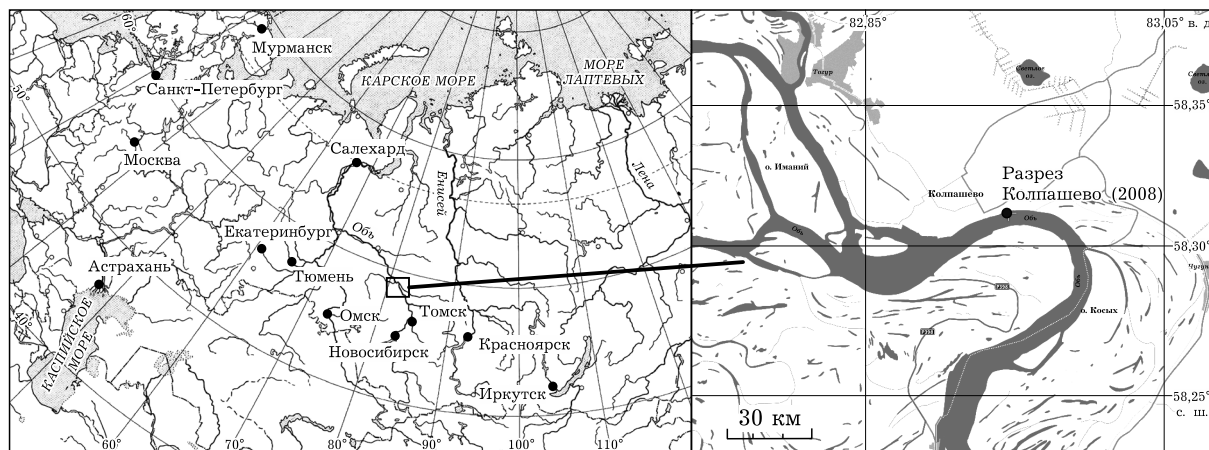


Рис. 1. Местоположение разреза Колпашево, в скобках год отбора образцов

их комплексного геохронологического изучения с применением $^{230}\text{Th}/\text{U}$, ^{14}C -методов датирования и спорово-пыльцевого анализа (СПА).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Полевые работы на обнажении в г. Колпашево проводились в 2008 г. Обнажение на правом берегу р. Обь простирается от пристани г. Колпашево вверх по течению примерно на 3,5 км до протоки Матиянга. Строение разреза изменчивое. Высота обнажения от бровки до уреза воды в р. Обь также меняется от 12–14 до 15–16 м. По сравнению с 1960–1970 гг. произошел существенный подмыв правого берега, в некоторых местах даже зафиксировано разрушение асфальто-

вой дороги. Сделана расчистка приблизительно в 0,5 км от верхнего по течению конца берегового обрыва. Полная высота обнажения в месте расчистки около 15 м. Вскрыты следующие слои сверху (от бровки) вниз (рис. 2):

Слой 1. 0–2,5 м. Супесь лессовидная.

Слой 2. 2,50–5,45 м. Переслаивание супеси серой, легкой и алеврита желтого от тонкозернистого до грубозернистого. Супесь неслоистая, алеврит тонкослоистый (мощность слойков до 1–7 мм) прекрасно отмытый и отсортированный. По простиранию это переслаивание замещается песком с прослоями супесей и/или супесями. В нижней части слоя наблюдаются криотурбации.

Слой 3. 5,45–6,35 м. Гиттия алевритистая, сверху сильно торфянистая до торфа, гори-

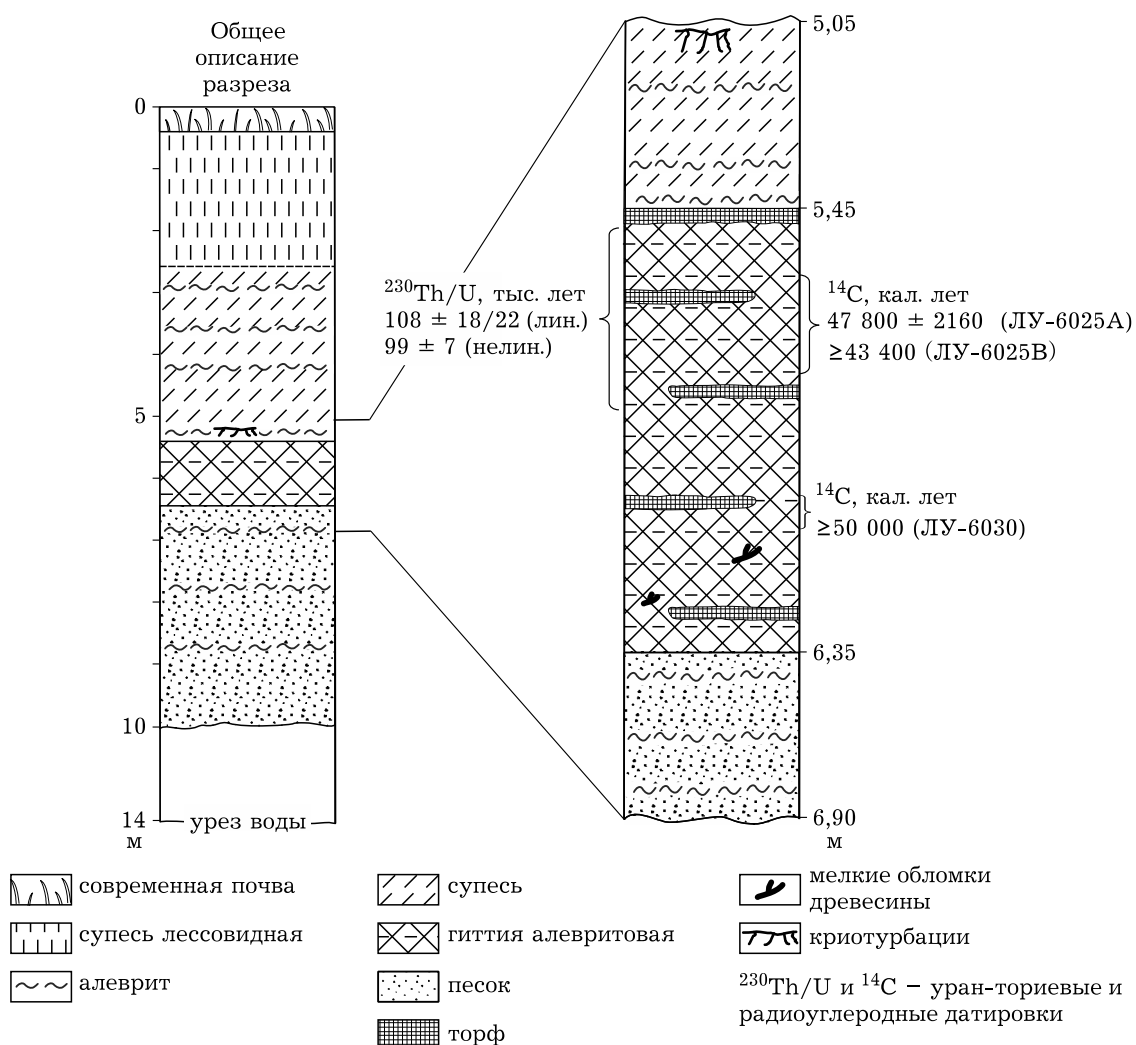


Рис. 2. Литологическое описание и количественный возраст отложений разреза на правом берегу р. Обь в г. Колпашево

