



## МОРФОСКОПИЯ ПЕСЧАНЫХ КВАРЦЕВЫХ ЗЕРЕН И МИКРОСТРОЕНИЕ ВЕРХНЕПЛЕЙСТОЦЕНОВЫХ ЛЕССОВ ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ, РАЗРЕЗ ЛОЖОК

А. О. Сизикова, В. С. Зыкина

Изучены верхнеплейстоценовые лессовые отложения стратотипического разреза Ложок лессо-почвенной последовательности Новосибирского Приобья. Приведены результаты исследования методом морфоскопии и морфометрии песчаных кварцевых зерен, показавшие, что изученные лессы формировались эоловым путем в периоды глубокого похолодания и аридизации климата. Рассмотрено микроморфологическое строение горизонтов лессов, наличие криогенных процессов подтверждено кольцевым распределением минерального скелета. На основании комплекса полученных данных сделан вывод о формировании изученных верхнеплейстоценовых горизонтов лессов в условиях перигляциальной обстановки, т. е. сухих холодных пустынь.

**Ключевые слова:** лесс, лессо-почвенная последовательность, поздний плейстоцен, палеогеография, морфоскопия кварцевых зерен, микроморфология, юг Западной Сибири.

## SAND QUARTZ GRAIN MORPHOSCOPY AND MICROSTRUCTURE OF LATE PLEISTOCENE LOESSES OF THE SOUTH OF WESTERN SIBERIA, LOZHOK SECTION

А. О. Sizikova, V. S. Zykina

Late Pleistocene loess deposits of the stratotype Lozhok section of loess-soil sequence of Novosibirsk Priobye are studied. Given study results using morphoscopy method and sand quartz grains morphometry showed that examined loesses were formed by aeolian processes in periods of deep cooling and aridization of climate. Micromorphological structure of loess horizons is considered, the presence of cryogenic processes is corroborated by ring distribution of grains framework. Based on the complex of data obtained it is concluded that the formation of studied Late Pleistocene loess layers occurred in conditions of periglacial environment, i. e. in arid cold deserts.

**Keywords:** loess, loess-soil sequence, Late Pleistocene, paleogeography, sand quartz grains morphoscopy, micromorphology, South of Western Siberia.

Вопрос о происхождении лессов всегда интересовал исследователей четвертичного периода. Более чем за вековую историю изучения лессов было предложено немало различных гипотез их происхождения. Несмотря на то что в настоящее время большинство исследователей субэразальных отложений принимают эоловую гипотезу генезиса лессовых отложений, единого мнения о климатических условиях их образования нет: большинство специалистов считает, что лессы образовывались в ледниковые периоды и стадии в криоаридных условиях [1, 6, 9], но другие придерживаются позиции, что лессонакопление происходило в стадию терминации оледенений [10].

Разрез Ложок впервые изучен и выделен в качестве стратотипа для верхнеплейстоценовых отложений лессо-почвенной последовательности Новосибирского Приобья И. А. Волковым [3]. Позже разрез детально изучался В. С. Зыкиной и др. [8], особое внимание было уделено погребенным почвам верхнего плейстоцена, а лессовые горизонты рассматривались в качестве материнских пород почв. Целью исследования являлось получение достоверной информации о природной среде в течение холодных эпох последних 130000 лет

и об условиях, которые сопровождали процессы лессонакопления. Комплекс применявшихся методов включал в себя морфоскопию и морфометрию песчаных кварцевых зерен, изучение микростроения, детальный гранулометрический анализ и расчет средних скоростей осадконакопления [14].

### Стратиграфия и геологическое строение разреза

Разрез находится в карьере на правом берегу р. Обь, близ Искитима, в верхней части западного склона долины р. Шипуниха, в 1,5 км западнее ст. Ложок, справа от федеральной трассы М52.

Сверху вниз выделяются следующие слои.

1. *Современная почва* (0–0,9 м) – чернозем выщелоченный, представленный горизонтами А, АВ, В1, В2, граница вскипания с 65 см.

2. *Баганский лесс* (bg, 0,9–2,0 м) выделен в составе сартанского горизонта и соответствует МИС-2. Залегает непосредственно под голоценовым почвенным покровом. Представлен желтовато-серым с белесым оттенком лессовидным суглинком, хорошо сортированным, уплотненным, ожелезненным, в сухом состоянии вертикально трещиноватым. Встречаются карбонатный псевдомицелий и марганцовистый крап, редкие ходы корней растений. Переход к нижележащему гори-

