СТРАТИГРАФИЯ. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ, 2024, том 32, № 5, с. 78–103

УДК 56.016-567.8-568.1-551.761.1

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ФАУНИСТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УНИКАЛЬНОГО МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ РАННЕТРИАСОВЫХ ТЕТРАПОД И ИХНОФОССИЛИЙ МАНСУРОВО, ОРЕНБУРГСКАЯ ОБЛАСТЬ

© 2024 г. А. В. Ульяхин*, А. Г. Сенников, И. В. Новиков*****

Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН, Москва
**e-mail: avu90@mail.ru*
***e-mail: sennikov@paleo.ru*
****e-mail: inovik@paleo.ru*

Поступила в редакцию 14.12.2023 г.
После доработки 06.02.2024 г.
Принята к публикации 04.03.2024 г.

Рассматриваются геологические особенности уникального местонахождения остатков тетрапод и ихнофоссилий Мансурово Оренбургской области (гостевская свита, нижнеоленекский подъярус, устьмыльский горизонт). Приводится послойное описание разрезов 16 вскрыш и их корреляция, с составлением разреза по линии вскрыш. Разрез Мансурово по биостратиграфическим (группировка Wetlugasaurus malachovi) и литолого-фациальным данным соотносится со средней частью стратотипического разреза гостевской свиты (Бузулукская впадина Восточно-Европейской платформы). Геологические особенности местонахождения указывают на неоднородное строение выделенных четырех пачек пойменно-руслового генезиса в пределах изучаемой площади, которым соответствуют чередующиеся седиментационные циклы. Генезис отложений уточнен с применением структурно-текстурного анализа и микролитологического анализа пород в шлифах. Охарактеризованы фаунистический комплекс тетрапод и макрофлоры, а также уникальный комплекс ихнофоссилий. На основании данных литолого-фациального анализа приводится седиментационная модель формирования местонахождения, показывающая неравномерность характера седиментации из-за блуждания речных рукавов и их периодического пересыхания в условиях жаркого и семиаридного климата с выраженной сезонностью в гостевское время. С учетом палеонтологических данных проанализирована тафономия, указывающая на характер захоронения в речной обстановке в условиях активного течения и на возможную гибель Temnospondyli в субаквальных условиях.

Ключевые слова: местонахождение Мансурово, нижний триас, гостевская свита, Бузулукская впадина, Temnospondyli, Archosauromorpha, ихнофоссилии, стратиграфия, тафономия

DOI: 10.31857/S0869592X24050044 **EDN**: ALAOAA

ВВЕДЕНИЕ

В 2016 г. в Первомайском районе Оренбургской области у пос. Мансурово было открыто новое местонахождение раннетриасовых тетрапод и ихнофоссилий (Сенников и др., 2023; Ульяхин и др., 2023а, 2023б, 2023в). Местонахождение Мансурово расположено в карьере в 1.5 км на север–северо-восток от одноименного поселка (рис. 1). Вскрытые здесь крайне неравномерно отложения относятся к гостевской свите устьмыльского горизонта нижнеоленекского подъяруса. Проводимое нами изучение местонахождения Мансурово существенно дополняет как геологическую, так и палеонтологическую характеристику этой свиты.

Отложения раннего триаса Восточной Европы представлены в основном континентальными фациями, которые хорошо охарактеризованы палеонтологически (рыбы, тетраподы, конхостраки, остракоды, спорово-пыльцевые комплексы) (Решение..., 1982). Остатки наземных позвоночных, прежде всего темноспондильных амфибий, играют важную роль в вопросах стратиграфии континентальных отложений этого возраста, с возможностью сопоставления вмещающих отложений со стандартной (морской) стратиграфической шкалой благодаря присутствию отдельных характерных родов амфибий в прибрежно-морских отложениях других регионов совместно с фауной аммонитов (Новиков, 2018; Shishkin et al., 2000).

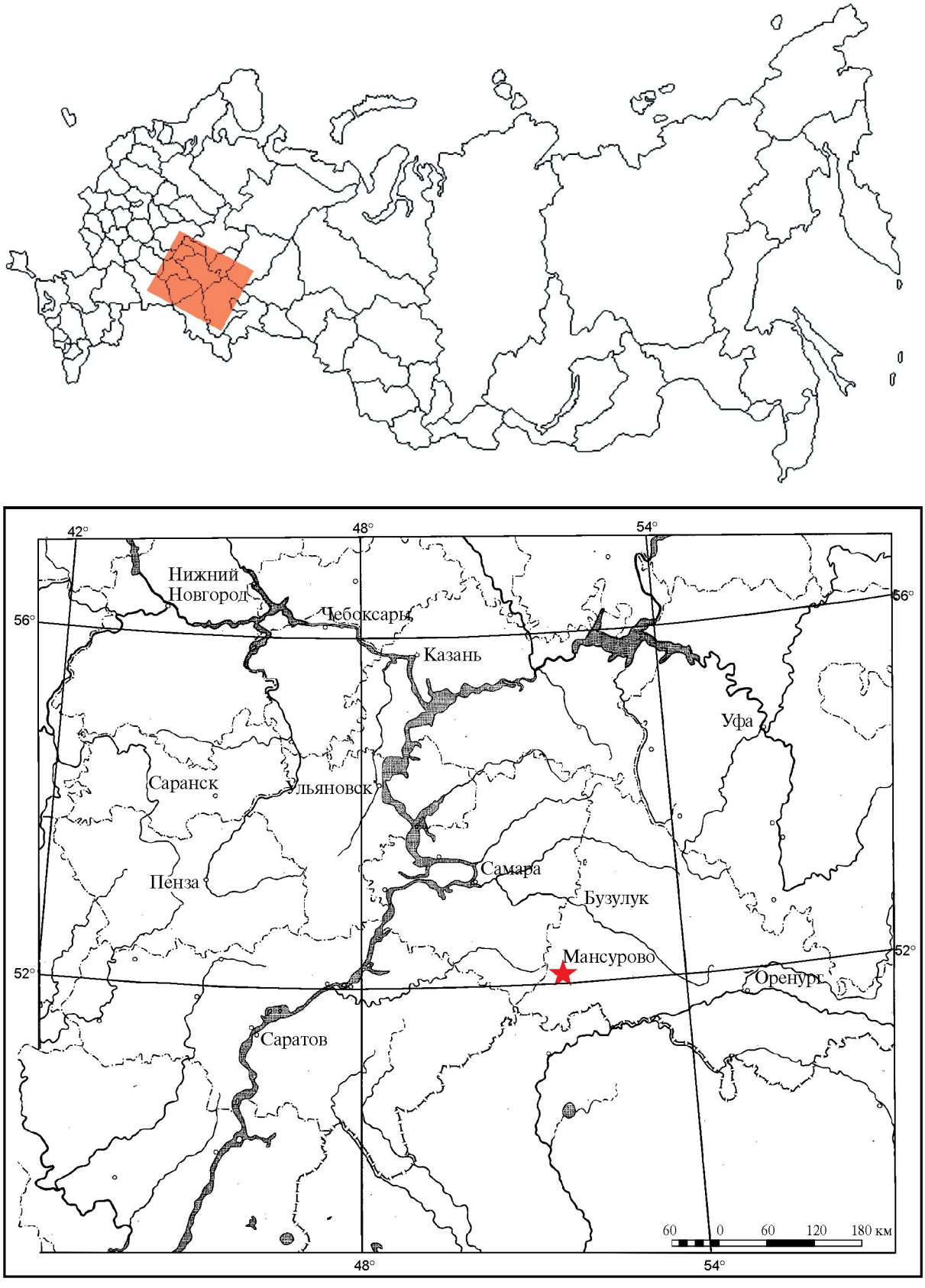

Рис. 1. Географическое положение местонахождения Мансурово.

Тетраподное сообщество гостевского времени представляет собой важный этап в развитии фауны амфибий и рептилий в раннем триасе. В местонахождении Мансурово обнаружены элементы характерного для гостевской свиты комплекса тетрапод (группировки Wetlugasaurus malachovi фауны Wetlugasaurus). Поскольку нам известно лишь небольшое число обнажений этой свиты, открытие нового местонахождения позвоночных, макрофлоры и ихнофоссилий, приуроченного к ней, имеет большое значение. Данная статья посвящена описанию геологического строения местонахождения Мансурово с рассмотрением седиментационной модели на основе литолого-фациального анализа, встреченной фауны тетрапод, а также тафономии.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материалом для исследования геологических особенностей местонахождения Мансурово послужили данные по геологическому строению, полученные на месте, с послойным описанием разреза в пределах сделанных 16 вскрыш осадочной толщи и фотофиксацией слоев. Также осуществлялся отбор образцов для литологических исследований. На основе корреляции отдельных разрезов по вскрышам реконструирован общий геологический разрез с выделением пачек, а также построена сводная усредненная литолого-стратиграфическая колонка, скоррелированная со стратотипическим разрезом гостевской свиты.

При проведении геоморфологического анализа напластовых текстур рассчитывались индекс высоты ряби (отношение расстояния между вершинами соседних валиков к их высоте) и индекс асимметрии валиков (отношение проекции более пологого и длинного склона валика к проекции более крутого и короткого).

Изображения зерен песчаника для анализа микротекстуры поверхности получены с использованием сканирующего электронного микроскопа Carl Zeiss EVO 50 в Палеонтологическом институте им. А.А. Борисяка РАН (ПИН РАН). Визуальный осмотр и фотографирование шлифов проводились на кафедре литологии Российского государственного университета им. И.М. Губкина (РГУНиГ) в поляризованном и естественном свете с использованием оптического микроскопа Carl Zeiss Axio Imager.A2m. Изображения шлифов были получены с использованием фотокамеры Carl Zeiss Axio Zoom.V16. Фотосъемка отложений, а также исследуемого костного и ихнофоссильного материалов осуществлялась с помощью цифровых фотокамер Canon EOS 77D, Nikon D800, Olympus SP-550 UZ, а также микроскопной камеры Leica DFC425 для съемки мелкоразмерных экземпляров. Обработка всех полученных изображений происходила с применением программного обеспечения CorelDRAW. Микроописание шлифов делалось по методике описания терригенных пород, данной В.К. Кузнецовым (2007).

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

Общая характеристика разреза. В разрезе Мансурово выделяются четыре пачки суммарной мощностью до 18.2 м (рис. 2).

Самая нижняя пачка 1 представлена песчаниками светло-серыми, плотными, крупнозернистыми, горизонтально-слоистыми. Видимая мощность до 2.8 м (рис. 3а). Вскрыта на очень небольшом участке в наиболее западной части карьера.