зонтально- и линзовиднослоистая. До глубины 40 см от кровли слоя преобладает гиттия послойно оторфованная; ниже превалирует алеврит серый с линзами и прослоями гиттии с отдельными мелкими щепками и обломками древесины, мощность которых до 3–7 см. В подошве слоя 3 гиттия и торф залегают в виде прослоя мощностью 5–7 см. По простираанию гиттия переходит в суглинки, местами торфянистые.

Слой 4. 6,35–7,7 м (мощность видимая). Переслаивание тонкозернистого песка и алеврита. От кровли слоя 4 до глубины 40 см преобладает алеврит. Ниже залегают 5–10 см песка от ржаво-охристого до черного. Еще ниже расположен песок желтый, горизонтальнослоистый.

Наличие криотурбаций (в нижней части слоя 2) отмечено и в предыдущих описаниях [Архипов и др., 1973].

Для определения возраста ^{14}C -методом отобрано несколько образцов органогенных отложений с разных глубин из слоя 3. Датирование производилось по гуминовым кислотам из торфа, а также по остаткам древесины и растительному детриту. Применялся жидкостной сцинтилляционный метод измерения активности ^{14}C в бензоле, синтезированном из углеродсодержащих образцов [Арсланов, 1987]. Калибровка ^{14}C -датировок приведена с использованием программы CalPal2007_HULU [<http://www.calpal-online.de>].

Для датирования $^{230}\text{Th}/\text{U}$ -методом отобраны образцы через каждые 5 см из верхней наиболее органосодержащей части слоя 3. При определении $^{230}\text{Th}/\text{U}$ -возраста органогенных отложений, как правило, необходимо вводить коррекцию на детритное изотопное загрязнение, попадающее в отложения в момент их формирования. В этом случае применяют так называемые изохронные приближения, позволяющие производить коррекцию аналитических данных для набора разновозрастных образцов [Ludwig, Titterton, 1994; Geuh, 2001; Кузнецов, Максимов, 2003]. В данной работе определение $^{230}\text{Th}/\text{U}$ -возраста производилось с применением новой версии изохронного приближения [Максимов, Кузнецов, 2010; Максимов и др., 2015], включающей следующую последовательность действий:

– выполнение радиохимического анализа изотопов U и Th в образцах с использованием методик выщелачивания (L/L-модель) и полного растворения (TSD-модель);

– вычисление значений изохронно-корректированного возраста отдельно по двум моделям (L/L и TSD) для разных комбинаций образцов;

– оценка изохронного возраста на основе сравнения сходимости значений изохронно-корректированных датировок, рассчитанных для одного и того же набора образцов по L/L- и TSD-моделям.

Согласно последнему пункту предполагается, что степень сходимости L/L- и TSD-датировок свидетельствует о степени выполнимости двух предпосылок изохронного приближения [Maksimov et al., 2012]: 1) в выбранных разновозрастных образцах должна быть одна и та же величина первичного ториевого загрязнения, а значит и коррекционного индекса; 2) образцы являются закрытыми радиометрическими системами относительно изотопов урана и тория.

Значения изохронного возраста рассчитывались с использованием двух разных методик [Maksimov et al., 2006; Максимов, Кузнецов, 2010]. Согласно линейной методике коррекция изотопных отношений необходима для определения возраста производится из параметров линейных зависимостей (коррекционного индекса f), построенных по аналитическим данным. Нелинейный способ заключается в подборе значения коррекционного индекса f , для которого достигается минимальный разброс индивидуально-корректированных датировок выбранного набора образцов. Разброс выражается относительной величиной d , которая равняется отношению квадратного корня из выборочной дисперсии совокупности индивидуально-корректированных датировок к их среднеарифметическому значению [Geuh, 2001]. Применение двух методик позволяет осуществлять взаимный контроль расчетных данных.

Для спорово-пыльцевого анализа отобрано 25 проб через 10 см из гиттии с прослоями торфа (слой 3) и через 20 см из перекрывающих и подстилающих гиттию песков (слои 2 и 4). Предварительная обработка проб выполнена с применением щелочного метода Л. фон Поста (для органогенных отложений) и сепара-