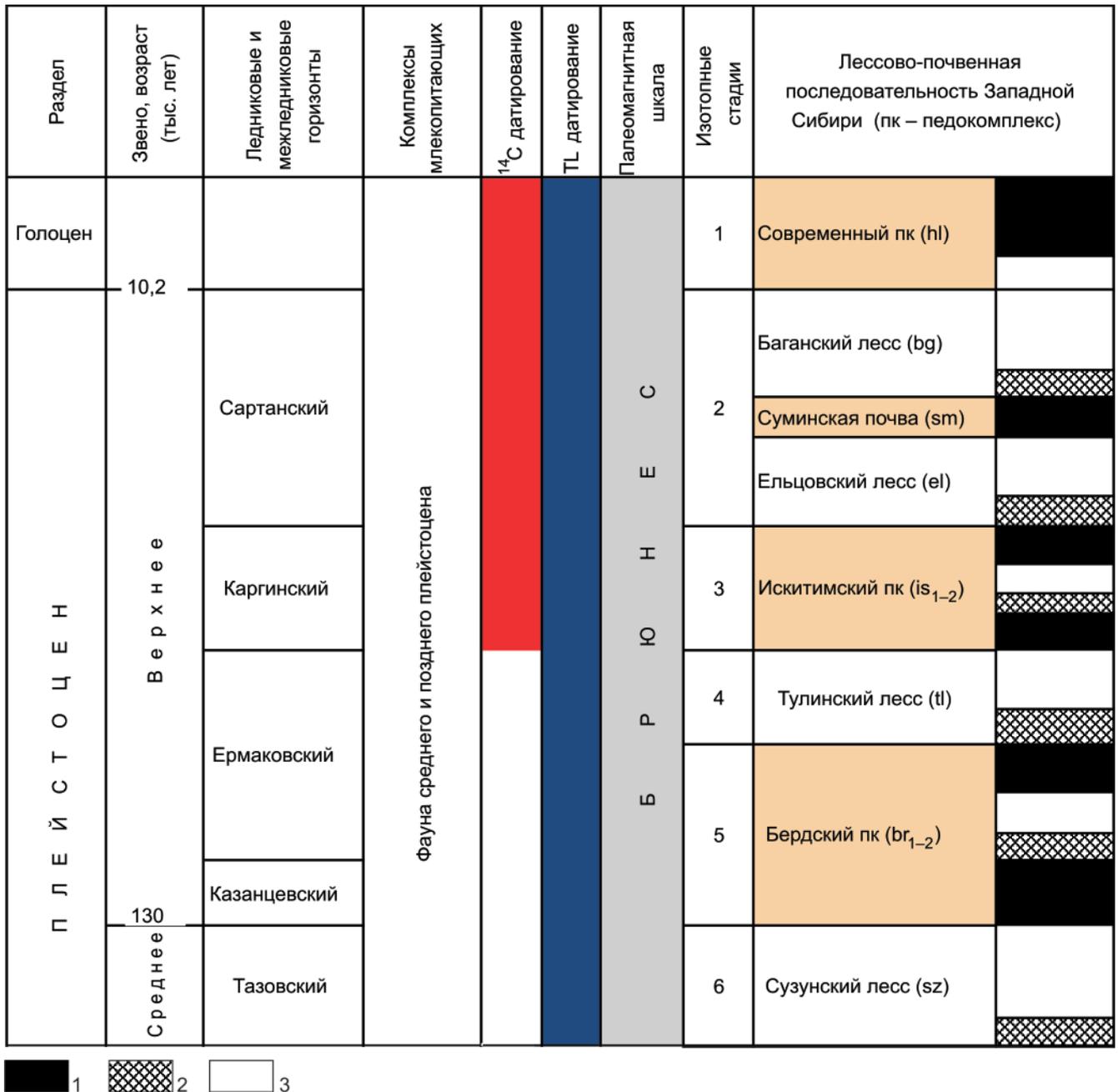


Рис. 1. Стратиграфическая схема лессово-почвенной последовательности плейстоцена юга Западной Сибири [9]  
1 – гумусовый горизонт почвы; 2 – криогенные образования; 3 – лессы

зону заметен по цвету и плотности, граница ровная. Мощность 1,1 м.

В стратиграфической схеме субэдральных отложений Западной Сибири под баганским лесом располагается суминская почва (рис. 1). В изученном разрезе она отсутствует, поэтому баганский лесс залегает непосредственно на горизонте ельцовского лесса.

3. *Ельцовский лесс (el, 2,0–2,85 м)* формировался в первую половину сартанского оледенения. В разрезе представлен суглинком коричневатого-серым, пористым, уплотненным, карбонатным, ожеженным. Отмечается увеличение содержания карбонатов в верхней части слоя. Встречаются марганцовистый крап и полоски, оглеение в виде пятен, ходы корней растений. В основании

слоя находится прослой щебня толщиной до 1 см. Выше располагаются узкие (до 1,5 см) линзочки и тонкие прослои глинистого песка совместно с кварцевым и очень мелкой галькой. Переход к нижележащему слою резкий, заметен по цвету и плотности. Мощность лесса 0,85 м. По стратиграфической схеме и в разрезе горизонт ельцовского лесса залегает на образованиях каргинского интерстадиала (МИС-3), представленных нижней и верхней искитимской почвами (см. рис. 1).

4. *Верхняя искитимская почва (is<sub>2</sub>)* в разрезе представлена горизонтом BC<sub>Ca</sub> (2,85–2,95 м) – желтовато-серым лессовидным суглинком с зеленоватым оттенком, плотным, хорошо сортированным, пористым. Встречаются карбонатный псевдомицелий по ходам растений и порам, же-



лезистый и марганцовистый крап. В слое отмечены обломки кварца и других минералов размером 0,5–1,5 см. В верхней части суглинок разбит трещинами усыхания шириной 1–10 см и глубиной до 12 см, которые заполнены материалом из слоя 3. Мощность горизонта  $BC_{Ca}$  0,1 м, Переход заметный по цвету. В Новосибирском Приобье на междуречье Шипунихи и Койнихи (разрезы Ложок и Мраморный) для верхней искитимской почвы получены даты, характеризующие время ее вторичных изменений:  $19,4 \pm 0,8$  (СОАН-164) и  $21,7 \pm 0,9$  тыс. лет назад (СОАН-12) [2].

*Нижняя искитимская почва* ( $is_1$ , 2,95–3,4 м) представлена гумусовым горизонтом (А) – суглинком тяжелым темно-серым с коричневатым оттенком мощностью 0,25 м, иллювиальным горизонтом (В) – желтовато-коричневым суглинком мощностью 0,5 м. Переход в нижний слой, являющийся материнской породой для нижней искитимской почвы, отчетливый. Граница четкая по цвету и плотности. Мощность 0,45 м.

5. *Тулинский лесс* ( $tl$ , 3,4–5,35 м) соответствует МИС-4. Представлен желтовато-серым с белесым оттенком лессовидным суглинком, слабо пористым, уплотненным, карбонаты – в виде псевдомицелия и присыпки, редкие ходы корней растений, в нижней части слоя железисто-марганцовистые пятнышки, основание слоя резкое. С глубины 5,2 м приобретает слабый коричневатый оттенок. Мощность 1,95 м. Ниже находится бердский педокомплекс, коррелируемый с МИС-5е,с (см. рис. 1).

6. *Бердский педокомплекс* ( $br_{1,2}$ , 5,35–7,15 м) состоит из двух ископаемых почв, разделенных прослоем коричневатого-серого карбонатного лессовидного суглинка мощностью 0,4 м. *Верхняя бердская почва* (5,35–5,55 м – горизонт А) – суглинок серый со слабым коричневатым оттенком, плотнее вышележащего горизонта, карбонатный (псевдомицелий), с марганцовистым крапом. Верхняя граница разбита трещинами, нижняя неровная в виде клиньев. Переход заметен по цвету и плотности. Мощность гумусового горизонта 0,2 м. *Нижняя бердская почва* ( $br_1$ , 5,95–7,15 м – горизонт А) – суглинок тяжелый черный с коричневатым оттенком, плотнее вышележащего, карбонатный (псевдомицелий), встречаются корнеходы, марганцовистый крап. Структура горизонта ореховато-крупитчатая. Верхняя граница разбита трещинами, неровная, нижняя в виде языков-затек. Мощность гумусового горизонта 0,6 м, иллювиального горизонта В 0,6 м.

7. *Среднеплейстоценовый сузунский лесс* ( $sz$ ) (с глубины 7,15 м) представлен желтовато-коричневым суглинком, плотным, пористым, карбонатным (вскипает).