Вышезалегающая пачка 2 вскрыта в западной части карьера. Она характеризуется редкими конхостраками и многочисленными ризолитами, наличие которых является ее специфической особенностью, представляет собой переслаивание глин красновато-бурых, алевритистых, карбонатных, алевритов зеленовато-серых, голубовато-серых, рыхлых и плотных и мелкозернистых песчаников (рис. 3б, 3в). Слои и прослои сероцветных пород часто залегают с выклиниванием. Песчаники редкие и маломощные залегают в виде линз. Залегание слоев моноклинальное, падение на СВ, максимальный угол падения составляет 5°. В наиболее западной части карьера залегание слоев практически горизонтальное, а красноцветные породы по мощности преобладают над сероцветными. Северо-восточнее суммарная мощность красноцветных пород становится сопоставимой с суммарной мощностью сероцветных. Мощность пачки возрастает в направлении ЮЗ–СВ от 3.2 до 4.4 м.

Вскрытая на большой площади в восточной части карьера пачка 3 с остатками тетрапод, редкими остатками крупных растений, многочисленными и разнообразными ихнофоссилиями (рис. 3г) сложена песчаниками светло- и желтовато-серыми, бежевыми, рыхлыми и крепкими, мелко- и среднезернистыми, горизонтально-слоистыми, косослоистыми, пологоволнисто-слоистыми и неяснослоистыми, с редкими линзовидными прослоями глин серых, реже красноцветных карбонатных, с линзами конгломератов невыдержанной мощности до 0.5–1 м. Наиболее сильно сцементированный песчаник залегает в виде протяженных и коротких маломощных линзовидных прослоев (рис. 3д). Конгломераты приурочены по мощности к центральной и подошвенной частям крупного песчаного тела, содержат уплощенные глинистые и песчанистые интракласты, нижняя граница четкая неровная (рис. 3е). Мощность пачки колеблется от 5.3 до 10.7 м.

Пачка 4 с относительно крупными ризолитами в ее основании представлена глинами желтовато-серыми, серыми и реже пестрыми, красновато-бурыми, рыхлыми и алевритами, местами часто

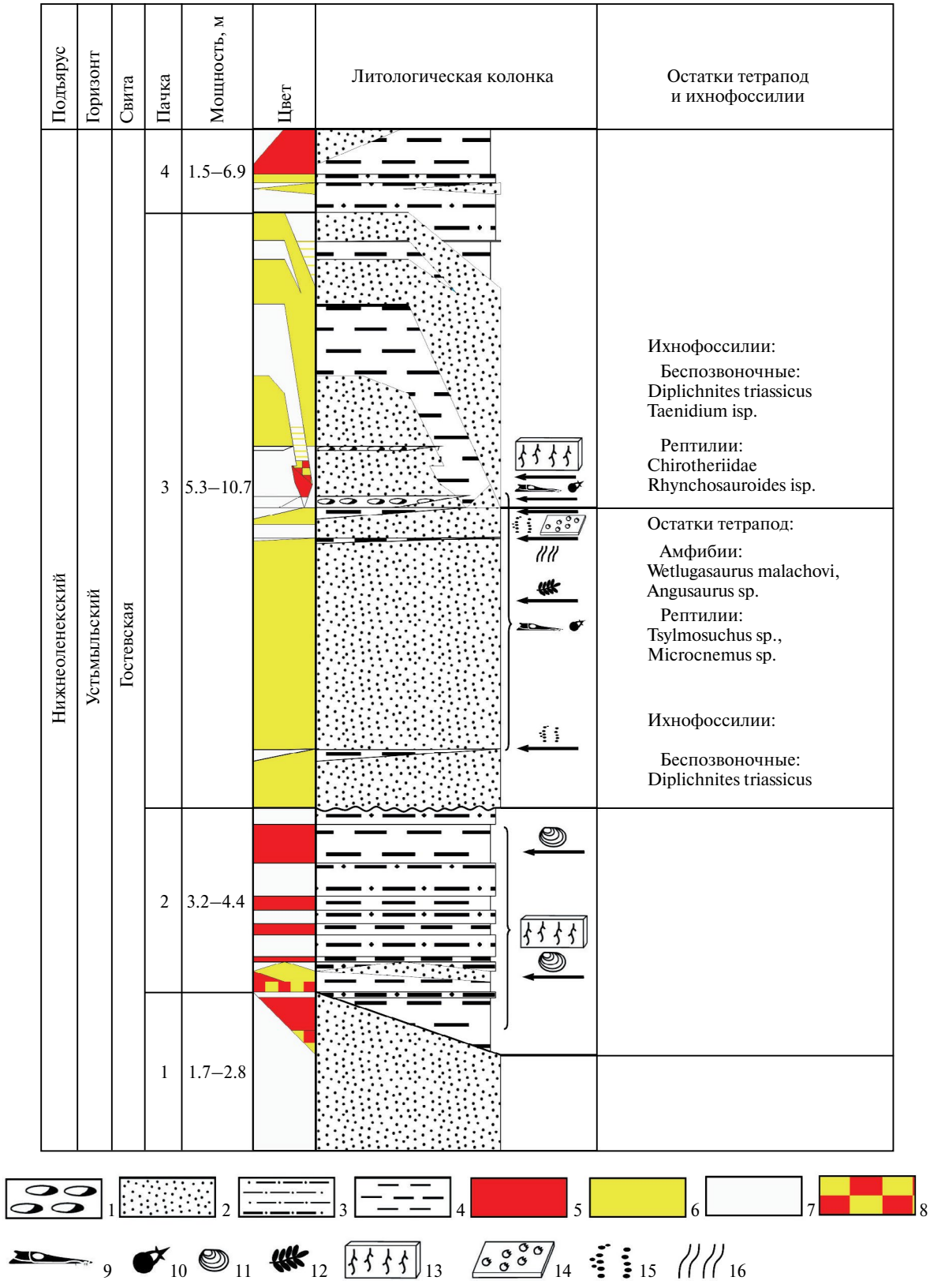

Рис. 2. Сводная литолого-стратиграфическая колонка местонахождения Мансурово.
1 – конгломерат; 2 – песчаник; 3 – алеврит; 4 – глина; 5 – красновато-бурые, зеленовато- и голубовато-серые породы; 6 – светло- и желтовато-серые породы; 7 – желтовато-серые и серые породы; 8 – пестрые породы; 9 – остатки амфибий; 10 – остатки рептилий; 11 – конхостраки; 12 – ядра фрагментов побегов; 13 – ризолиты; 14 – следы Chirotheriidae и Rhynchosauroides isp.; 15 – следы Diplichnites triassicus; 16 – следы Taenidium isp.

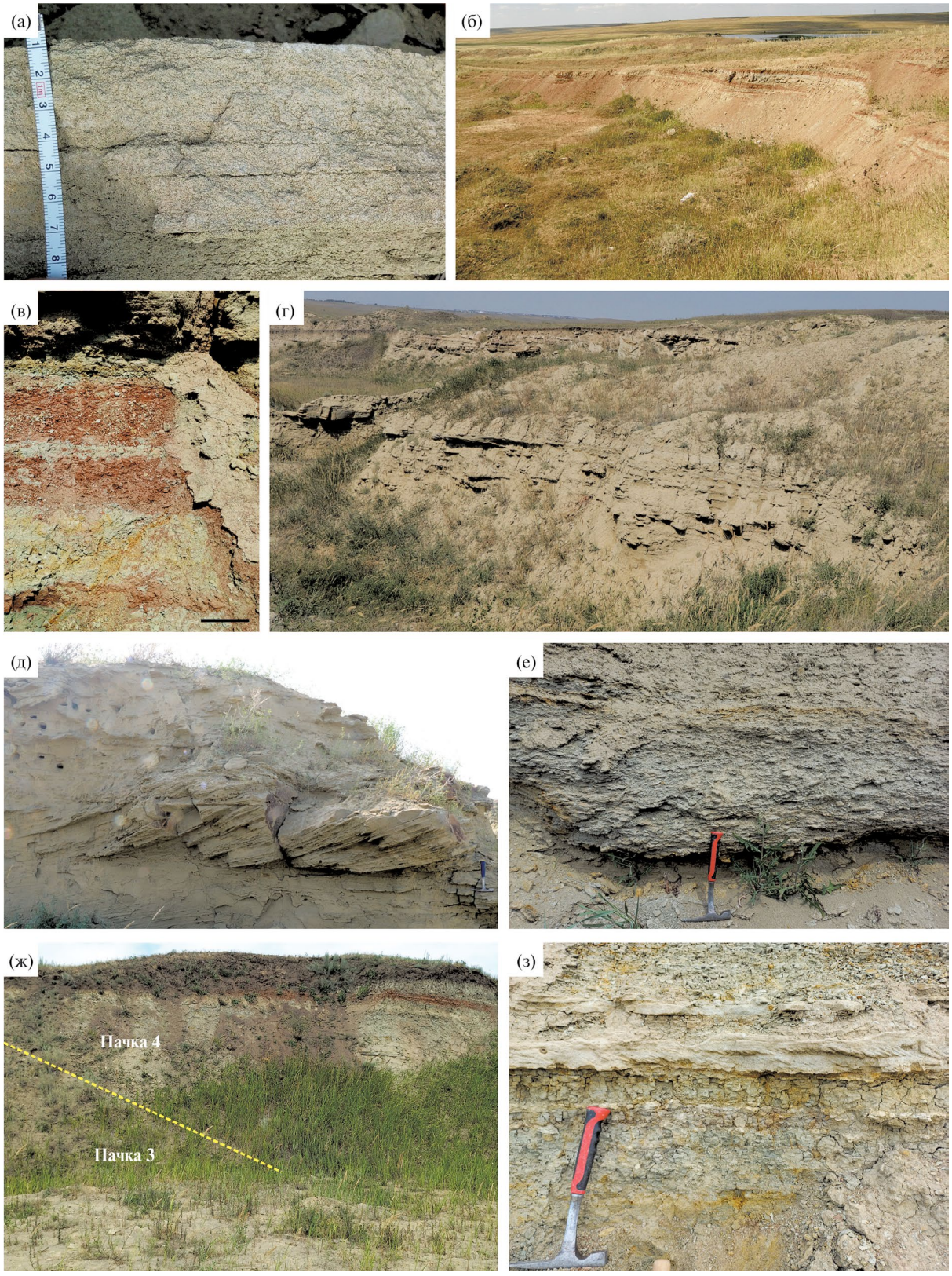

Рис. 3. Основные литотипы местонахождения.
(а) – песчаник пачки 1; (б, в) – переслаивание красноцветных глин и светло-серых алевритов пачки 2; (г) – песчаники пачки 3; (д) – хорошо сцементированные линзовидные проявления косослоистых песчаников в низах пачки 3; (е) – линза конгломерата в низах пачки 3; (ж) – контакт песчаных отложений пачки 3 и глинистых отложений пачки 4; (з) – глинистые отложения пачки 4 с тонкими линзовидными прослоями песчаника. Длина масштабной линейки 150 мм.