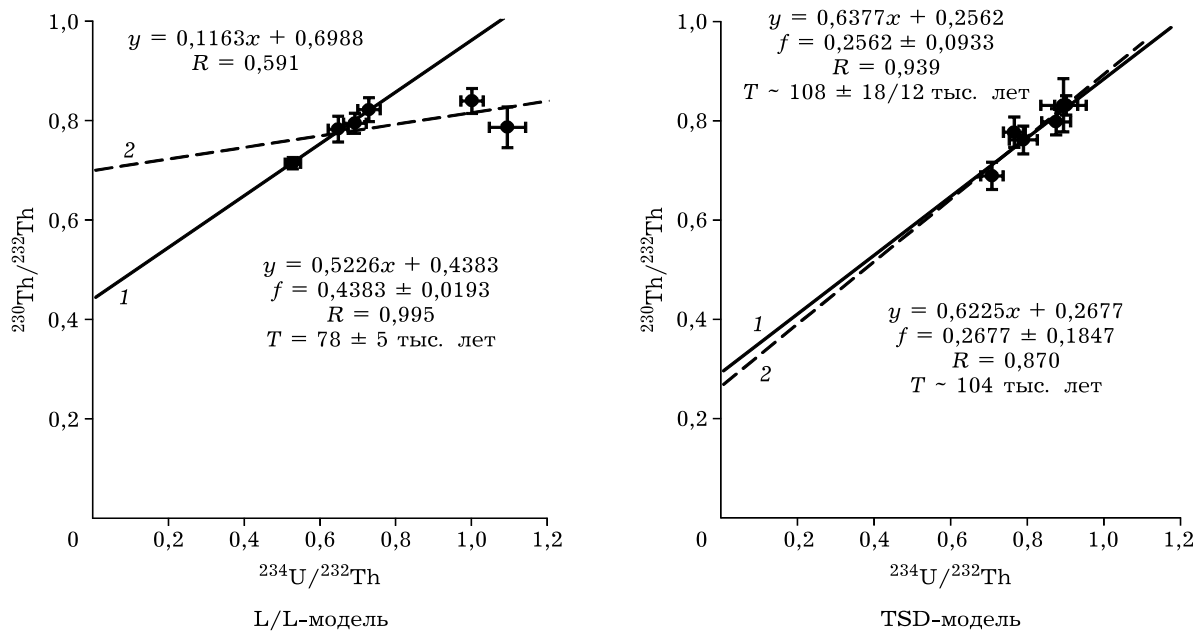


Рис. 3. Линейные зависимости в изохронных координатах, построенные по аналитическим данным отдельно для каждой из двух моделей химической обработки образцов (TSD и L/L).

1 – сплошными линиями указаны линейные зависимости по четырем образцам с глубин 5,55–5,60, 5,60–5,65, 5,75–5,80 и 5,80–5,83 м (коэффициенты линейной зависимости и возраст – в правом нижнем углу); 2 – прерывистыми линиями указаны линейные зависимости по всем шести образцам (коэффициенты линейной зависимости и возраст – в левом верхнем углу), для L/L-модели возраст определить невозможно из-за небольшого коэффициента корреляции

ционного метода В. П. Гричука (для минерогенных отложений), детально описанных в работе В. П. Гричука и Е. Д. Заклинской [1948]. На заключительной стадии анализа применена ультразвуковая очистка проб методом просеивания через сито 7 мкм. Спорово-пыльцевая диаграмма (рис. 3) построена с использованием программ Tilia, Tilia Graph и TGview [Grimm, 1993, 2004]. Процентное содержание каждого пыльцевого и спорового таксона подсчитано от общей суммы пыльцы наземных растений, за исключением водных.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты лабораторно-аналитического изучения отложений из нижней части колпашевской террасы ограничиваются интервалом 5,05–6,90 м, включающим нижние 55 см слоя 2, весь слой 3 (гиттии) и верхние 40 см слоя 4. Схематично все полученные данные отображены на рис. 2.

Получено три ^{14}C -датировки:

– по горячим гуминовым кислотам, выделенным из крупной фракции образца тор-

фа с глубины 5,60–5,73 м – $44\,200 \pm 1710$ лет, калиброванный возраст – $47\,800 \pm 2160$ лет (ЛУ-6025А);

– по горячим гуминовым кислотам, выделенным из мелкой фракции образца торфа с той же глубины 5,60–5,73 м – $\geq 39\,400$ лет, калиброванный возраст – $\geq 43\,400$ лет (ЛУ-6025В);

– по древесным остаткам и растительному детриту с глубины 6,04–6,07 м – $\geq 46\,150$ лет, калиброванный возраст – $\geq 50\,000$ лет (ЛУ-6030).

Очевидно, что ^{14}C -датирование проведено практически на пределе возможностей метода и ничтожное загрязнение могло привести к искажению возрастных данных. В ряде случаев крупная фракция образца имеет меньший ^{14}C -возраст, чем мелкая, что может вызываться проникновением корней современной растительности [Арсланов, 1987]. Поэтому вероятность омоложения образца ЛУ-6025А нельзя исключать.

Изохронное $^{230}\text{Th}/\text{U}$ -датирование проведено для отложений гиттий с глубин 5,50–5,83 м. Результаты радиохимического анализа шести образцов приведены в таблице. Расчеты L/L- и TSD-изохронно-корректирован-

Результаты радиохимического определения изотопов U и Th образцов гиттии из разреза "Колпацево"

Глубина, м	Зола, %	^{238}U	^{234}U	^{230}Th	^{232}Th	$^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$	$^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$	распадов в мин./г образца	
								Метод выщелачивания (L/L-модель)	Полное растворение (TSD-модель)
5,50-5,55	85,4	0,8382 ± 0,0191	1,0552 ± 0,0226	0,8843 ± 0,0197	1,0535 ± 0,0214	0,8380 ± 0,0259	1,2590 ± 0,0285		
5,55-5,60	90,5	0,5263 ± 0,0225	0,6617 ± 0,0262	0,7594 ± 0,0146	0,9557 ± 0,0163	1,1475 ± 0,0505	1,2573 ± 0,0595		
5,60-5,65	90,2	0,5271 ± 0,0109	0,6441 ± 0,0222	0,7773 ± 0,0194	0,9932 ± 0,0218	1,2069 ± 0,0513	1,2219 ± 0,0337		
5,65-5,70	84,1	0,4363 ± 0,0123	0,4988 ± 0,0133	0,3582 ± 0,0140	0,4554 ± 0,0157	0,7181 ± 0,0340	1,1431 ± 0,0406		
5,75-5,80	91,7	0,4329 ± 0,0171	0,5185 ± 0,0192	0,7009 ± 0,0085	0,9812 ± 0,0101	1,3517 ± 0,0528	1,1979 ± 0,0543		
5,80-5,83	88,0	0,5631 ± 0,0211	0,6817 ± 0,0241	0,7680 ± 0,0167	0,9346 ± 0,0184	1,1265 ± 0,0467	1,2106 ± 0,0500		
5,50-5,55	85,4	1,9272 ± 0,0586	2,1305 ± 0,0630	1,9645 ± 0,0339	2,3632 ± 0,0370	0,9221 ± 0,0316	1,1055 ± 0,0355		
5,55-5,60	90,5	1,5754 ± 0,0428	1,5968 ± 0,0432	1,6197 ± 0,0476	2,0842 ± 0,0539	1,0143 ± 0,0405	1,0136 ± 0,0309		
5,60-5,65	90,2	1,7501 ± 0,0692	1,7089 ± 0,0681	1,6481 ± 0,0462	2,1641 ± 0,0522	0,9644 ± 0,0470	0,9765 ± 0,0432		
5,65-5,70	84,1	1,5614 ± 0,0820	1,7983 ± 0,0900	1,6715 ± 0,0797	2,0106 ± 0,0874	0,9295 ± 0,0643	1,1517 ± 0,0741		
5,75-5,80	91,7	1,4870 ± 0,0502	1,6445 ± 0,0535	1,6007 ± 0,0495	2,3228 ± 0,0589	0,9734 ± 0,0437	1,1060 ± 0,0448		
5,80-5,83	88,0	1,6020 ± 0,0594	1,6493 ± 0,0607	1,5036 ± 0,0370	1,8844 ± 0,0412	0,9117 ± 0,0404	1,0295 ± 0,0427		