### Морфоскопия и морфометрия песчаных кварцевых зерен

Для реконструкции условий формирования трех верхнеплейстоценовых горизонтов лессов

разреза Ложок нами был проведен гранулометрический анализ (рис. 2) [14] и впервые применен метод морфоскопии и морфометрии песчаных кварцевых зерен по методике, разработанной в ИГ РАН [16].

Различным палеогеографическим обстановкам свойственны характерные текстуры зерен и признаки, указывающие на определенную среду и преобладающие в ней процессы. На основании изучения кварцевых зерен по различным параметрам делается вывод об условиях формирования осадка и его происхождении. Исследуются зерна фракции 0,5–1 мм. Для оценки окатанности зерен использовались трафарет Л. Б. Рухина [13] и пятибалльная шкала А. В. Хабакова [15].

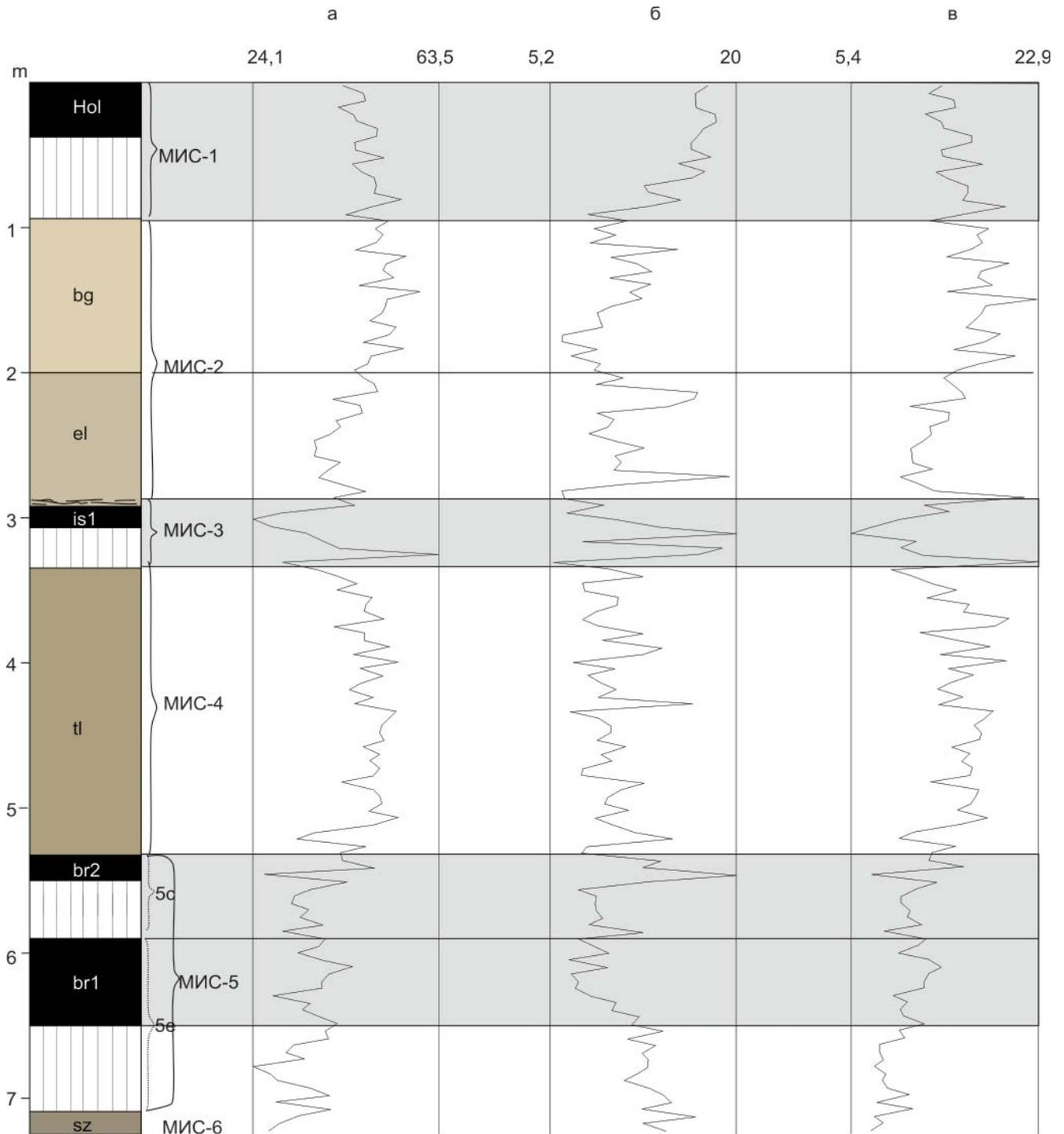
В разрезе Ложок песчаные кварцевые зерна в целом характеризуются достаточно высокими коэффициентами окатанности (54,5–61,5 %) и высокими значениями степени заматованности (53–67 %).

В *баганском лессе* степень матовости зерен составляет 53 %, а коэффициент окатанности – 54,5 % (рис. 3).

Преобладают зерна округлой и эллипсоидальной формы III класса окатанности (32 %), чуть меньше зерен II класса (28 %), 14 % зерен идеально окатаны, 16 % относятся к I классу окатанности, оставшиеся 10 % зерен не подвергались обработке (рис. 4).

Практически все зерна в той или иной степени имеют заматованную поверхность, лишь 1 % зерен с глянцевой поверхностью. Характерный признак для большинства зерен – микроямчатая поверхность (рис. 5, а), образующаяся при переносе золовым путем, она отмечается даже в углублениях (см. рис. 5, б), что является признаком длительного переноса в воздушной среде. На некоторых зернах наблюдаются более глубокие ямки, которые образуются при соударении частиц в воздушном потоке при высоких скоростях переноса [7]. На большинстве зерен вне зависимости от класса окатанности заметен раковистый скол (см. рис. 5, в, г), нередко встречаются зерна с ямками треугольной формы (см. рис. 5, а). Оба элемента являются признаками морозных процессов в постседиментационный период [7, 16].