переслаивающимися с песчаниками в виде тонких прослоев или линзочек. Рассматриваемую пачку вдоль бортов в северо-восточной и восточной частях карьера осложняют относительно мощные врезы песчаников, структурно и генетически связанные с отложениями пачки 3 и являющиеся периферийной частью крупной песчаной линзы (рис. 3ж, 3з). Видимая мощность до 6.9 м. Вскрыта вдоль северного и восточного бортов карьера.

Описание разреза. Ниже приводится послойное описание (снизу вверх) разреза в пределах вскрыш (рис. 4).

Обнажение 1а (пачка 1)

1. Песчаник светло-серый, среднезернистый, горизонтально-слоистый, сильносцементированный. Присутствуют редкие интракласты серых глин размером до 2 см. Кровля слойков неровная, с серповидными углублениями размером до 2 см. Видимая мощность 60 см.

Обнажение 1б (пачка 2)

1. Песчаник серый, мелкозернистый, слабосцементированный. Видимая мощность 8 см.

2. Песчаник серый, глинистый, в верхней части с желтоватым прослоем мощностью до 7 см. Мощность 60 см.

3. Глина бурая, с ризолитами. Мощность 9 см.

4. Алеврит светло-серый, линзовидного залегания. Мощность 10 см.

5. Глина красновато-бурая, алевритистая. Мощность 30 см.

6. Алеврит светло-серый. Мощность 4 см.

7. Песчаник желтовато-серый, неяснослоистый, слабосцементированный. Видимая мощность 10 см.

Обнажение 1в (пачка 2)

1. Глина алевритистая, пестрая, в верхней части – желтоватая, песчанистая. Видимая мощность 40 см.

2. Глина красновато-бурая, слюдистая, с редкими пятнами оглеения, в верхней части с 3-сантиметровым прослоем светло-серого грубозернистого алеврита, с ризолитами, в верхней части с массовыми скоплениями конхострак. Мощность 120 см.

3. Глина серая, песчанистая; в нижней части отмечен прослой желтоватого глинистого песчаника мощностью до 5 см. Верхняя и нижняя границы волнистые. Мощность 15 см.

4. Глина красновато-бурая. Видимая мощность 10 см.

Обнажение 1г (пачка 2)

1. Глина красновато-бурая, с ризолитами. Видимая мощность 10 см.

2. Глина серая, песчанистая. Мощность 30 см.

3. Глина бурая, с нечеткими границами. Мощность 8 см.

4. Глина серая, песчанистая, в центральной части – прослой рыжеватого песчаника мощностью 3 см. Мощность 25 см.

5. Глина красновато-бурая. Мощность 23 см.

6. Алеврит пестрый. Мощность 13 см.

7. Глина красновато-бурая, с плитчатой отдельностью. Мощность 35 см.

8. Алеврит серый, в верхней части – прослой рыжей и песчанистой глины мощностью 2 см. Мощность 7 см.

9. Глина красновато-бурая. Мощность 23 см.

10. Алеврит светло-серый. Мощность 18 см.

Обнажение 1д (пачка 2)

1. Глина красновато-бурая. Видимая мощность 18 см.

2. Алеврит серый, тонкослоистый. Мощность 40 см.

3. Глина красновато-бурая. Мощность 25 см.

4. Алеврит серый. Мощность 17 см.

5. Глина красновато-бурая, в верхней части – прослой светло-серого алеврита мощностью 5 см, с ризолитами. Мощность 80 см.

6. Алеврит светло-серый, в верхней части прослой светло-желтого песчаника. Мощность 35 см.

Обнажение 1е (пачка 2)

1. Алеврит серый. Видимая мощность 10 см.

2. Алеврит пестрый. Мощность 20 см.

3. Песчаник желтовато-серый, слабосцементированный, неяснослоистый. Мощность 40 см.

4. Глина серая, в верхней части алевритистая. Мощность 55 см.

5. Глина красновато-бурая, с ризолитами. Мощность 16 см.

6. Алеврит серый, в средней части 5-сантиметровый прослой красновато-бурой глины. Мощность 40 см.

7. Глина красновато-бурая, с пятнами оглеения, в нижней части – прослой светло-серого алеврита мощностью 5 см. Мощность 60 см.

8. Алеврит светло-серый. Видимая мощность 15 см.

Обнажение 1ж (пачка 2, пачка 3)

1. Глина пестрая. Видимая мощность 10 см.

2. Песчаник желтовато-серый, глинистый, слабосцементированный. Мощность 15 см.

3. Глина красновато-бурая. Мощность 30 см.

4. Глина желтовато-серая, песчанистая, переходящая в верхней части в пеструю. Мощность 40 см.

5. Глина красновато-бурая. Мощность 20 см.

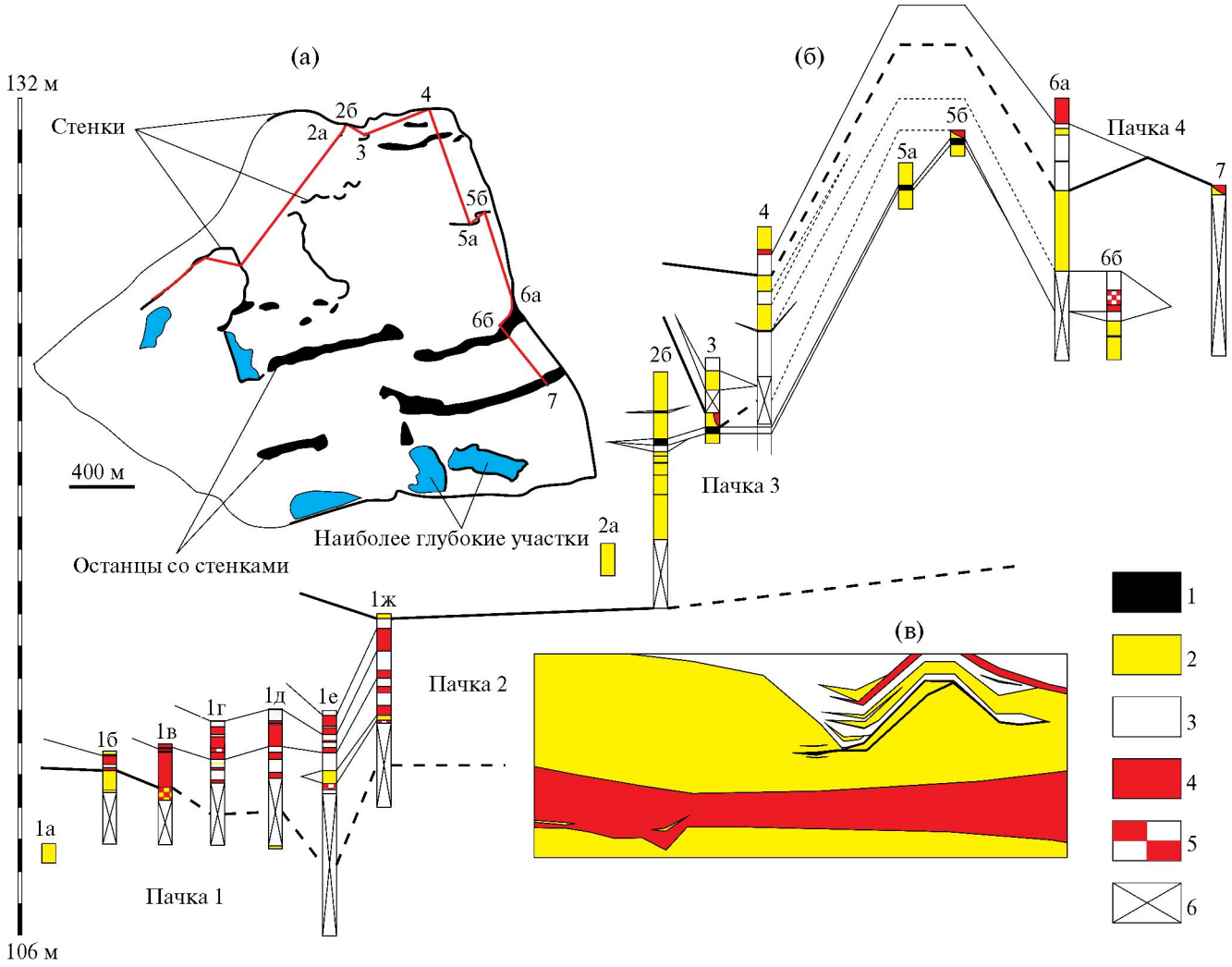

Рис. 4. Геологический разрез местонахождения Мансурово.
(а) – схема местонахождения с обозначением линии разреза 1а–7; (б) – корреляция по вскрышам 1а–7; (в) – геологическая модель по линии разреза 1а–7. Условные обозначения: 1 – конгломерат, 2 – песчаник, 3 – сероцветные глины и алевриты, 4 – красноцветные глины и алевриты, 5 – пестрые глины и алевриты, 6 – необнаженные участки.

6. Глина серая. Мощность 25 см.

7. Глина красновато-бурая. Мощность 20–25 см.

8. Глина серая, в кровельной части буроватая и песчанистая. Мощность 60 см.

9. Алеврит красновато-бурый, с единичными раковинами конхострак хорошей сохранности. Мощность 70 см.

10. Алеврит серый, переходящий к подошвенной части в бурый. Мощность 30 см.

11. Песчаник серый, среднезернистый, слабосцементированный, косослоистый. Видимая мощность 15 см.

Практически во всех слоях красновато-бурых глин и алевритов обнаружены ризолиты длиной до 30 мм и шириной до 3 мм, с желтоватой сердцевиной и серой каймой оглеения.

Обнажение 2а (пачка 3)

1. Песчаник желтовато-серый, среднезернистый, слабосцементированный, косослоистый, с глинистыми интракластами желтовато-бурыми, уплощенными, размером до 2 см. Видимая мощность 100 см.

Обнажение 2б (пачка 3)

2. Песчаник бежевый, мелкозернистый, слабосцементированный, неясно слоистый, с редкими фиолетовыми пятнами. В кровельной части встречаются плотные стяжения размером до 20 см, а также глинистые интракласты желтовато-бурые, размером до 7 см, залегающие параллельно плоскости напластования. Видимая мощность 140 см. В нижней части встречены изолированные кости черепа и посткраниального скелета тетрапод. Между кровельной частью слоя 1 и подошвенной частью слоя 2 интервал невскрытых пород мощностью первые десятки см.