ных датировок в рамках новой версии изохронного приближения показали, что их значения оказались относительно близки для набора образцов с глубин 5,55-5,60, 5,60-5,65, 5,75-5,80 и 5,80-5,83 м. На рис. 3 представлены линейные зависимости (изохроны), построенные по аналитическим точкам (соответствующим этим образцам), и их коэффициенты (справа внизу), где коррекционный индекс f равен отрезку отсечения на оси ординат. Его значение позволяет оценить вклад первичного детритного (ториевого) загрязнения, и, таким образом, скорректировать аналитические данные. Если для L/L-модели возраст по линейной методике равен 78 ± 5 тыс. лет, то для TSD-модели дано только приблизительное значение ~ 104 тыс. лет, поскольку коэффициент корреляции линейной регрессии ($R = 0,87$) оказался недостаточным для точных вычислений.

Аналогично рассчитан изохронный возраст по нелинейной методике. На рис. 4 отображен подбор коррекционного индекса f для набора четырех образцов. Минимум на графике соответствует значению f , при котором достигается минимальный разброс между индивидуально-корректированными датировками данных образцов. Изохронный возраст, равный 77 ± 2 тыс. лет для L/L-модели и 103 ± 9 тыс. лет для TSD-модели, согласуется с данными расчетов по линейной методике.

Разброс между L/L- и TSD-изохронными датировками весьма большой, что позволяет в данном случае говорить о весьма грубой оценке $^{230}\text{Th}/\text{U}$ -возраста, полученной согласно новой версии изохронного приближения. Интересным представляется следующее обстоятельство – изохронный возраст по TSD-модели изменится незначительно, если не исключать из расчетов образцы с глубин 5,50-5,55 и 5,65-5,70 м (см. рис. 3). В этом случае для всех шести образцов значение возраста будет равно, соответственно, $108 \pm 18/12$ и 99 ± 7 тыс. лет по линейной и нелинейной методикам расчета, тогда как для L/L-модели возраст существенно изменится, а по линейной методике его даже не оценить (см. рис. 3). Причина данных расхождений может заключаться в литологической неоднородности гиттии по глубинному профилю, проявляющейся в большей степени в аналитиче-

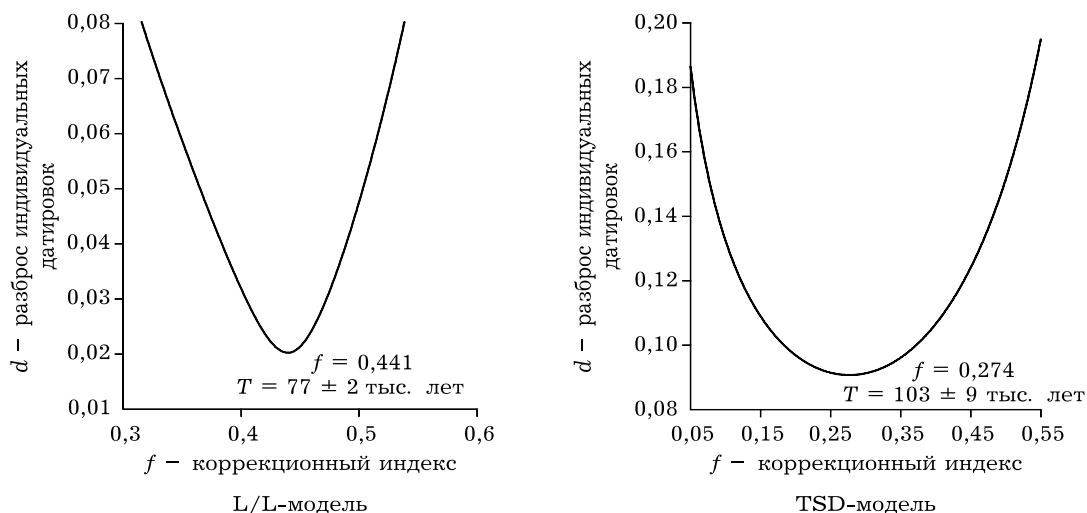


Рис. 4. Определение коррекционного индекса f , соответствующего минимальному значению величины d , характеризующей разброс индивидуально-корректированных датировок четырех образцов с глубин 5,55–5,60, 5,60–5,65, 5,75–5,80 и 5,80–5,83 м. Для каждой из моделей указан возраст

ских данных, полученных при выщелачивании образцов (L/L-модель), чем в случае их полного растворения (TSD-модель). Поэтому можно предположить, что изохронный возраст по TSD-модели является более надежным. Согласно выше представленным датировкам для этой модели $108 \pm 18/12$ тыс. лет (линейная методика расчета), 103 ± 9 и 99 ± 7 тыс. лет (нелинейная методика расчета) интервал возраста гиттий с глубин 5,50–5,83 м находится в диапазоне 110–95 тыс. лет.

Таким образом, по данным $^{230}\text{Th}/\text{U}$ радиоизотопного изучения гиттии из нижней части разреза в г. Колпашево, вероятно, отлагались в районе 100 тыс. лет назад. ^{14}C -датировка $47\,800 \pm 2160$ калиброванных лет (ЛУ-6025А) скорее всего является омоложенной, тогда как две других $\geq 43\,400$ кал. лет (ЛУ-6025В) и $\geq 50\,000$ кал. лет (ЛУ-6030) так или иначе подтверждают результаты $^{230}\text{Th}/\text{U}$ -датирования.

Спорово-пыльцевым методом изучено 25 проб. Большинство обнаруженных микрофоссилий хорошей сохранности, за исключением единичных пыльцевых зерен лещины и широколиственных пород (вяз и дуб). Следует отметить присутствие в незначительном количестве (не более 6 %) во всех образцах пыльцы и спор дочетвертичного возраста, а также единичные зерна *Tsuga*, *Plex*, *Juglans*, *Osmunda*.

На спорово-пыльцевой диаграмме можно выделить шесть зон (рис. 5).