Для зерен *ельцовского лесса* степень заматованности 63 %, а коэффициент окатанности 56,5 % (см. рис. 3). Идеально окатанных зерен IV класса около 10 %, большая часть (38 %) хорошо окатанные, зерен II класса 28 %, 4 % – зерна 0 класса окатанности. Полностью матовая поверхность у 40 % зерен, зерен с глянцевой поверхностью практически нет (см. рис. 4). В целом преобладают зерна, в которых сочетаются округлая форма и хорошо выраженная золовая обработка поверхности – микроямки, которыми покрыта почти вся их поверхность (см. рис. 5, д, е). Встречаются зерна и со свежими текстурами – трещины, раковистые сколы (см. рис. 5, ж, з), тре-



**Рис. 2.** Распределение по разрезу Ложок фракции крупной пыли (а), глинистой фракции (б) и среднего размера зерна (в) [14]

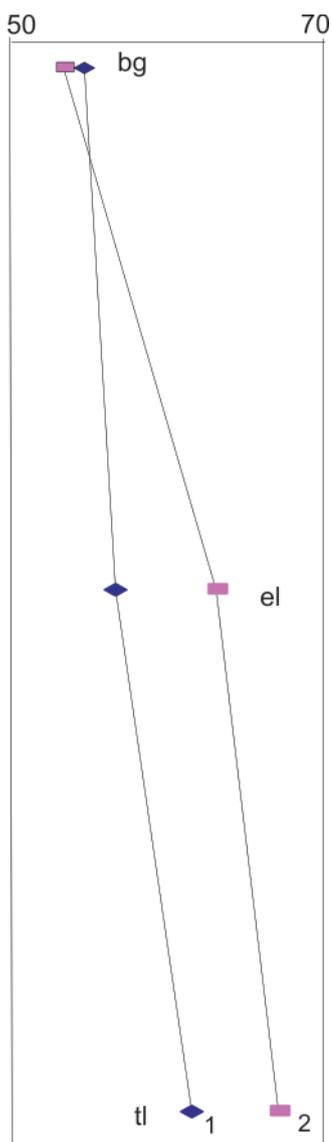
Крупнопылевая фракция – 16–63 мкм, глинистая фракция – <2 мкм; Hol – современная почва, bg – баганский лесс, el – ельцовский лесс, is<sub>1</sub> – нижняя искитимская почва, tl – тулинский лесс, br<sub>2</sub> – верхняя бердская почва, br<sub>1</sub> – нижняя бердская почва, sz – сузунский лесс; МИС – морская изотопная стадия кривой океанических осадков

угольные углубления (см. рис. 5, е), связанные, по-видимому, с проявлением морозных процессов.

Зерна *тулинского лесса* характеризуются степенью заматованности 67 % и коэффициентом окатанности 61,5 % (см. рис. 3). Преобладают зерна III класса окатанности (36 %), меньше зерен II класса (28 %), довольно много идеально окатанных зерен (16 %). Полностью необработанные зерна практически отсутствуют. Полностью

матовая поверхность у 40 % зерен, глянцевые отсутствуют (см. рис. 4). Практически для всех зерен характерна микроямчатая поверхность (рис. 6, а), отмеченная даже в углублениях (рис. 6, б), на некоторых – раковистый скол (см. рис. 6, в, г) и ямки треугольной формы (рис. 6, д), но встречаются они реже, чем в зернах описанных горизонтов.

Для всех трех горизонтов лессов характерна достаточно хорошая окатанность песчаных



**Рис. 3.** Значения коэффициента окатанности (1) и степени заматованности песчаных кварцевых зерен (2) баганского (bg), ельцовского (el) и тулинского (tl) лессов разреза Ложок

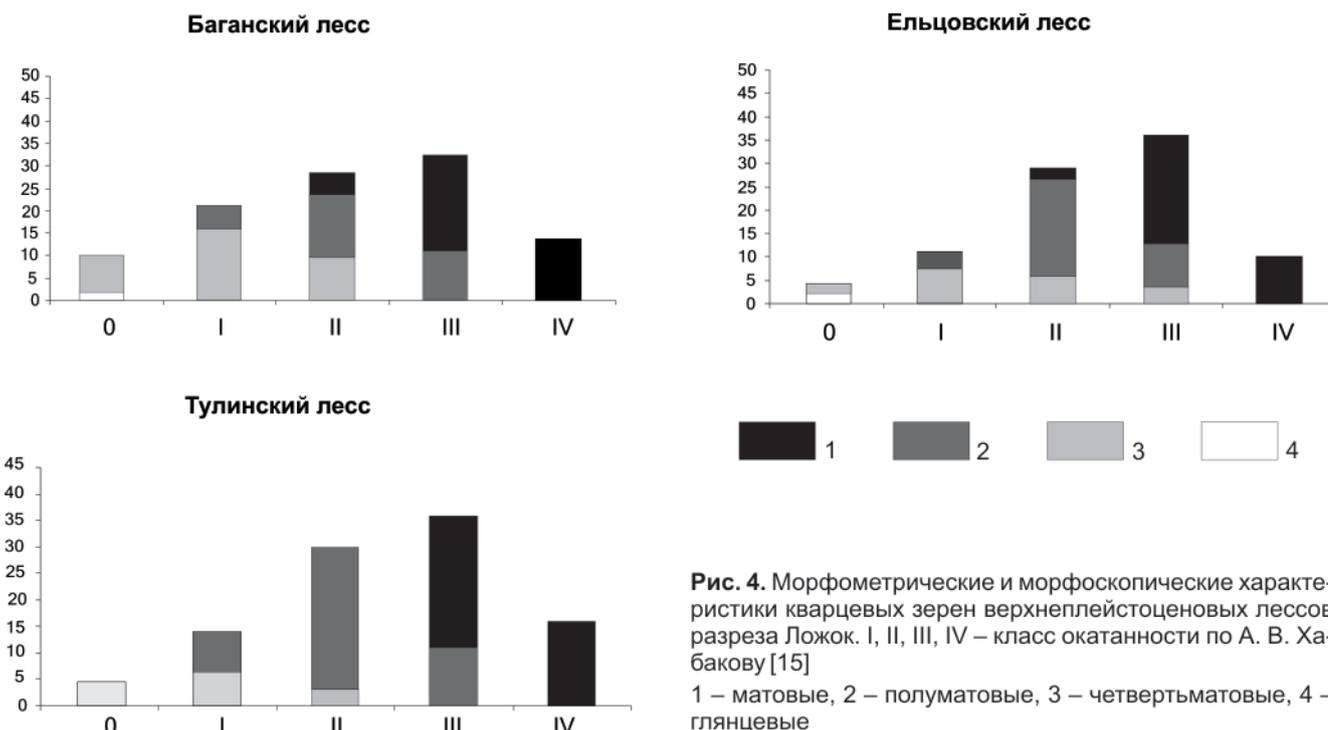
кварцевых зерен с преобладанием III и II классов окатанности, процент идеально окатанных зерен IV класса также достаточно велик. Преобладают зерна с матовой или полуматовой поверхностью, зерен с глянцевой поверхностью практически не наблюдается. Большинство зерен имеет микроямчатую поверхность, возникающую в результате соударения частиц в воздушной среде. Микроямки отмечаются не только на поверхности зерен, но и в углублениях, что является признаком длительной активной эоловой деятельности. На ряде зерен распространены раковистые сколы. Их образование происходило, по-видимому, в результате десквамации под влиянием процессов морозного выветривания [7]. Помимо раковистых сколов, встречаются небольшие треугольные углубления, также являющиеся следами присутствия криогенных процессов во время формирования лессов.