3. Песчаник бежевый, мелкозернистый, глинистый, слабосцементированный, неяснослоистый, с редкими следами ожелезнения. Мощность 60 см.

4. Песчаник бежевый, мелкозернистый, от слабо- до сильносцементированного, косослоистый, угол наклона слойков 20°. Мощность около 37 см.

5. Глина серая, плавно переходящая в кровельной части в серый песчаник с пятнами ожелезнения. Залегание линзовидное. Мощность 3–4 см.

6. Песчаник светло-серый, мелкозернистый, среднесцементированный, пологоволнисто-слоистый. Мощность до 20 см.

7. Песчаник желтовато-серый, тонкогоризонтально-слоистый, слабосцементированный, с послойным ожелезнением в средней и кровельной частях. Мощность 13 см.

8. Глина серая, песчанистая, с плитчатой отдельностью. Залегание линзовидное. Мощность до 20 см.

9. Конгломерат серый, сильносцементированный. Обломочная часть представлена глинистыми интракластами бежевыми, уплощенными, размером до 4 см (в основном 0.5–1 см), плохо сортированными. Подошва волнистая. Залегание в виде протяженной линзы. Мощность 10–20 см.

10. Песчаник светло-серый, среднезернистый, от слабо- до сильносцементированного, горизонтально-слоистый, мощность слойков от 2 до 20 мм. В кровельной части прослеживаются линзовидные прослои малинового цвета мощностью до 4 см. Мощность около 80 см.

11. Конгломерат (как в слое 8) с волнистой подошвой. Залегание в виде протяженной линзы. Мощность до 7 см.

12. Песчаник желтовато-серый, крупнозернистый, среднесцементированный, косослоистый, угол наклона слойков 15°. Видимая мощность 120 см.

Обнажение 3 (пачки 3 и 4)

1. Конгломерат серый, сильносцементированный. Соответствует слою 9 разреза 2б. Мощность до 20 см.

2. Песчаник серый, мелкозернистый, сильносцементированный, косослоистый. Видимая мощность 45 см.

3. Глина красновато-бурая, врезообразного залегания, с многочисленными растительными остатками. Мощность до 45 см.

4. Песчаник желтовато-бурый, глинистый, слабосцементированный, пологоволнисто-слоистый. Видимая мощность 60 см. Между слоями 2–3 и 4 интервал невскрытых пород мощностью 70 см.

5. Глина серая, неяснослоистая, слюдистая. Видимая мощность 40 см.

Обнажение 4 (пачка 4)

1. Глина серая, массивная. Видимая мощность 140 см.

2. Гравелит серый. Залегание линзовидное. Мощность до 5 см.

3. Песчаник желтовато-серый и серый, местами сильносцементированный, неяснослоистый, с включениями серых уплощенных глинистых интракластов размером до 2 см. Мощность до 80 см.

4. Глина серая, местами ожелезненная. Мощность 40 см.

5. Песчаник желтовато-бурый, местами рыжеватый. Кровля и подошва нечеткие. Мощность 50 см.

6. Глина серая. Мощность 65 см.

7. Глина красновато-бурая. Залегание с пережимами. Мощность 15–40 см.

8. Песчаник серый, среднезернистый, среднесцементированный, косослоистый. Видимая мощность 70 см.

Обнажение 5а–5б (пачки 3 и 4)

1. Песчаник серый, мелкозернистый, слабосцементированный, с плотными стяжениями. Видимая мощность 60 см.

2. Конгломерат серый, линзовидного залегания. Соответствует слою 9 разреза 2б и слою 1 обнажения 1. Мощность до 20 см.

3. Песчаник серый, мелкозернистый, сильносцементированный, горизонтально-слоистый. Видимая мощность 70 см.

4. Глина красновато-бурая. Залегание с выклиниванием. Видимая мощность до 25 см.

Обнажение 6а (пачки 3 и 4)

1. Песчаник серый в нижней части и желтовато-серый в верхней части, среднезернистый, слабосцементированный, неяснослоистый, со следами ожелезнения. Мощность около 250 см.

2. Частое переслаивание серых глин и желтоватых песчаников среднесцементированных. В глинах встречаются карбонатные микролинзочки кремовые, протяженностью до 7 см и мощностью до 2 см. Мощность 90 см.

3. Песчаник серый, среднезернистый, сильносцементированный, косослоистый. Кровля волнистая. Мощность до 10 см.

4. Алеврит серый, с плитчатой отдельностью, ожелезненный, с лизновидными прослойками глинистого песчаника серого, мелкозернистого, мощностью до 2 см. Мощность 80 см.

5. Песчаник серый и желтовато-серый, среднезернистый, сильносцементированный, неяснослоистый. Мощность 20 см.

6. Алеврит желтовато- и буровато-серый, песчанистый. Мощность 15 см.

7. Глина красновато-бурая, алевритистая, с плитчатой отдельностью. Мощность 80 см.

Обнажение 6б (пачки 3 и 4)

8. Песчаник буровато-серый, слабосцементированный, неяснослоистый. Видимая мощность 70 см.

9. Глина желтовато-серая. Мощность до 5 см.

10. Глина серая, песчанистая, со следами ожелезнения и карбонатными журавчиками. Мощность 45 см.

11. Алеврит серый, с плитчатой отдельностью. Мощность около 30 см. Западнее по обнажению переходит в песчаник светло-серый и бежевый, среднезернистый, сильносцементированный, в подошвенной части горизонтально-слоистый (5 см), в средней части косослоистый (15 см) с углом наклона слойков 35°–40° и в верхней части горизонтально-слоистый (видимая мощность 15 см), со следами ожелезнения.

12. Глина красновато-бурая. Мощность около 20 см.

13. Глина пестрая, песчанистая. Мощность 45 см.

14. Частое переслаивание серых среднесцементированных глин и желтовато-серых слабосцементированных песчаников мелкозернистых, неяснослоистых. Мощность около 60 см.

Обнажение 7 (пачки 3 и 4)

1. Песчаник светло-серый, среднезернистый, слабосцементированный, косослоистый. Видимая мощность 30 см.

2. Глина красновато-бурая. Видимая мощность 30 см.

Текстурные особенности. На основании изучения особенностей морфологии кровельных и подошвенных поверхностей разноуровневых слоев песчаника пачки 3 были выделены донные формы, представленные различными знаками ряби, трещинами усыхания, а также микробиальными седиментационными структурами.

Знаки ряби. На кровле крупного блока песчаника с отпечатками флоры, происходящего из нижней части пачки 3, выделены донные формы, представленные асимметричными относительно узкими знаками ряби (тип 1) (рис. 5а). Для ряби характерны простые формы с округлыми сглаженными вершинами валиков. Валики слабоизогнутые, относительно узкие и асимметричные. Расстояние между вершинами соседних валиков составляет 50–60 мм, высота валиков 5–10 мм, индекс высоты ряби 7, индекс асимметрии валиков 2.7. Азимутальное направление потока ввиду не инситного залегания установить невозможно.

На гладкой подошве крупного блока песчаника, происходящего из нижней или средней частей пачки 3, с редкими железистыми включениями в виде уплощенных округлых бляшек диаметром до 15 мм выделены напластовые текстуры, представленные асимметричными широкими знаками ряби (тип 2) (рис. 5б). Для ряби характерны простые формы с округлыми сглаженными вершинами валиков. Валики слабоизогнутые, широкие и асимметричные. Расстояние между вершинами соседних валиков (впадины на подошве слоя) составляет 160–170 мм, высота валиков 15–17 мм, индекс высоты ряби 10, индекс асимметрии валиков 5.5. Данные по гранулометрии: см. “Литологическая характеристика. Песчаник пачки 3 (средняя часть)”. Азимутальное направление потока с учетом инситного залегания знаков ряби в низах пачки субмеридиональное: с севера на юг.

На кровле крупного блока песчаника, подстилающего слой конгломерата и соответствующего слою 7 обнажения 2б, выделены напластовые текстуры, представленные лингоидными знаками ряби с извилистыми и непротяженными валами (тип 3) (рис. 5в).

Трещины усыхания. Трещины усыхания обнаружены на подошвах отвальных блоков косослоистого песчаника, происходящих из отложений пачки 3, не ниже ее середины. Трещины прямые и слабоизвилистые, шириной (раскрытость) от 2 до 25 мм и глубиной от 2 до 20 мм. Образуют сетку из полигональных блоков размером от 10 до 400 мм, а также протяженные, длиной не менее 350 мм, недораскрытые трещины (рис. 5г, 5д).

Микробиальные осадочные текстуры. Среди песчаников пачки 3 (от самых низов до средней части) как на кровельных, так и на подошвенных поверхностях выделены многочисленные и разнообразные структуры, интерпретируемые как микробиальные (рис. 5е, 5ж). К ним относятся: различные по размеру купола (Bose, Chafetz, 2009; Cuadrado et al., 2013; Banerjee et al., 2014) (рис. 5е), линейные и гребенчатые складки в пределах знаков ряби (Ульяхин и др., 2023а), канавки, пучки (Lakhdar et al., 2020) (рис. 5ж), сильно изогнутые полигональные трещины.

Литологическая характеристика. Для уточнения генезиса выделенных литотипов четырех пачек местонахождения приводится их микролитологическая характеристика на основе изучения петрографических шлифов.