Палинозона Kol-1 (глубина 6,90–6,30 м). Данная зона характеризуется низким содержанием пыльцы и спор (около 30 зерен), что является недостаточным для статистической обработки и поэтому на диаграмме единичные таксоны не представлены. Можно отметить, что в группе древесно-кустарниковых пород присутствуют единичные зерна пыльцы *Betula sect. Albae* и *Pinus s/g Haploxyylon*, а травянистых растений – Poaceae и Chenopodiaceae. По-видимому, данная зона характеризует условия менее благоприятные, чем современные.

Палинозона Kol-2, *Picea* (глубина 6,30–5,75 м). Резко возрастает количество пыльцы *Picea* до 30–80 %, содержание пыльцы *Pinus* колеблется от 5 до 20 %, *Betula sect. Albae* – от 3 до 10 %. В незначительном количестве (менее 1 %) присутствует пыльца *Larix*, *Betula sect. Nanae*, *Alnus*. Термофильная флора, представленная единичными зернами пыльцы *Corylus*, *Quercus* и *Ulmus* встречается спорадически. Почти все обнаруженные пыльцевые зерна широколиственных пород плохой сохранности (мелкие, смятые). В группе травянистых растений, общее количество которых составляет от 10 до 40 %, доминирует пыльца Cyperaceae и Poaceae. Споры растений представлены Bryales, Polypodiaceae и *Botrychium*.

Спорово-пыльцевые спектры отражают растительность лесного типа с господством в них ели.

Палинозона Kol-3, *Syringaceae* (глубина 5,75–5,45 м). Резко меняется общий состав спорово-пыльцевых спектров – возрастает содержание пыльцы трав до 80 %. Основным компонентом спектров становится пыльца *Syringaceae* (40–50 %) и *Roaceae* (15–20 %), в группе древесных пород по-прежнему доминирует пыльца *Picea*, но ее количество не превышает 20 %, а пыльцы *Pinus* и *Betula sect. Albae* – 5 %. В группе споровых растений значительных изменений не фиксируется.

По-видимому, характерно распространение лесостепных ландшафтов, в которых преобладала злаково-осоковая травянистая растительность.

Палинозона Kol-4, *Pinus – Picea* (глубина 5,45–5,30 м). Состав спектров вновь резко меняется – увеличивается количество пыльцы древесных пород с 25 до 45 %. Преобладает пыльца *Pinus*, затем *Picea* и *Betula sect. Albae*, отмечены единичные зерна *Abies*, *Corylus*, *Alnus*, *Quercus* и *Ulmus*. В группе трав по-прежнему преобладает пыльца *Syringaceae* и *Roaceae*. В группе споровых наблюдается увеличение спор *Bryales*. Отмечается резкое возрастание (с 2 до 13 %) пыльцы и спор переложенных дочетвертичных растений (*Redeposed*).

Состав спектров свидетельствует о распространении северотаежных сосново-еловых лесов с участием березы.

Палинозона Kol-5, *Pinus – Betula* (глубина 5,30–5,15 м). Кривая содержания пыльцы древесных пород возрастает до 60 %, за счет увеличения пыльцы *Pinus* (до 30 %) и *Betula sect. Albae* (20 %) и снижения – *Picea* (до 1 %). Здесь же в незначительном количестве фиксируется пыльца *Corylus*, *Alnus*, *Quercus* и *Ulmus*. Среди травянистой растительности преобладают *Syringaceae* и *Roaceae*, среди споровых – *Bryales*.

Наибольшее распространение получили северотаежные сосновые и березово-сосновые леса.

Палинозона Kol-6, *Syringaceae – Bryales* (глубина 5,15–5,05 м). В спорово-пыльцевых спектрах доминирует пыльца *Syringaceae*, *Roaceae* и споры *Bryales*. Содержание остальных компонентов спектра резко сокращает-

ся. Общая сумма пыльцы древесных пород не превышает 25 %.

На спорово-пыльцевой диаграмме обращает на себя внимание абсолютное господство пыльцы ели в нижней и центральной частях слоя гиттии (палинозона Kol-2). Это обстоятельство может свидетельствовать об увлажнении климата и увеличении осадков. Ель произрастает в условиях нежаркого лета и умеренно холодной зимы с обильным снежным покровом в течение наиболее холодного периода [Толмачев, 1954]. Ход развития кривой процентного содержания пыльцы ели аналогичен таковому на спорово-пыльцевой диаграмме этого же разреза, но изученного ранее [Гричук, 1961].

Состав спорово-пыльцевых спектров палинозон Kol-2 и Kol-3 свидетельствует о том, что условия формирования гиттии не оставались постоянными. На глубине 5,75 м фиксируется резкое изменение в составе спектров, которые характеризуют смену лесных формаций с господством ели лесостепными, в которых доминируют злаково-осоковые группировки растительности.

Основным критерием для выделения казанцевского межледниковья Западной Сибири является присутствие в спорово-пыльцевых спектрах пыльцы широколиственных пород [Гуртовая, Кривоногов, 1988]. Однако в нашем случае пыльца широколиственных пород представлена единичными, мелкими и поврежденными зернами. Их наибольшее количество встречено в верхней части разреза, которая представлена супесями и алевритами, а не в гиттии. Кроме того, в палинозоне Kol-2 отмечаются единичные зерна пыльцы лиственницы. Исходя из этого, можно предположить, что во время формирования центральной и нижней частей гиттии широко распространились лесные среднетаежные ландшафты с господством в них ели, а климатические условия, по-видимому, являлись близкими к современным, но не теплее.

ОБСУЖДЕНИЕ

Ранее для нижней части надпойменной террасы на правом берегу р. Обь в г. Колпашево опубликованы следующие результаты. Для озерно-аллювиальных слоев и подстила-

ющих их торфяничков, гиттий, слабо-гумусированной лугово-болотной почвы получены ^{14}C -датировки в диапазоне 38–26 тыс. лет [Архипов и др., 1973; Каталог..., 1985]. Также опубликована ^{14}C -датировка $45\,000 \pm 600$ лет (ЛГ-42) по образцу древесины из песка ниже слоя иловатого темного-серого суглинка (мощностью от 0,6 м до нескольких метров) в обнажении в 1,5 км выше пристани г. Колпашево [Зубаков, 1972а].