Таким образом, во время формирования изученных лессов преобладали процессы эолового переноса с участием морозного выветривания. Значения степени заматованности и коэффициента окатанности зерен уменьшаются от тулинского лесса к баганскому (см. рис. 3), что может свидетельствовать об усилении активности эоловых процессов к позднеледниковью. Преобладание в гранулометрическом составе фракции крупной пыли свидетельствует о том, что изученные отложения являются лессами (см. рис. 2) [14].

### Микроморфологическое строение

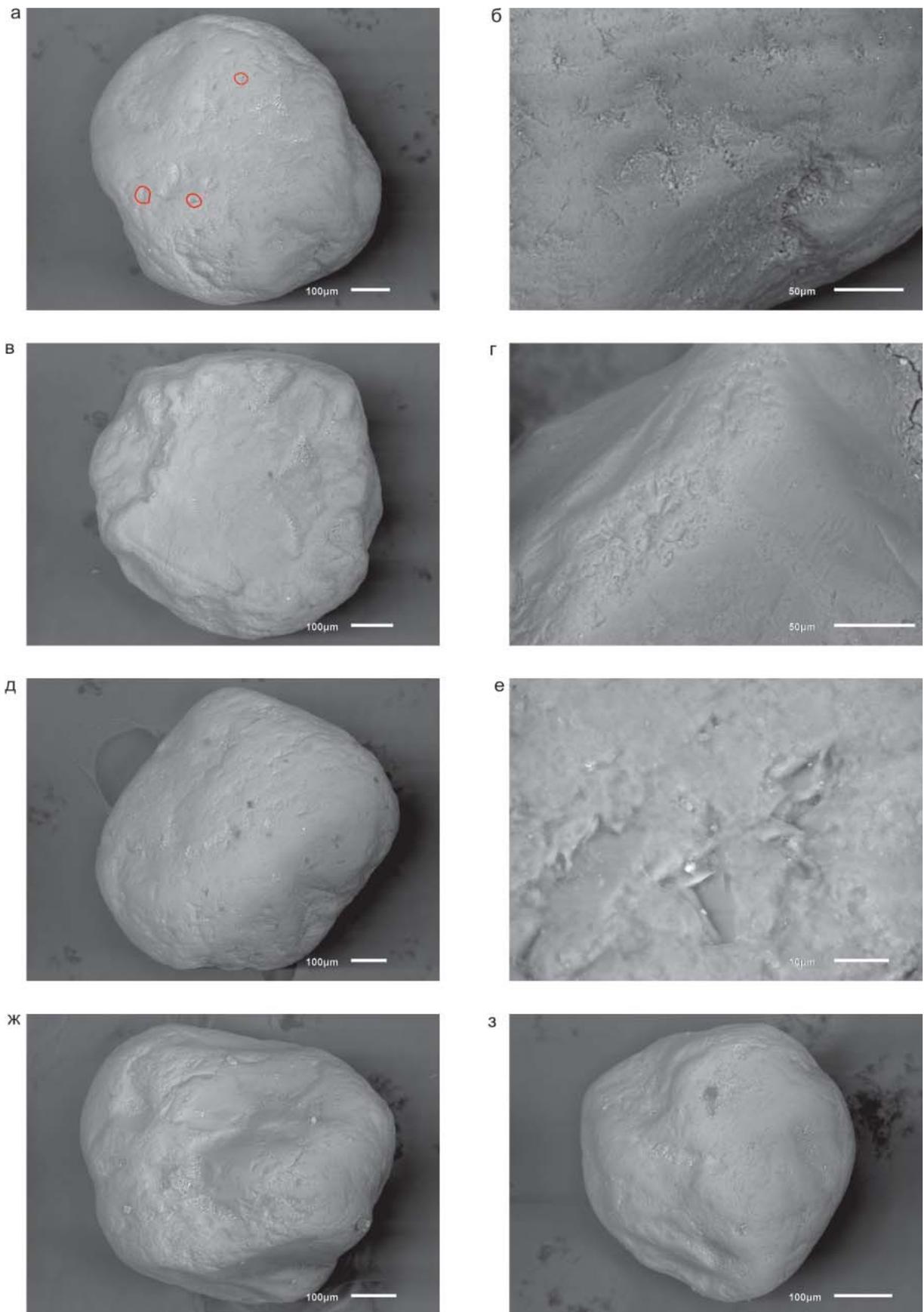
Проведено микроморфологическое изучение горизонтов баганского, ельцовского и тулинского лессов.

*Баганский лессовидный суглинок* имеет коричневатого-серый цвет, песчано-пылевато-