1. Песчаник пачки 1 (рис. 6а). Обломочная часть занимает около 60% от площади шлифа. Распределение обломков равномерное. Размер обломков 0.2–0.7 мм, в основном 0.5 мм. Обломки преимущественно изометричной и реже удлиненной и резкоудлиненной формы, в основном полуокатанные и угловатые и в меньшей степени окатанные, средне-сортированные, представлены в основном

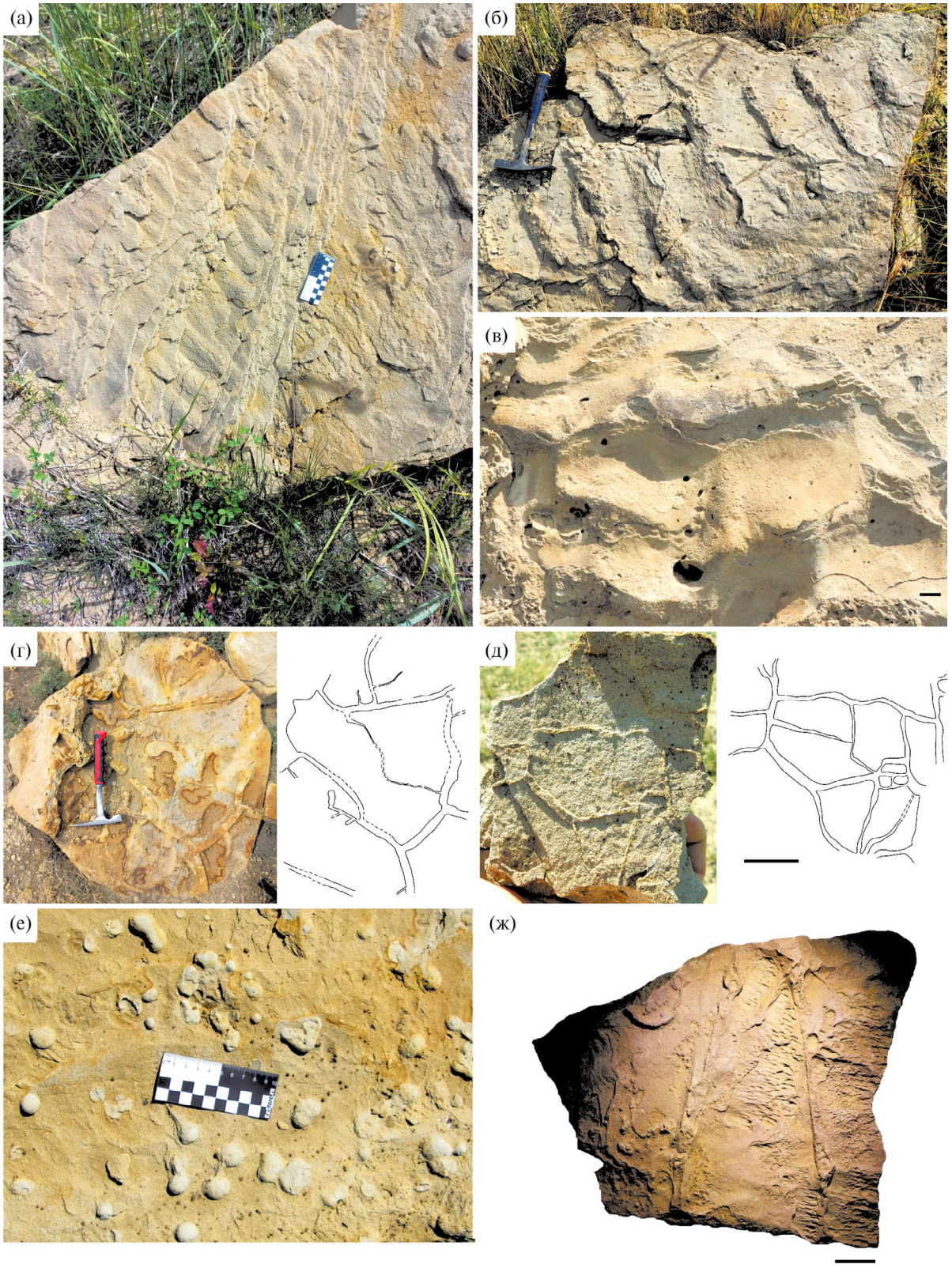

Рис. 5. Текстурные и структурные особенности песчаных пород пачки 3.
(а) – асимметричные узкие знаки ряби (тип 1); (б) – асимметричные широкие знаки ряби (тип 2); (в) – лингоидные знаки ряби (тип 3); (г) – широкие трещины усыхания на подошве песчаника; (д) – узкие трещины усыхания на подошве песчаника; (е) – прорванные газовые купола (?); (ж) – микробиальные седиментационные структуры (экз. ПИН, № 5880/28). Длина масштабной линейки 20 мм.

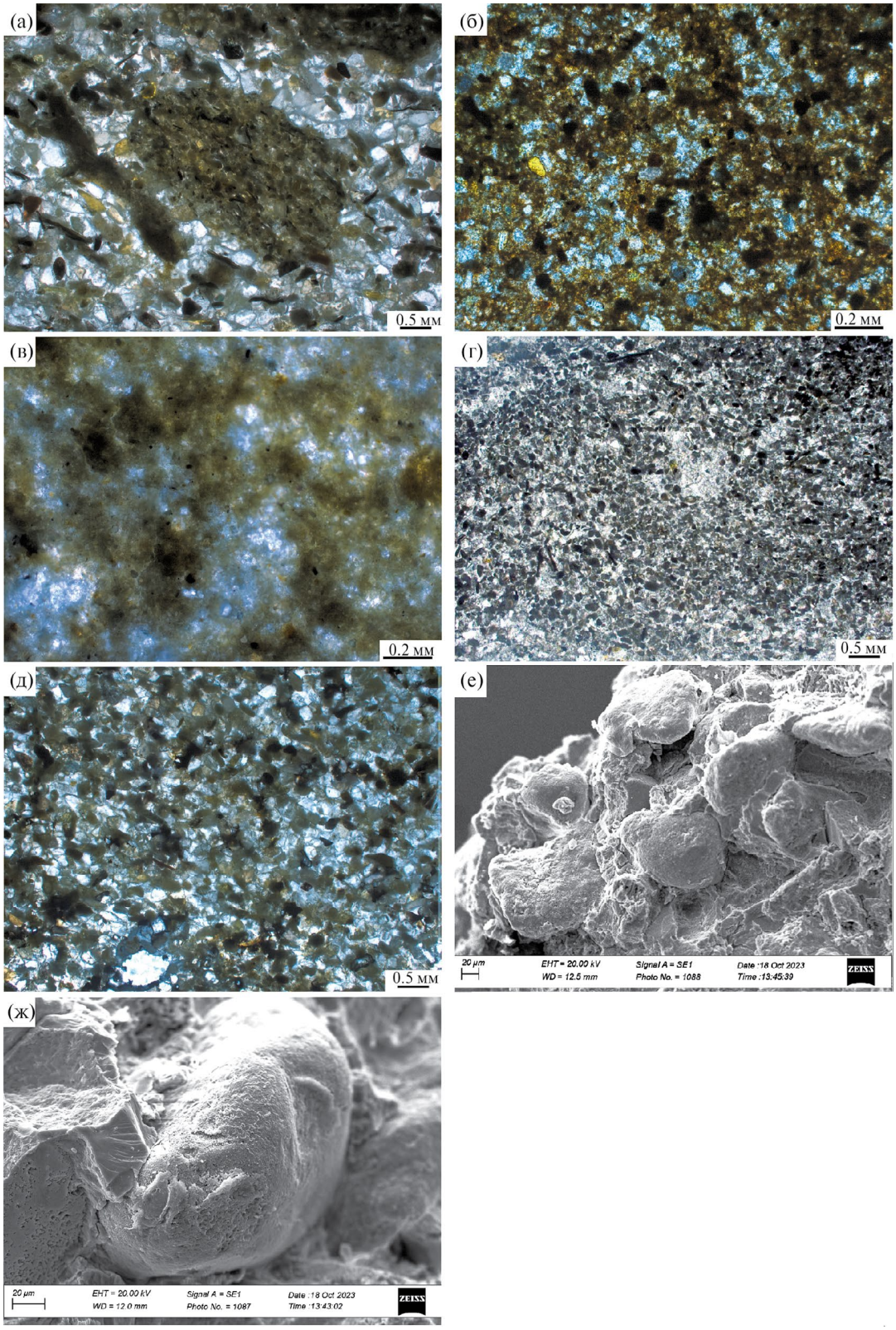

Рис. 6. Фото шлифов основных выделенных литотипов (не в скрещенных николях) и изображения (СЭМ) зерен кварца в песчанике. (а) – песчаник пачки 1 с обрывками микробиального мата в виде тонких лент, сложенных пелитоморфным материалом, а также катунов микрозернистого песчаника; (б) – глина пачки 2; (в) – глина из низов пачки 3 с микробиальными проявлениями; (г) – песчаник из средней части пачки 3 с зернами слюды; (д) – песчаник из верхов пачки 3; (е) – уплощенные полуокатанные зерна песчаника из нижней части пачки 3; (ж) – зерно песчаника из нижней части пачки 3 без эоловых микротекстурных особенностей.

кварцем и реже слюдами. Слюдистый материал представлен зернами длиной 0.25–1.0 мм, составляет около 5% от площади шлифа, распределен неравномерно, ориентирован преимущественно в одном направлении вдоль плоскости напластования. Форменные элементы представлены глинистыми интракластами средней окатанности, размером до 6 мм, а также микробиальными образованиями, распределенными неравномерно. Микробиальные образования в виде фрагментов пленок длиной до 4 мм и толщиной 0.5 мм, сгустково-комковатой микрозернистой структуры, без выраженной микрослоистости, с равномерно распределенными углефицированными органическими частицами, которые могут быть пеллетами беспозвоночных. Также обнаружены микробиальные образования в виде интракластов длиной до 0.6 мм, хорошо окатанных, удлиненных и резкоудлиненных, грубозернистой структуры, с включениями хорошо окатанных кварцевых зерен размером до 0.25 мм, неравномерно распределенного углефицированного детрита в основном резкоудлиненной формы. Цементирующая часть занимает около 40% от площади шлифа. Цемент преимущественно поровый, равномерный, сплошной, микрозернистой структуры. По минеральному составу преобладает глинисто-кальцитовый цемент. С учетом микролитологической характеристики, порода представлена песчаником крупнозернистым, полимиктовым, с глинисто-карбонатным цементом порового типа микрозернистой структуры.

2. Глина пачки 2 (низы) (рис. 6б). Обломочная часть занимает около 50% от площади шлифа. Распределение обломков равномерное. Помимо основных обломков глинистой размерности присутствуют единичные остроугольные обломки кварца размером до 0.05 мм и хорошо окатанные обломки силикатных минералов размером до 0.1 мм. Органические остатки представлены большим количеством углефицированного детрита в виде равномерно распределенных частиц преимущественно изометричной формы, размером 0.02–0.2 мм. Форменные элементы представлены глинистыми комками размером 0.05–0.15 мм, изометричной и удлиненной формы, распределенными равномерно. Цементирующая часть занимает около 50% от площади шлифа. Цемент поровый, равномерно кристаллической структуры. По минеральному составу преобладает кальцитовый цемент. С учетом микролитологической характеристики, порода представлена глиной мономинеральной, комковатой, с карбонатным цементом порового типа равномерно кристаллической структуры.