Описание разреза колпашевской террасы в г. Колпашево производилось неоднократно [Нагорский, 1951; Марков, 1956; Мизеров, 1961; Земцов, 1965; Зубаков, 1972а; Архипов и др., 1973; и др.] и в целом схематично может сопоставляться с исследованной расчисткой. Своеобразным маркером можно считать криотурбации, отмеченные в разных точках обнажения выше старичных или озерно-аллювиальных отложений, характерных для центральной и нижней частей террасы (также наблюдаемых и в данной расчистке). То есть слой гиттии в расчистке авторов может условно сопоставляться со старичным темно-серым суглинком [Зубаков, 1972а] или с торфяничками и гиттиями в озерно-аллювиальных слоях [Архипов и др., 1973]. Однако по приведенным данным количественный возраст отложений гиттии свидетельствует о времени ее формирования во время МИС-5. Тогда как ранее изучавшиеся отложения имели конечные ^{14}C -датировки и соответственно могли относиться к МИС-3.

Палеоботанические данные, полученные еще в 1950–1960-х гг. [Гричук, 1961], характеризуют несколько фаз развития растительности во время формирования аллювиальных и болотных отложений (по высоте примерно в центре террасы), которые в той или иной степени сопоставимы с полученными результатами спорово-пыльцевого анализа. Как уже отмечалось, особенно обращает на себя внимание большое сходство кривых процентного содержания пыльцы ели, а также суммы пыльцы древесных пород. Также для обеих спорово-пыльцевых диаграмм достаточно близко распределение содержания пыльцы древовидной березы. Карликовая береза появляется только в верхней части каждой из диаграмм. Вместе с тем наблюдаются и отличия – в исследованных спектрах меньше

пыльцы пихты (которая практически отсутствует) и широколиственных пород. Однако следует отметить, что, по данным М. П. Гричук [1961] их содержание незначительно. В целом же спектры трех фаз развития лесов I, II, III, выделенных М. П. Гричук [1961], примерно соответствуют спектрам палинозон Kol-2 и Kol-3, которые характеризуют условия формирования гиттий.

По мнению В. А. Зубакова [1972а, б] колпашевское потепление, выделенное по данным палинологического анализа, может сопоставляться:

- с каргинским межстадиалом, если судить по ^{14}C -датировкам, полученным в 70-х гг. XX в.;

- с казанцевским межледниковьем, как считает В. П. Гричук [1961];

- с ранневюрмским межстадиалом (коррелирующим, вероятно, с брерупским межстадиалом в Западной Европе).

Согласно полученным датировкам первый вариант исключается.

После изучения отложений колпашевской террасы в 1960–1970-х гг. [Гричук, 1961; Зубаков, 1972а] новые палинологические данные были получены значительно позже [Волкова, Михайлова, 2001; Михайлова, 2004]. В последней работе для интервала от 13,0 м до 4,5 м изучено всего 17 образцов. Из-за большего интервала отбора сопоставление этих данных со спорово-пыльцевой диаграммой авторов провести достаточно сложно. Можно только отметить, что спектры пяти самых нижних образцов из иловатых суглинков в какой-то степени могут коррелировать с верхней частью диаграммы. При этом снизу вверх соблюдается очередность возрастания процентного содержания сначала пыльцы ели, а потом березы. На основании изучения субрецентных спорово-пыльцевых спектров поверхностных проб вблизи разреза Колпашево и их корреляции с ископаемыми установлено, что спектры двух самых нижних образцов отражают южную тайгу, а трех образцов выше – среднюю [Михайлова, 2004]. Последнее согласуется с полученными данными об условиях формирования нижней и средней частей гиттии. Однако на основании ^{14}C -датировок 1970-х гг. иловатые суглинки отнесены к каргинскому горизонту [Волкова, Михайлова, 2001; Михайлова, 2004].

Обобщая палеоботанические данные, полученные в разные годы по отложениям колпашевской террасы, можно сделать следующее заключение. Озерно-аллювиальные отложения, к которым можно отнести темно-серые суглинки [Зубаков, 1972а], торфяники и гиттии [Архипов и др., 1973], иловатые суглинки [Волкова, Михайлова, 2001] и, наконец, алевритистые гиттии со слоями торфа из изученного разреза, отлагались в климатических условиях, близких к современным. Согласно новым хронометрическим данным время формирования этих отложений может относиться к МИС-5, а не к среднему вюрму (МИС-3), как предполагалось ранее.

Обращает на себя внимание определенное сходство геохронологических данных, представленных в настоящей работе, с результатами изучения известного разреза Кирьяс, расположенного в Сургутском Приобье на левом берегу р. Обь по протоке Кирьяс. Характерный черный торф из центра обнажения в 1970-х гг. получил конечные ^{14}C -датировки [Архипов и др., 1973, 1980]. Значительно позже уже в начале XXI в. этот же слой торфа из разреза Кирьяс исследован авторами с применением $^{230}\text{Th}/\text{U}$, ^{14}C и палеоботанических методов [Лаухин и др., 2008б]. На основе вышеизложенной новой версии изохронного приближения [Максимов, Кузнецов, 2010] получены хорошо согласующиеся между собой $^{230}\text{Th}/\text{U}$ изохронные датировки по L/L- и TSD-моделям с учетом погрешностей в интервале 109–101 тыс. лет и ^{14}C -возраст $\geq 60,7$ тыс. лет.

Динамика изменения растительности во время накопления черного торфа, реконструированная по данным спорово-пыльцевого анализа [Лаухин и др., 2008б] в общих чертах очень напоминает палеоботанические данные, представленные в настоящей работе для гиттий и перекрывающих их отложений разреза Колпашево. Ход кривых содержания пыльцы древесных пород, в том числе ели и березы, достаточно близок. По определениям В. П. Никитина ископаемая флора из торфа характеризует растительность среднетаежной зоны Западной Сибири, т. е. климатические условия во время формирования торфа походили на современные [Архипов и др., 1980]. Позднее, по новым палеоботаническим

данным, предположено, что климат мог оказаться холоднее современного, что в совокупности с хронометрическими данными позволило отнести время торфонакопления к межстадиалу бреруп [Лаухин и др., 2008б]. Как уже отмечалось выше, о брерупском межстадиале упоминал В. А. Зубаков [1972б], имея в виду низы колпашевского разреза. В 1970-х гг. возраст этого межстадиала оценивался около 59–60 тыс. лет [Кинд, 1974], уже позже возраст пересматривался [Beaulieu, Reille, 1984], в итоге он переместился в МИС-5с [Dansgaard et al., 1993].