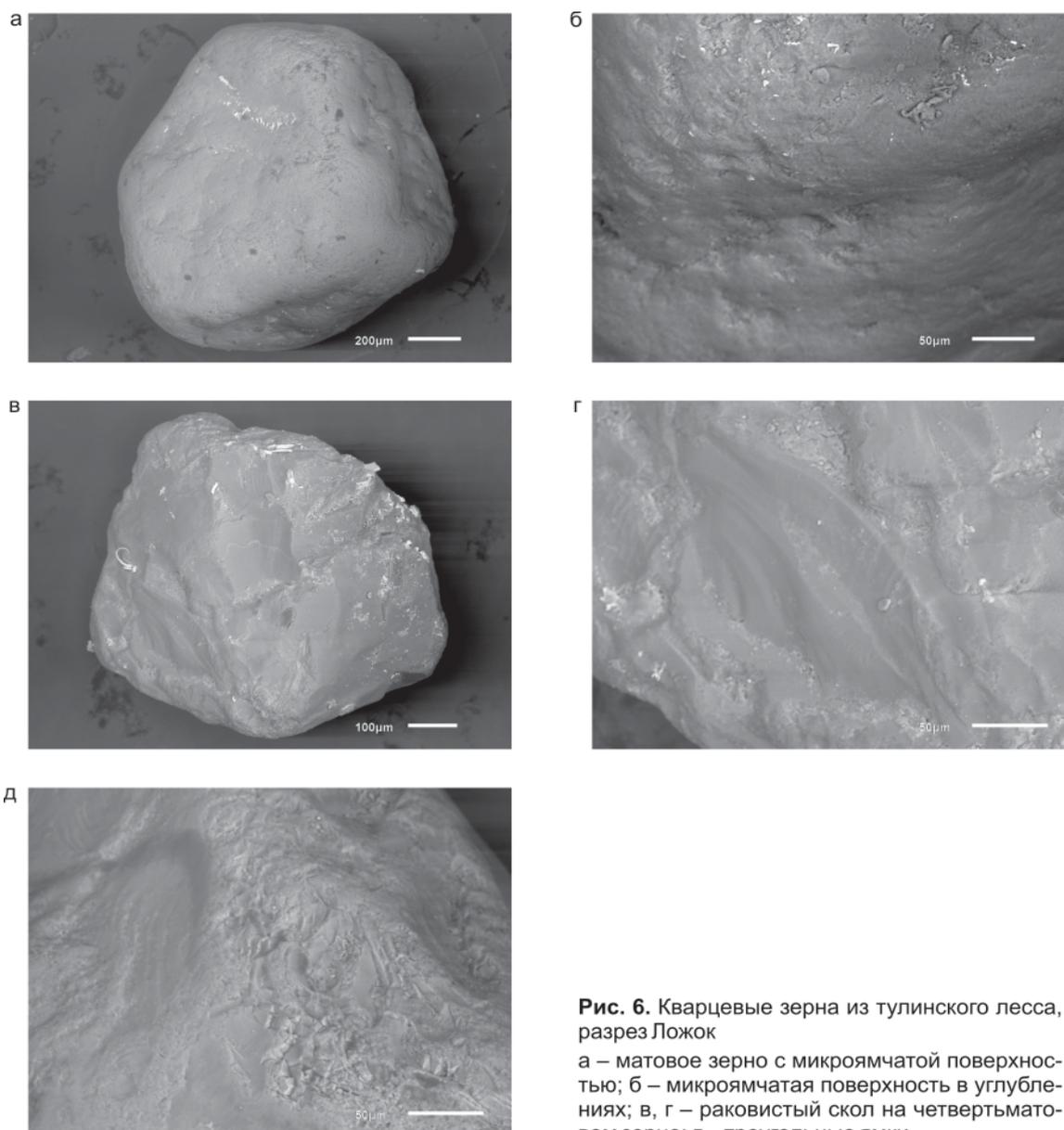
**Рис. 4.** Морфометрические и морфоскопические характеристики кварцевых зерен верхнеплейстоценовых лессов разреза Ложок. I, II, III, IV – класс окатанности по А. В. Хабакву [15]

1 – матовые, 2 – полуматовые, 3 – четвертьматовые, 4 – глянцевые



**Рис. 5.** Кварцевые зерна из баганского и ельцовского лессов, разрез Ложок

Баганский лесс: а – полуматовое зерно с микроямчатой поверхностью, треугольные ямки (обведены красным); б – микроямчатая поверхность в углублениях на зерне а; в, г – раковистый скол на четвертьматовом зерне; ельцовский лесс: д – микроямчатая поверхность на матовом зерне; е – микроямчатость и треугольные ямки на зерне д; ж, з – раковистые сколы на полуматовом и четвертьматовом зерне

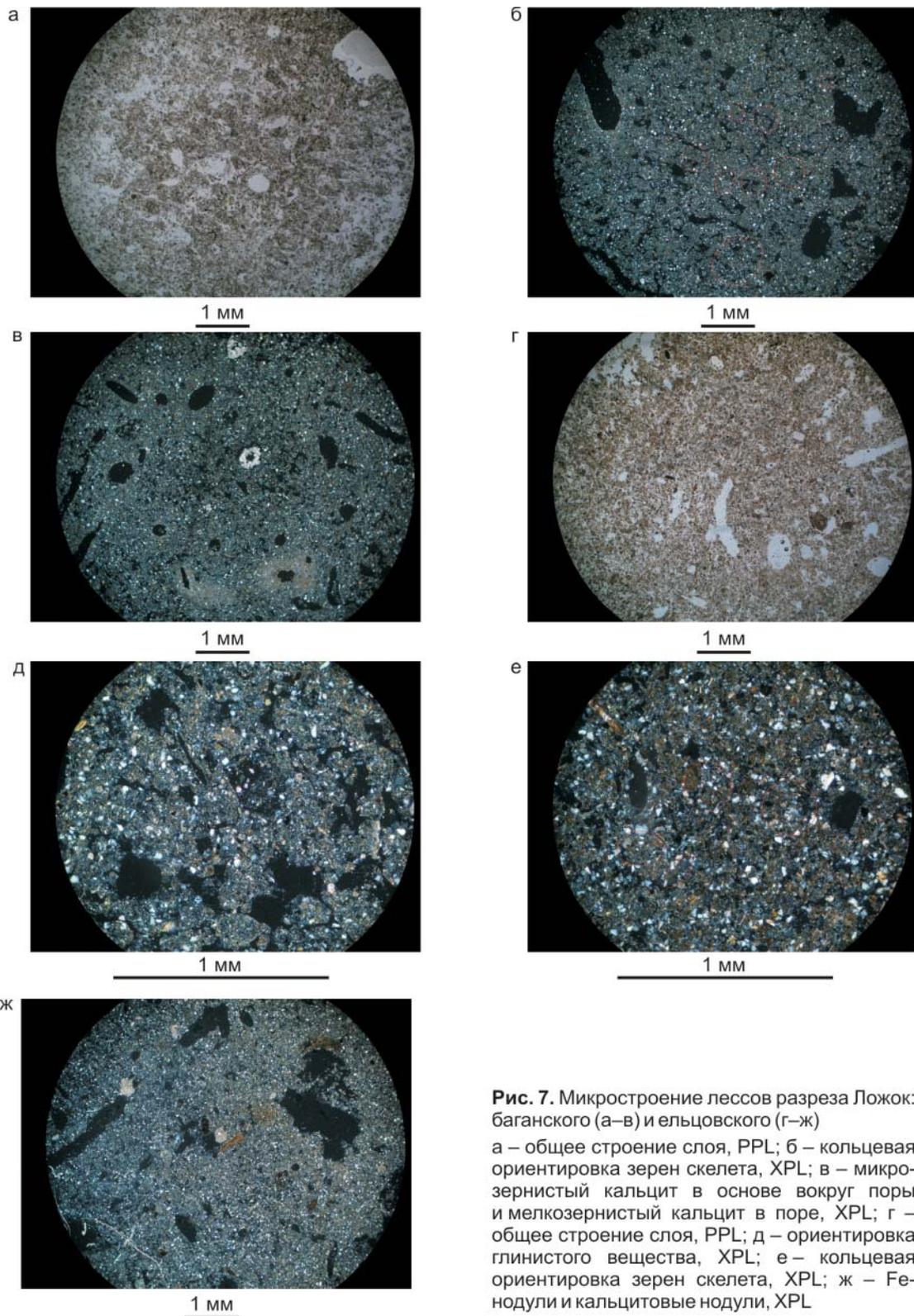


**Рис. 6.** Кварцевые зерна из тулинского лесса, разрез Ложок  
 а – матовое зерно с микроямчатой поверхностью; б – микроямчатая поверхность в углублениях; в, г – раковистый скол на четвертьматовом зерне; д – треугольные ямки