3. Глина пачки 3 (низы) (рис. 6в). Обломочная часть занимает около 90% от площади шлифа. Органические остатки представлены углефицированными включениями размером 0.01–0.06 мм, занимающими около 3% от площади шлифа, равномерно распределенными, в основном изометричными и реже сильно удлиненными. Форменные элементы представлены глинистыми преимущественно сгустками и реже комками микробиальной природы размером 0.05–0.5 мм, в основном изометричной и реже удлиненной формы, распределенными равномерно. Для сгустково-комковатого заполнителя характерны трещиноватая текстура и местами зернистая структура. Зерна размером до 0.02 мм, изометричные, слабоокатанные. Цементирующая часть занимает около 10% от площади шлифа. Цемент поровый, несплошной, равномерно кристаллической структуры. По минеральному составу преобладает кальцитовый цемент. С учетом микролитологической характеристики, порода представлена глиной мономинеральной, сгустково-комковатой, с карбонатным цементом порового типа равномерно кристаллической структуры, с микробиальными проявлениями.

4. Песчаник пачки 3 (средняя часть) (рис. 6г). Обломочная часть занимает около 40% от площади шлифа. Распределение обломков неравномерное. Размер обломков 0.1–0.4 мм, в основном 0.2 мм. Обломки преимущественно удлиненной и реже изометричной и резкоудлиненной формы, в основном окатанные и в меньшей степени полуокатанные, хорошо сортированные, представлены в основном кварцем и реже слюдами. Слюдистый материал представлен зернами длиной до 0.6 мм, распределенными неравномерно, занимающими около 3% от площади шлифа, ориентированными преимущественно вдоль плоскости напластования. Цементирующая часть занимает около 60% от площади шлифа. Цемент базальный и поровый, неравномерный, пойкилитовой структуры, по минеральному составу глинисто-кальцитовый. С учетом микролитологической характеристики порода представлена песчаником мелкозернистым, полимиктовым, с глинисто-карбонатным цементом базально-порового типа пойкилитовой структуры.

5. Песчаник пачки 3 (верхи) (рис. 6д). Обломочная часть занимает около 70% от площади шлифа. Распределение обломков равномерное. Размер обломков 0.15–0.5 мм, в основном 0.25 мм. Обломки преимущественно изометричной и реже удлиненной и резкоудлиненной формы, в основном полуокатанные и окатанные и в меньшей степени угловатые, хорошо сортированные. По минеральному составу обломочная часть представлена в основном кварцем и реже слюдами. Слюдистый материал представлен единичными зернами длиной до 0.4 мм. Цементирующая часть занимает около 30% от площади шлифа. Цемент поровый, неравномерный, несплошной, микрозернистой структуры, по минеральному составу глинисто-кальцитовый. С учетом микролитологической характеристики, порода представлена песчаником среднезернистым, полимиктовым, с глинисто-карбонатным цементом порового типа микрозернистой структуры.

ФАУНИСТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ТЕТРАПОД, МАКРОФЛОРА И ИХНОФОССИЛИИ МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ МАНСУРОВО

Комплекс тетрапод. Из местонахождения Мансурово известен характерный для устьмыльского горизонта комплекс тетрапод (группировка Wetlugasaurus malachovi фауны Wetlugasaurus; Новиков, 2018). Таксономическое разнообразие тетрапод в этом местонахождении наиболее велико по сравнению с другими местонахождениями гостевской свиты. Все костные остатки происходят из песчаной пачки 3 разреза Мансурово (рис. 7, 8).

Амфибии. Встреченные в местонахождении остатки амфибий (рис. 7) принадлежат типичным для указанной выше группировки формам темноспондилов – позднему виду капитозаврида Wetlugasaurus (W. malachovi Novikov) и трематозавриду Angusaurus sp. Находки Wetlugasaurus представлены черепом молодой особи, который является наиболее полным среди всех известных на сегодняшний день краниальных остатков этого рода, а также фрагментами нижних челюстей и отдельными таблитчатыми костями. Череп (экз. ПИН, № 5880/30) характеризуется (рис. 7а): (1) утолщенными “рогами” таблитчатых костей, скульптированная поверхность которых сильно наклонена в сторону ушных вырезок (это же относится и к изолированной таблитчатой кости: экз. ПИН, № 5880/31), (2) хорошо развитой crista ascendens на задней поверхности восходящей пластины птеригоида и (3) наличием тонкой полосы шагрени на небных ветвях pterygoideum. Признаки 1 и 2 являются диагностическими для Wetlugasaurus

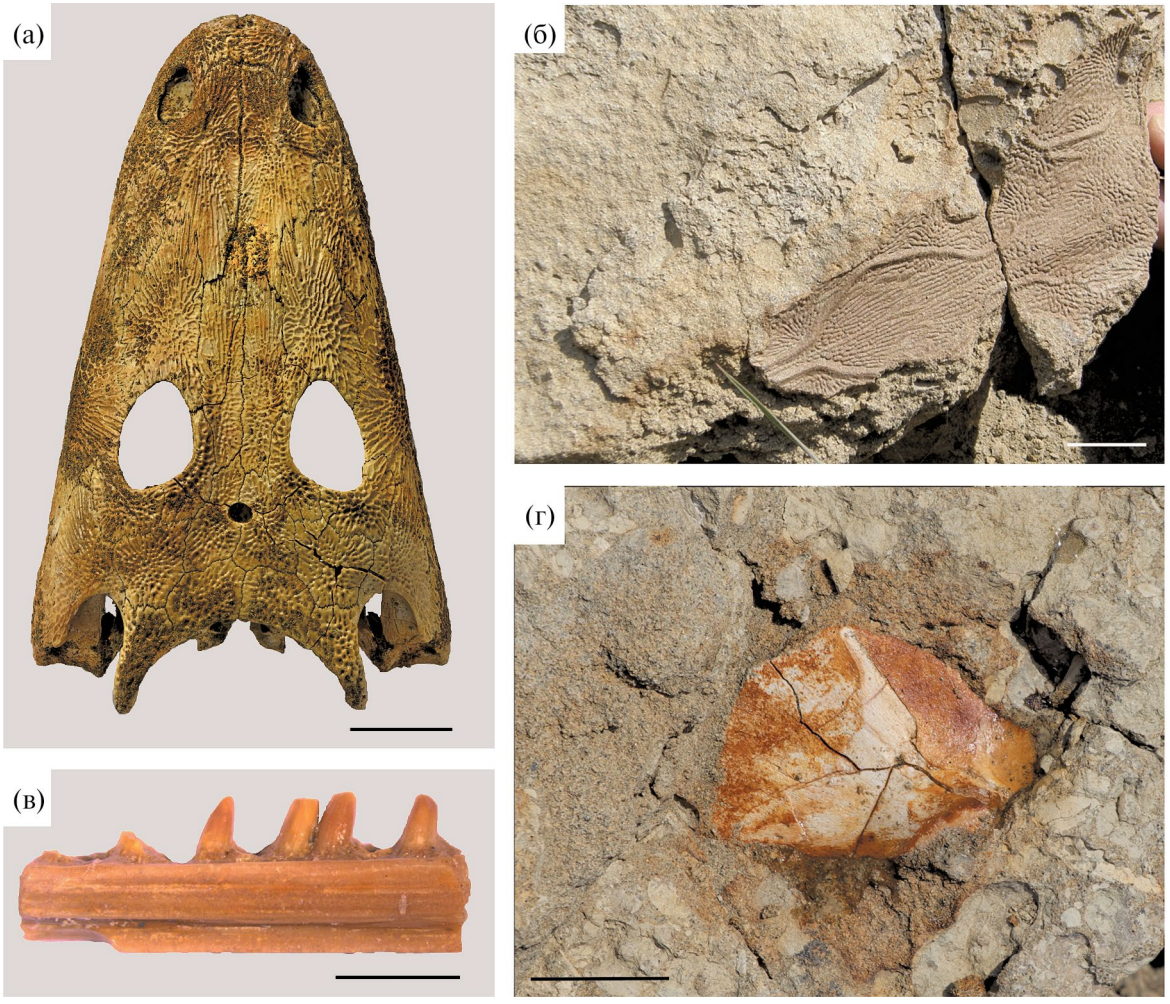

Рис. 7. Остатки тетрапод.
(а) – череп Wetlugasaurus malachovi, экз. ПИН, № 5880/30; (б) – Angusaurus sp., экз. ПИН, № 5880/36, отпечаток крыши черепа в момент находки; (в) – фрагмент правой зубной кости мелкоразмерного Temnospondyli, вид с лингвальной стороны, экз. ПИН, № 5880/10; (г) – межключица Temnospondyli в костеносном конгломерате пачки 3. Оренбургская обл., Первомайский р-н, местонахождение Мансурово; нижний триас, нижнеоленекский подъярус, устьмыльский горизонт, гостевская свита. Длина масштабной линейки 20 мм (а, б, г), 2 мм (в).