Таким образом, радиоизотопный возраст и условия накопления черного торфа из разреза Кирьяс и колпашевских гиттий достаточно близки. Это позволяет предположить, что гиттии и перекрывающие их отложения в разрезе в г. Колпашево формировались в межстадиальных условиях, соответствующих межстадиалу бреруп. С другой стороны, возможна и несколько иная интерпретация, по которой гиттии отлагались на завершающих неоптимальных этапах казанцевского межледниковья, возрастные границы которого в последнее время скоррелированы не с МИС-5е, а со всей пятой стадией [Гусев и др., 2016].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках комплексного геохронологического изучения получены новые данные о количественном возрасте и условиях формирования гиттий из центра обнажения II надпойменной террасы на правом берегу р. Обь в г. Колпашево. На основе применения новой версии изохронного приближения $^{230}\text{Th}/\text{U}$ -метода для гиттий с глубины 5,50–5,83 м получен достаточно широкий интервал возраста 112–75 тыс. лет. Более надежной оценкой, по всей видимости, является $^{230}\text{Th}/\text{U}$ изохронный возраст, рассчитанный по TSD-модели, с учетом погрешностей охватывающий диапазон времени 110–95 тыс. лет назад. С определенными оговорками результаты ^{14}C -датирования гиттий не противоречат этим данным.

Результаты спорово-пыльцевого анализа свидетельствуют о том, что гиттии формировались в разных условиях. Нижняя и центральная части слоя гиттий отлагались при

распространении лесных среднетаежных ландшафтов с господством в них ели в климатических условиях, близких современным, но не теплее. Верхняя часть слоя гиттий формировалась при доминировании лесостепных ландшафтов.

Растительные комплексы, реконструируемые во время формирования гиттий, в целом сопоставляются с более ранними палеоботаническими исследованиями озерно-аллювиальных отложений нижней половины террасы на правом берегу р. Обь в г. Колпашево. По разным оценкам условия фиксируемого потепления свидетельствовали о межстадиальном или даже о межледниковом климате. Наличие конечных ^{14}C -датировок предполагало принадлежность этого теплого интервала к каргинскому времени или к МИС-3, хотя уже тогда возникали сомнения в этом. Новые геохронометрические данные в той или иной степени проясняют этот вопрос. По данным авторов гиттии, по всей видимости, формировались в интервале, сопоставляемом с МИС-5с, в условиях, близких к современным. Это могло происходить во время межстадиала, коррелируемого с брерупом в Западной Европе, или в конце казанцевского межледниковья.

Часть работы выполнена при поддержке гранта СПбГУ № 18.40.68.2017.

ЛИТЕРАТУРА

- Арсланов Х. А. Радиоуглерод: геохимия и геохронология. Л.: Ленигр. гос. ун-т, 1987. 300 с.
- Арсланов Х. А., Лаухин С. А., Максимов Ф. Е., Кузнецов В. Ю., Величkevич Ф. Ю., Санько А. Ф., Шилова Г. Н., Чернов С. Б. Бедоба – опорный разрез казанцевского горизонта в Центральной Сибири // ДАН. 2004. Т. 396, № 6. С. 796–799.
- Архипов С. А., Фирсов Л. В., Панычев В. А., Орлова Л. А. Новые данные по стратиграфии и геохронологии террас Средней Сибири // Плейстоцен Сибири и смежных областей. Новосибирск: Наука, 1973. С. 21–33.
- Архипов С. А., Астахов В. И., Волков И. А., Панычев В. А. Палеогеография Западно-Сибирской равнины в максимум позднезырянского оледенения. Новосибирск: Наука, 1980. 109 с.
- Архипов С. А. Объяснительная записка к региональной стратиграфической схеме Западно-Сибирской равнины. Новосибирск: ИГиТ СОАН СССР, 1990. 95 с.
- Архипов С. А. Хронология геологических событий позднего плейстоцена Западной Сибири // Геол. и геофиз. 1997. Т. 38, № 12. С. 1863–1884.
- Астахов В. И., Арсланов Х. А., Максимов Ф. Е., Кузнецов В. Ю., Разина В. В., Назаров Д. В. Возраст межледникового торфяника на Нижней Оби // ДАН. 2005. Т. 401, № 1. С. 95–99.
- Астахов В. И., Мангеруд Я. О возрасте каргинских слоев на Нижнем Енисее // Там же. 2005. Т. 403, № 1. С. 1–4.
- Волкова В. С., Михайлова И. В. Природная обстановка и климат в эпоху последнего (сарганского) оледенения Западной Сибири (по палинологическим данным) // Геол. и геофиз. 2001. Т. 42, № 4. С. 678–690.
- Гричук В. П., Заклинская Е. Д. Анализ ископаемых пыльцы и спор и его применение в палеогеографии. М.: Географиз, 1948. 175 с.
- Гричук М. П. Об основных чертах развития природы южной части Западно-Сибирской низменности и стратиграфическом расчленении четвертичных отложений: мат-лы Всесоюз. совещ. по изучению четвертичного периода. М.: Изд. АН СССР, 1961. Т. III: Четвертичные отложения Азиатской части СССР. С. 52–53.
- Гуртовая Е. Е., Кривоногов С. К. Фитологическая характеристика континентальных отложений казанцевского горизонта // Микрофитофоссилии и стратиграфия мезозоя и кайнозоя Сибири. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1988. С. 69–91.
- Гусев Е. А., Молодьков А. Н., Стрелецкая И. Д., Васильев А. А., Аникина Н. Ю., Бондаренко С. А., Дервянко Л. Г., Куприянова Н. В., Максимов Ф. Е., Полякова Е. И., Пушина З. В., Степанова Г. В., Облогов Г. Е. Отложения казанцевской трансгрессии (МИС-5) Енисейского севера // Геол. и геофиз. 2016. № 4. С. 743–757.
- Земцов А. А. Стратиграфия четвертичных отложений Среднего Приобья // Основные проблемы изучения четвертичного периода. М.: Наука, 1965. С. 37–43.
- Зубаков В. А. Новейшие отложения Западно-Сибирской низменности. Л.: Наука, 1972а. 312 с.
- Зубаков В. А. Палеогеография Западно-Сибирской низменности в плейстоцене и позднем плиоцене. Л.: Наука, 1972б. 198 с.
- Зубаков В. А. Приобская Сибирь // Геохронология СССР. Л.: Недра, 1974. Т. 3. С. 187–209.
- Каталог радиоуглеродных дат / сост. Л. В. Фирсов, В. А. Панычев, Л. А. Орлова. Новосибирск: ИГиТ СОАН СССР, 1985. 88 с.
- Кинд Н. В. Геохронология позднего антропогена по изотопным данным. М.: Наука, 1974. 255 с.
- Кузнецов В. Ю., Максимов Ф. Е. Новый подход к геохронологии межледниковых отложений Русской равнины на основе уран-ториевого метода датирования погребенного торфа // ДАН. 2003. Т. 392, № 6. С. 802–806.
- Лаухин С. А., Арсланов Х. А., Максимов Ф. Е., Кузнецов В. Ю., Шилова Г. Н., Величkevич Ф. Ю., Чернов С. Б., Никоноров Я. А. Новое обнажение погребенного торфяника казанцевского возраста в низовьях Иртыша // Там же. 2008а. Т. 418, № 5. С. 650–654.
- Лаухин С. А., Максимов Ф. Е., Арсланов Х. А., Кузнецов В. Ю., Чернов С. Б., Шилова Г. Н., Величkevич Ф. Ю. Геохронология и ландшафтно-климатические условия раннезырянского межстадиала // Там же. 2008б. Т. 420, № 5. С. 683–686.
- Максимов Ф. Е., Кузнецов В. Ю. Новая версия $^{230}\text{Th}/\text{U}$ -датирования верхне- и среднеледниковых