плазменное микростроение, рыхлое сложение, микроструктуру с обособленными агрегатами, поры округлой, вытянутой и извилистой формы, плазму глинисто-карбонатную [4, 12], отмечается слабая гумусированность, муллевый гумус распределен равномерно. Агрегаты в основном округлые размером 0,03–0,40 мм (рис. 7, а). Содержание скелетных зерен 25–30 % от площади шлифа, распределение их в основе неравномерное. Размер скелеточных частиц 0,03–0,12 мм. По форме преобладают полуокатанные и угловатые зерна, единично встречаются окатанные. Присутствует кольцевая ориентировка минерального скелета в плазме (см. рис. 7, б). Карбонатные новообразования представлены микрозернистым кальцитом, цементирующим плазму, основу вокруг пор, и мелкозернистым кальцитом в порах (см. рис. 7, в).

*Ельцовский лессовидный суглинок* коричнево-темно-серого цвета, имеет песчано-пылеватоплазменное микростроение, пористый, гумуси-

рованность большая, чем в баганском лессе, муллевый гумус распределен равномерно. Пory округлые, каналовидные, межагрегатные извилистые. На стенках пор пленок не наблюдается. Агрегаты простые округлой формы размером 0,06–0,37 мм (см. рис. 7, г). Плазма глинисто-карбонатная, крапчатой ориентировки. Илистые частицы содержатся в небольшом количестве и входят в состав микроагрегатов и пленок на зернах минерального скелета совместно с железом (см. рис. 7, д). Минеральный скелет, занимающий 20–25 % площади шлифа, представлен калиевым полевым шпатом, кварцем, биотитом. Большая часть зерен имеет угловатую и полуокатанную форму, единично – окатанную. Размер зерен 0,02–0,04 мм. В плазме основы наблюдается кольцевая ориентировка минерального скелета (см. рис. 7, е). Из карбонатных новообразований присутствуют участки плазмы, пропитанные микрозернистым кальцитом, крупные карбонатные нодулы из мелкозернистого кальцита. Новообразования железа представле-



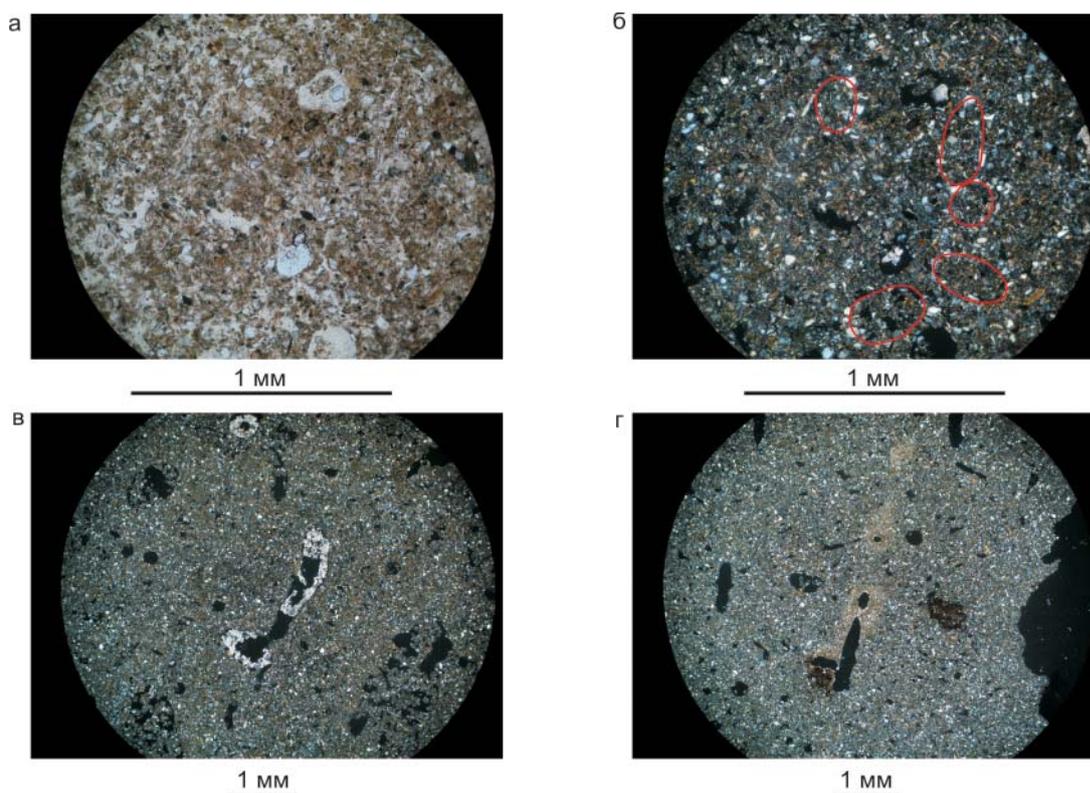
**Рис. 7.** Микростроение лессов разреза Ложок: баганского (а-в) и ельцовского (г-ж)

а – общее строение слоя, PPL; б – кольцевая ориентировка зерен скелета, XPL; в – микрозернистый кальцит в основе вокруг поры и мелкозернистый кальцит в поре, XPL; г – общее строение слоя, PPL; д – ориентировка глинистого вещества, XPL; е – кольцевая ориентировка зерен скелета, XPL; ж – Fe-нодули и кальцитовые нодули, XPL

ны мелкими железистыми нодулями и более крупными с гладким контуром, железомарганцевыми нодулями (см. рис. 7, ж). Основные минералы легкой фракции ельцовского лесса – кварц (60–80 %), плагиоклаз (8–14 %), карбонаты (10–20 %), тяжелый – в основном эпидот, роговая обманка, биотит, циркон, сфен, пироксены и рудные (3–4 %). Присутствие в породе водонеустойчивых минералов (авгита, биотита, полевого шпата, роговой обманки), имеющих правильную кристаллографи-

ческую огранку, указывает на их транспортировку в субазальной обстановке.