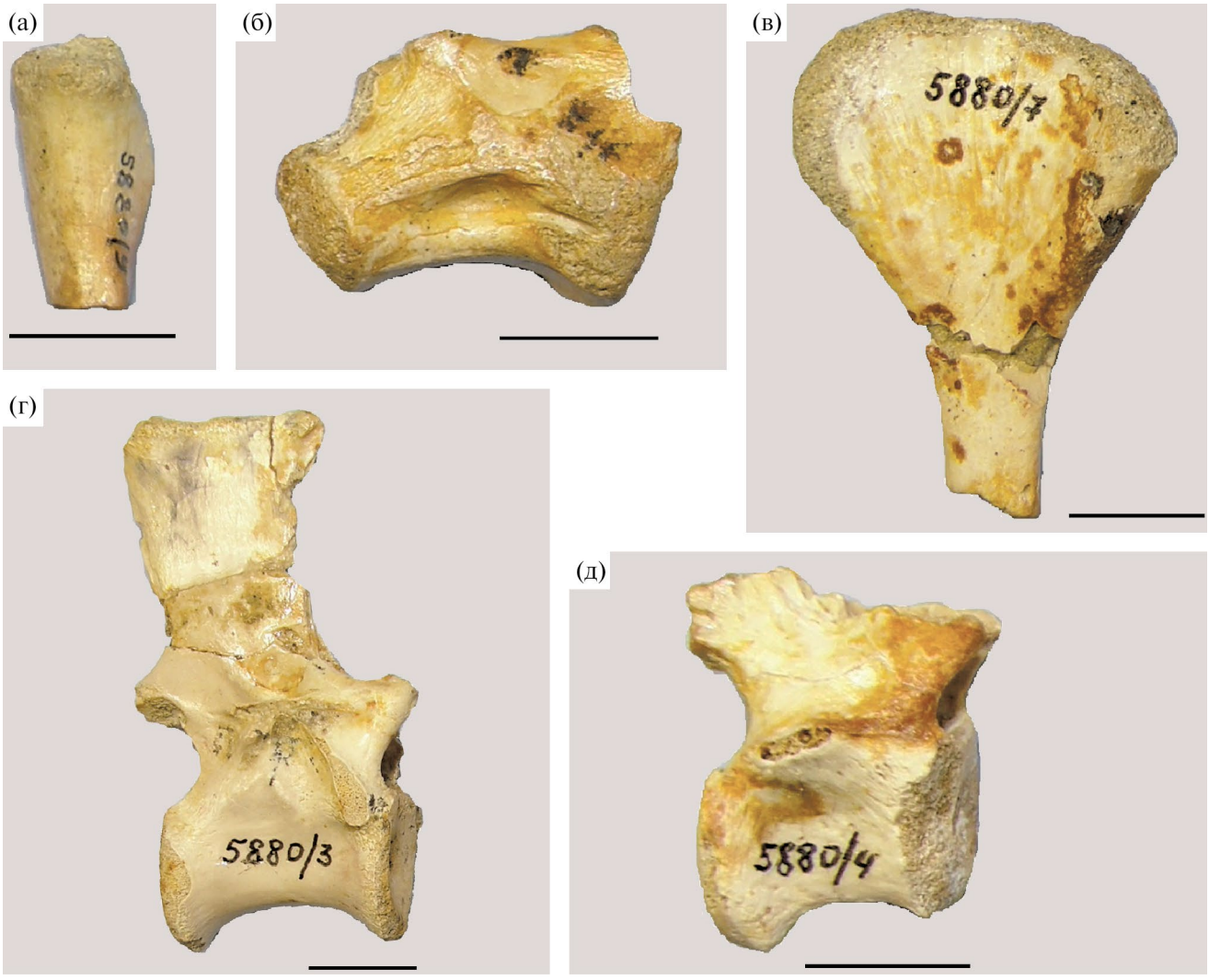

Рис. 8. Изолированные кости архозавроморф.
(а) – Microcnemus sp., экз. ПИН, № 5880/9, проксимальный фрагмент правой бедренной кости, вид с дорсальной стороны; (б) – Tsylmosuchus (?) jakovlevi Sennikov, 1990, экз. ПИН, № 5880/5, неполный среднешейный позвонок, вид с латеральной стороны (справа); (в) – Chasmatosuchus (?) sp., экз. ПИН, № 5880/7, проксимальная часть правой плечевой кости, вид с вентральной стороны; (г, д) – Thecodontia fam. indet.: (г) – экз. ПИН, № 5880/3, среднетуловищный позвонок, вид с латеральной стороны (справа), (д) – экз. ПИН, № 5880/4, неполный переднехвостовой позвонок, вид с латеральной стороны (справа). Оренбургская обл., Первомайский р-н, местонахождение Мансурово; нижний триас, нижнеоленекский подъярус, устьмыльский горизонт, гостевская свита. Длина масштабной линейки 10 мм.

malachovi, в то время как присутствие (признак 3) или отсутствие шагрени отмечено у представителей этого вида на разных стадиях онтогенеза, причем ее наличие выявлено только у молодых особей (Новиков, 2018). Фрагмент нижней челюсти (экз. ПИН, № 5880/37) также обладает типичным для Wetlugasaurus malachovi признаком – слегка расширенным каудально ретроартикулярным отростком.

Присутствие в местонахождении трематозаврида Angusaurus sp. определено по почти полному отпечатку крыши черепа (экз. ПИН, № 5880/36; рис. 7б) и фрагменту черепа (экз. ПИН, № 5880/35), которые позволили установить степень посторбитального удлинения крыши черепа, схожего с таковым у представителей рода Angusaurus (см. Новиков, 2018).

Рептилии. Рептилии представлены архозавроморфами (пролацертилиями и текодонтами) – Microcnemus sp., Chasmatosuchus (?) sp. и Tsylmosuchus (?) jakovlevi Sennikov, 1990 (рис. 8). Точное определение систематической принадлежности остатков рептилий затруднено тем, что они представлены только изолированными костями или их фрагментами.

К пролацертилии Microcnemus sp. мы относим проксимальный фрагмент правой бедренной кости (экз. ПИН, № 5880/9) (рис. 8а), по форме и размеру

сходный с лектотипом Microcnemus efremovi Huene, 1940.

Все остатки текодонтов из местонахождения принадлежат относительно небольшим особям. Среди них достаточно уверенно диагностируется удлиненное тело среднешейного (третьего–пятого) позвонка попозавроида Tsylmosuchus, наиболее вероятно, Tsylmosuchus jakovlevi (экз. ПИН, № 5880/5) (рис. 8б). Длина тела позвонка 25 мм, высота спереди 10 мм, отношение высоты к длине 2.5. Тело позвонка сильно сжато с боков посередине. Ось тела значительно отклоняется от горизонтали. Диапофиз и парапофиз расположены довольно низко у переднего края тела позвонка. От поперечного отростка диапофиза к верхней части заднего края тела позвонка отходит задняя центродиапофизарная (постдиапофизарная) пластина. Под этой пластиной расположена глубокая центрофиапофизарная (инфрадиапофизарная) впадина. Вентральный киль в виде слабо выступающего тонкого одинарного гребня.

Проксимальная часть правой плечевой кости с расширенным эпифизом и высоко расположенным дельтопекторальным гребнем (экз. ПИН, № 5880/7) (рис. 8в), вероятно, принадлежит протерозухиду Chasmatosuchus.

Туловищный и хвостовые позвонки текодонтов из местонахождения Мансурово могут принадлежать Chasmatosuchus или Tsylmosuchus, так как при одинаковых или близких размерах признаки различия для позвонков этих отделов отсутствуют. Почти полностью сохранившийся среднетуловищный позвонок (экз. ПИН, № 5880/3) характеризуется высоким, тонким, расширяющимся в передне-заднем направлении в верхней части остистым отростком, расположением диапофиза в основании невральной дуги посередине длины позвонка, а парапофиза – в верхней части тела позвонка у его переднего края (рис. 8г). Экземпляры ПИН, 5880/4 (рис. 8д) и 5880/8 представляют собой неполные преднехвостовые позвонки. Любопытно, что экз. ПИН, № 5880/8 состоит из двух позвонков в естественном сочленении.

Макрофлора. В пределах глинистой пачки 2 обнаружены прослои с мелкими ожелезненными

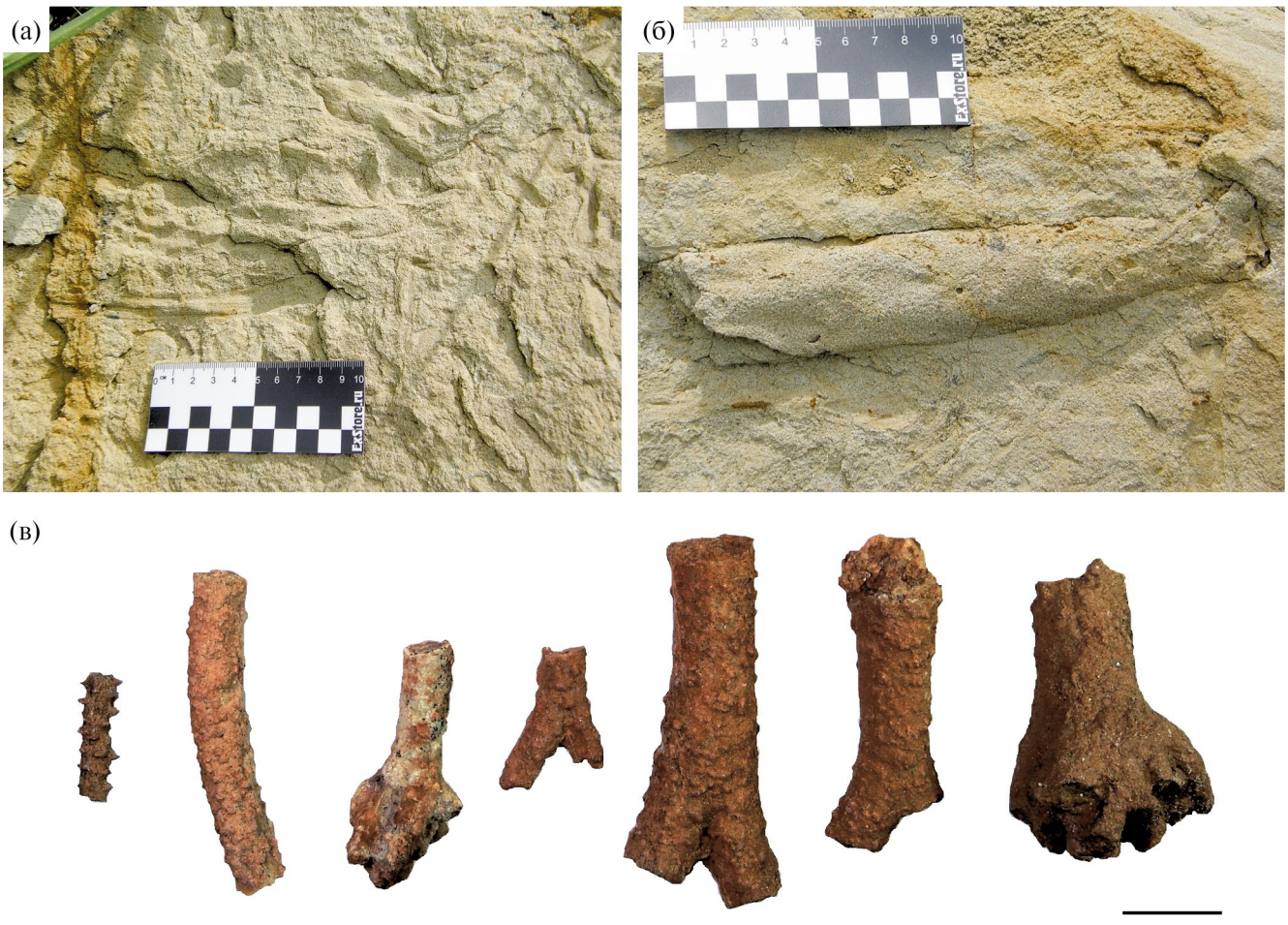

Рис. 9. Растительные остатки, возможно, плауновидных (?).
(а, б) – ядра фрагментов побегов из средней части пачки 3; (в) – ризолиты, замещенные кальцитом и песчаным материалом из низов пачки 4. Длина масштабной линейки 10 мм.

ризолитами – остатками мочковатых корневых систем растений, наиболее вероятно споровых.