- отложений // Вестн. СПбГУ. Сер. 7. 2010. Вып. 4. С. 94–107.
- Максимов Ф. Е., Зарецкая Н. Е., Шеботинов В. В., Кузнецов В. Ю., Успенская О. Н., Григорьев В. А., Кукаса К. А. Новые возможности радиоизотопного датирования погребенных органических четвертичных отложений (на примере разреза Курьядор, долина верхней Вычеды) // ДАН. 2015. Т. 462, № 6. С. 681–685.
- Марков К. К. К истории природы Западно-Сибирской низменности в четвертичном периоде // Академику В. Н. Сукачеву к 75-летию со дня рождения. Изд-во Ботан. о-ва АН СССР, 1956. С. 363–373.
- Мизеров Б. В. К материалам по сопоставлению четвертичных отложений ледниковой и внеледниковой зон восточной части Западно-Сибирской низменности: решения и тр. Межведомств. совещ. по доработке и уточнению унифицированной и корреляционных схем Западно-Сибирской низменности. Л.: Гостехиздат, 1961. С. 352–368.
- Михайлова И. В. История развития растительности и климата Среднего Приобья в позднем плейстоцене (по данным палинологических исследований) // Приложение к журн. “Геология и геофизика”. 2004. Т. 45, С. 209–217 (Новости палеонтологии и стратиграфии. Вып. 6–7.).
- Нагорский М. П. Геологическая карта масштаба 1 : 1 000 000. Объяснительная записка к листу 0-44 (Колпашево). Гостехиздат, 1951.
- Толмачев А. И. К истории возникновения и развития темнохвойной тайги. М.; Л.: Изд. АН СССР, 1954.
- Beaulieu J.-L. de, Reille M. The pollen sequence of Les Échets (France): A new element for the chronology of the Upper Pleistocene // Géographie Physique et Quaternaire. 1984. Vol. 38, N 1. P. 3–9.
- Dansgaard W., Johnsen S. J., Clausen H. B., Dahl-Jensen D., Gundestrup N. S., Hammer C. U., Hvidberg C. S., Steffensen J. P., Sveinbjörnsdóttir A. E., Jouzel J., Bond G. Evidence for general instability of past climate from a 250-kyr ice-core record // Nature. 1993. Vol. 364. P. 218–220.
- Geyh M. A. Reflections on the $^{230}\text{Th}/\text{U}$ dating of dirty material // Geochronometria. 2001. Vol. 20. P. 9–14.
- Grimm E. C. TILIA 2.0 Version b4 (Computer Software). Illinois State Museum, Research and Collections Center, Springfield. 1993.
- Grimm E. C. TGView. Illinois State Museum, Research and Collections Center, Springfield. 2004.
- Ludwig K. R., Titterton D. M. Calculation of $^{230}\text{Th}/\text{U}$ isochrons, ages, and errors // Geochim. Cosmochim. Acta. 1994. Vol. 58, N 22. P. 5031–5042.
- Maksimov F., Arslanov Kh., Kuznetsov V., Chernov S. $^{230}\text{Th}/\text{U}$ and ^{14}C dating of Upper and Middle Pleistocene Interglacial and Interstadial organic deposits from the East-European Plain and Siberia // Pleistocene Environments in Eurasia Chronology, Paleoclimate and Teleconnection. INTAS Final Workshop. Hannover, Germany. 2–3 November, 2006. P. 34–38.
- Maksimov F. E., Laukhin S. A., Arslanov Kh. A., Kuznetsov V. Yu., Shilova G. N. First $^{230}\text{Th}/\text{U}$ date of Middle Pleistocene peat bog in Siberia (key section Krivosheino, Western Siberia) // Geochronometria. 2012. Vol. 39, N 4. P. 241–251.

New Data on Age and Conditions of Buried Organic-Rich Sediments Formation in the Central Ob River

F. E. MAKSIMOV¹, L. A. SAVELIEVA¹, S. A. LAUKHIN^{2,3,4}, V. Yu. KUZNETSOV¹,
Kh. A. ARSLANOV¹, A. Yu. PETROV¹, V. A. GRIGORIEV¹, S. B. LEVCHENKO¹

¹ Saint-Petersburg State University
199034, St. Petersburg, Universitetskaya emb., 7-9
E-mail: maksimov-fedor@yandex.ru

² Sergo Ordzhonikidze Russian State Geological Prospecting University
117997, Moscow, Miklukho-Maklay str., 23

³ National Research University Moscow State University of Civil Engineering
129337, Moscow, Yaroslavskoe Shosse, 26

⁴ Earth Cryosphere Institute, SB RAS
625026, Tyumen, Malygina str., 86

The article presents results of a comprehensive geochronological study of gyttja sediments from a profile located on a terrace above flood-plain on the right bank of the Ob River near Kolpashvevo Town. The Th/U dating of the gyttya yielded in ages in the range of 110–95 kyr. The results of the spore-pollen analysis suggest that the gyttja layer was formed in widespread middle taiga forest landscapes, with a dominance of spruce and that the climatic conditions were similar to modern. We assume that gyttja was formed in the interstadial time during MIS-5c or at the end of the Kazantsevo interglacial during the MIS-5e.

Key words: $^{230}\text{Th}/\text{U}$ and ^{14}C dating, palynology, interstadial and interglacial conditions.