Микростроение *тулинского лессовидного суглинка* песчано-пылевато-плазменное, цвет серовато-светло-коричневый. Он плотнее, чем вышележащие горизонты. Поры округлые, каналовидные. Агрегаты размером 0,06–0,45 мм имеют округлую и удлинненно-округлую форму, состоят из глинисто-карбонатной плазмы, включающей частички муллевого гумуса (рис. 8, а).



**Рис. 8.** Микростроение тулинского лесса разреза Ложок

а – общее строение слоя, PPL; б – кольцевая ориентировка зерен скелета, XPL; в – мелкозернистый кальцит в поре, XPL; г – микрокристаллический кальцит и Fe-нодули, XPL

В шлифах отмечаются более и менее гумусированные участки. Глинистая плазма имеет крапчатую структуру. Поверхность минеральных зерен покрыта тонкой каймой из оптически ориентированных глинистых минералов (см. рис. 8, а). Содержание скелетных зерен составляет 20–25 % от площади шлифа. Их распределение в основе неравномерное. Отмечается кольцевая ориентировка минерального скелета в плазме основы (см. рис. 8, б). Зерна скелета (размером 0,03–0,06 мм) неокатанные, угловатые. Из железистых новообразований встречаются нодули. Карбонатные новообразования представлены микрозернистым кальцитом (см. рис. 8, г), цементирующим плазму и образующим ореолы вокруг пор, и мелкозернистым кальцитом, заполняющим поры (см. рис. 8, в). Минеральный состав тулинского лесса сходен с таковым ельцовского.

Рассмотрев микростроение верхнеплейстоценовых горизонтов лессов (баганского, ельцовского, тулинского), можно отметить, что баганский лесс по сравнению с нижележащими горизонтами содержит больший процент минерального скелета; он более пористый, слабее гумусированный; практически не наблюдаются железистые новообразования. Общим для лессов является минералогический состав, который обусловлен поступлением материала из одной и той же области. Во всех горизонтах отмечается кольцевая ориентировка минерального скелета по краям микроструктурных отдельностей и в плазме основы. Это обусловлено, по дан-

ым И. Т. Кошелевой [11] и М. И. Герасимовой, С. В. Шубина, С. А. Шобы [5], процессами вымораживания. Преобладают неокатанные и угловатые зерна, единично присутствуют окатанные. Во всех горизонтах отмечены аналогичные карбонатные новообразования.

### Выводы

Три горизонта лессов верхнего плейстоцена являются субазральными образованиями.

Данные морфоскопии песчаных кварцевых зерен свидетельствуют о том, что изученные отложения сформировались при преобладании эоловых процессов и присутствии криогенных. Наличие криогенных процессов подтверждается кольцевым распределением минерального скелета в микростроении горизонтов лессов. Это доказывает, что все изученные верхнеплейстоценовые горизонты лессов образовались в криоаридных условиях перигляциальной обстановки (сухие холодные пустыни). К позднеледниковью (позднесартанское время) отмечается усиление активности эоловых процессов и более холодные условия в это время.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (гранты № 12-05-31414-мол\_а, № 13-05-00599).*

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Величко, А. А.** Природный процесс в плейстоцене [Текст] / А. А. Величко. – М. : Наука, 1973. – 256 с.



2. **Волков, И. А.** Палеогеографическое значение некоторых радиоуглеродных датировок на юге Западной Сибири [Текст] / И. А. Волков // Геология и геофизика. – 1973. – № 2. – С. 3–8.
3. **Волков, И. А.** Позднечетвертичная субэзральная формация [Текст] / И. А. Волков. – М. : Наука, 1971. – 254 с.
4. **Гагарина, Э. И.** Микроморфологический метод исследования почв : Учеб. пособие [Текст] / Э. И. Гагарина. – СПб. : Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2004. – 156 с.
5. **Герасимова, М. И.** Микроморфология почв природных зон СССР [Текст] / М. И. Герасимова, С. В. Губин, С. А. Шоба. – Пущино : Пущинский научный центр РАН, 1992. – 216 с.
6. **Додонов, А. Е.** Четвертичный период Средней Азии. Вып. 546 [Текст] / А. Е. Додонов. – М. : Геос, 2002. – 249 с.
7. **Западно-Сибирская** равнина в облике позднеледниковой пустыни [Текст] / А. А. Величко, С. Н. Тимирева, К. В. Кременецкий [и др.] // Изв. РАН. Сер. геогр. – 2007. – № 4. – С. 16–28.
8. **Зыкина, В. С.** Верхнечетвертичные отложения и ископаемые почвы Новосибирского Приобья [Текст] / В. С. Зыкина, И. А. Волков, М. И. Дергачева. – М. : Наука, 1981. – 204 с.
9. **Зыкина, В. С.** Лессово-почвенная последовательность и эволюция природной среды и климата Западной Сибири в плейстоцене [Текст] / В. С. Зыкина, В. С. Зыкин. – Новосибирск : «Гео», 2012. – 477 с.
10. **Казьмин, С. П.** Климатические условия формирования покровных субэзральных образований Западной Сибири [Текст] / С. П. Казьмин, И. А. Волков // Вестн. ВГУ. Сер. Геология. – 2010. – № 2. – 75–82 с.
11. **Кошелева, И. Т.** Микроморфология тундровых почвогрунтов как возможный индикатор их генезиса [Текст] / И. Т. Кошелева // Изв. АН СССР. Сер. геогр. – 1958. – № 3. – С. 25–30.
12. **Парфенова, Е. И.** Руководство к микроморфологическим исследованиям в почвоведении [Текст] / Е. И. Парфенова, Е. А. Ярилова. – М. : Наука, 1977. – 198 с.
13. **Рухин, Л. Б.** Основы литологии [Текст] / Л. Б. Рухин. – Л. : Недра, 1969. – 703 с.
14. **Сизикова, А. О.** Лессы верхнего плейстоцена опорного разреза Ложок (юг Западной Сибири), динамика природной среды и климата [Текст] / А. О. Сизикова, В. С. Зыкина // Изв. АлтГУ. – 2013. – Вып. 3/2 – С. 132–137.
15. **Хабаков, А. В.** Об индексах окатанности галечников [Текст] / А. В. Хабаков // Сов. геология. – 1946. – № 10. – С. 98–99.
16. **Velichko, A.** Morphoscopy and Morphometry of Quartz Grains from Loess and Buried Soil Layers [Text] / A. Velichko, S. Timireva // GeoJournal. – 1995. – Vol. 36, N 2/3. – P. 143–149.