В нижней части песчаной пачки 3 обнаружены остатки макрофлоры, представленные ядрами фрагментов разноориентированных прямых или изогнутых стволов и других частей относительно крупных растений, вероятно принадлежащих плауновидным, длиной до 20 см и толщиной до 4 см (рис. 9а, 9б). Следы углефикации отсутствуют.

В основании глинистой пачки 4 обнаружены многочисленные остатки ризолитов не инситного залегания в виде серых и бурых кальцитовых заполнений, прямых и изогнутых, на поверхности с закономерно расположенными бугорками, круглых в поперечном сечении, местами с признаками ветвления, диаметром 2–10 мм (рис. 9в).

Ихнофоссилии. Уникальная особенность рассматриваемого местонахождения – присутствие большого числа ихнофоссилий. Все обнаруженные ихнофоссилии происходят из песчаной пачки 3. Комплекс ихнофоссилий весьма разнообразный, представлен в основном противоотпечатками на подошвах блоков песчаника, обнаруженных в отвалах карьера.

В первую очередь следует отметить следы архозавроморф – Rhynchosauroides isp. и хиротериид, вероятно Protochirotherium isp. (экз. ПИН, № 5880/11-14), впервые найденных в Восточной Европе (рис. 10а). Хиротерииды представлены как следами хождения, так и следами плавания. Следы Rhynchosauroides, очевидно, принадлежат пролацертилиям, а именно найденным в этом местонахождении Microcnemus. Следы хиротериид были оставлены текодонтами, но из-за отсутствия информации о морфологии стопы Chasmatosuchus и Tsylmosuchus точнее определить их принадлежность затруднительно.

Среди следов беспозвоночных обнаружены следы ползания, зарывания и питания, в том числе Taenidium isp. и другие. Наиболее многочисленны следовые дорожки артропод Diplichnites triassicus (Linck, 1943) (экз. ПИН № 5880/1, 2; рис. 10б) (Ульяхин и др., 2023а, 2023б).

В дальнейшем планируется детальное изучение и описание комплекса ихнофоссилий местонахождения.

СТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ГОСТЕВСКОЙ СВИТЫ

Впервые выделенная и описанная В.П. Твердохлебовым (1970а, 1970б) гостевская свита была утверждена для юго-востока Волго-Уральской антеклизы (Бузулукской впадины) Межведомственным стратиграфическим совещанием по триасу Восточно-Европейской платформы в 1979 г. вместо упраздненной ромашкинской свиты (Решение..., 1982). На протяжении довольно долгого времени свита являлась частью надветлужских (яренских) отложений позднеоленекского возраста (Твердохлебов, 1970а; Решение..., 1982). Основанием для этого было присутствие в голостратотипе “проблематичных” остатков темноспондила Trematosaurus, а также, несомненно, яренского комплекса тетрапод из местонахождения Рассыпная (Ивахненко и др., 1997), вмещающие отложения которого ошибочно относились к гостевской свите (Новиков и др., 1998). При последующей ревизии материалов по тетраподам из гостевской свиты стратотипического района был сделан вывод о том, что гостевский комплекс тетрапод является одновозрастным фауне устьмыльского горизонта более северных регионов (Печорская и Мезенская синеклизы) (Гусева и др., 1996; Новиков, 2018),

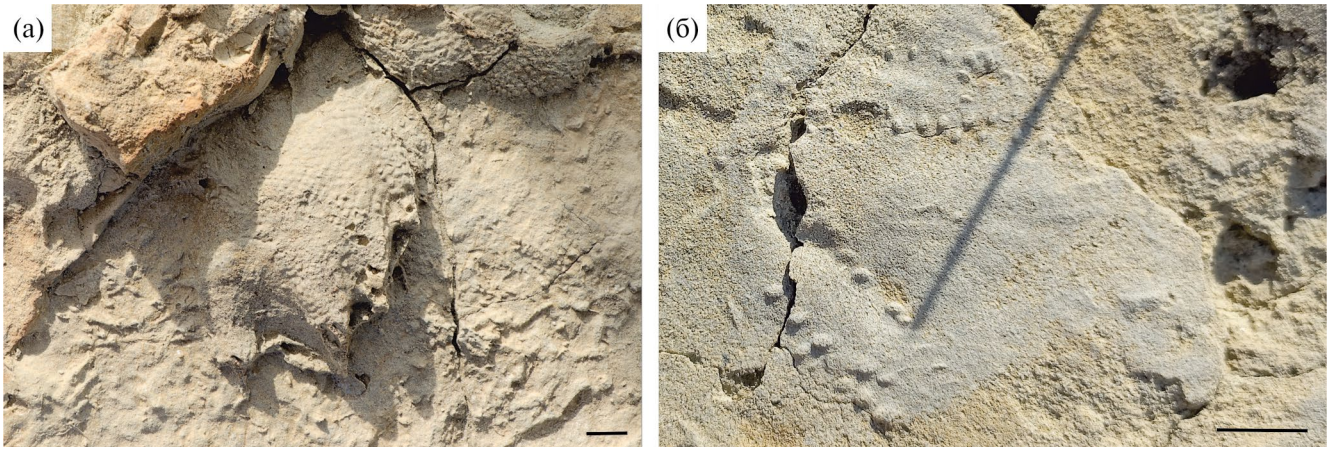

Рис. 10. Ихнофоссилии.
(а) – противоотпечатки следов архозавроморф Rhynchosauroides isp. и Protochirotherium (?) isp., экз. ПИН, № 5880/13; (б) – противоотпечатки следовых дорожек артропод Diplichnites triassicus, экз. ПИН, № 5880/1. Оренбургская обл., Первомайский р-н, местонахождение Мансурово; нижний триас, нижнеоленекский подъярус, устьмыльский горизонт, гостевская свита. Длина масштабной линейки 10 мм.

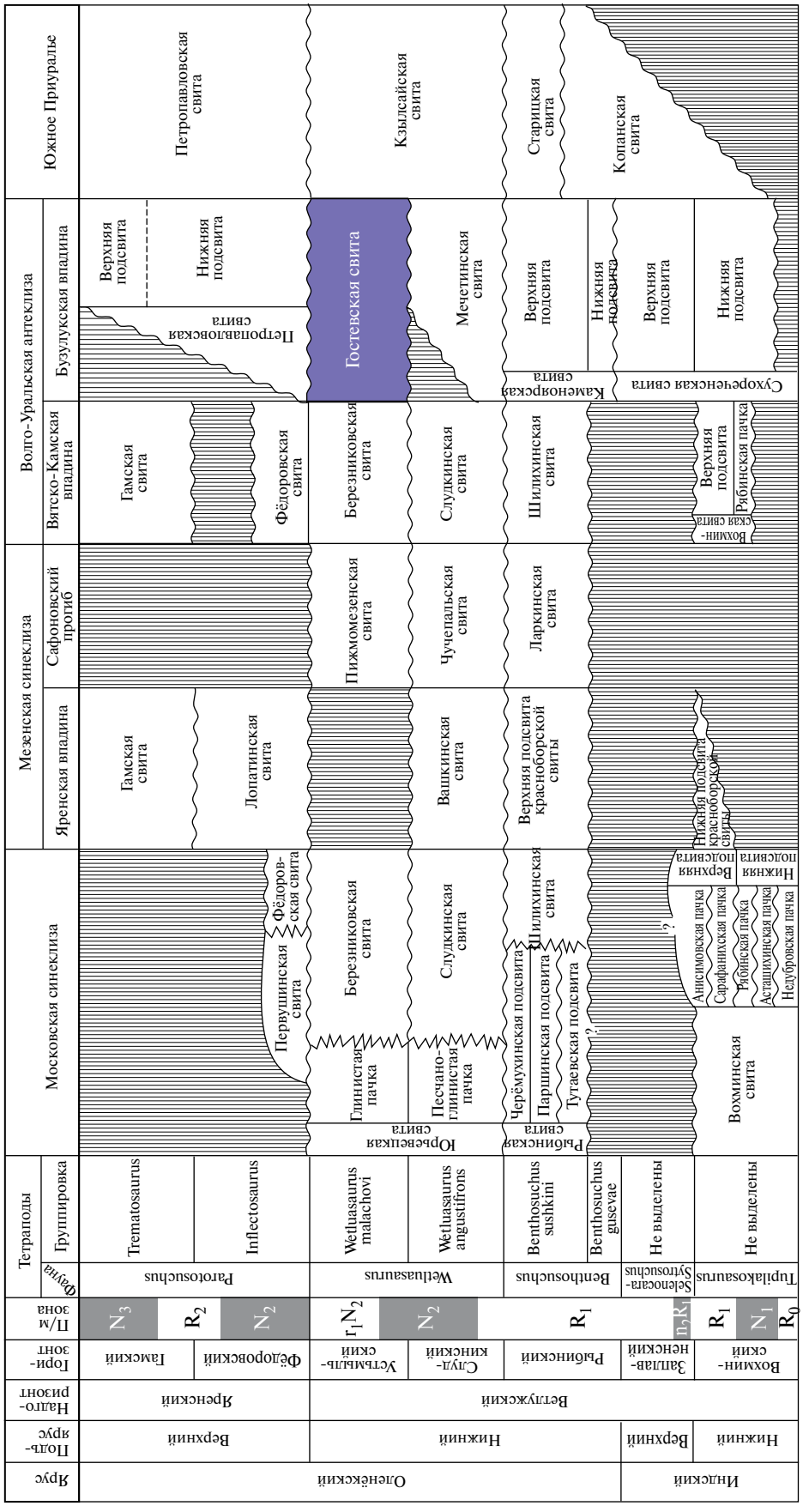

Рис. 11. Положение гостевской свиты на унифицированной стратиграфической схеме нижнего триаса Московской и Мезенской синеклиз, Волго-Уральской антеклизы и Южного Приуралья (по Новиков, 2018).

в то время как костеносные отложения местонахождения Рассыпная были отнесены к петропавловской свите, занимающей более высокое стратиграфическое положение (Новиков и др., 1998). В итоге было доказано соответствие гостевской свиты устьмыльскому горизонту (Новиков и др., 1998; Новиков, Сенников, 2001).

Устьмыльский горизонт, занимающий терминальное положение в составе ветлужского надгоризонта нижнего триаса Восточно-Европейской платформы (рис. 11), был впервые выделен И.В. Новиковым, В.Р. Лозовским, М.А. Шишкиным и М.Г. Минихом (Новиков и др., 1990). Он включает отложения, охарактеризованные группировкой тетрапод Wetlugasaurus malachovi фауны Wetlugasaurus, и соответствует по ихнофауне подзоне Gnathorhiza triassica beresnikiensis (Новиков, 2018). Стратотип горизонта располагается на правом берегу р. Цильма (левый приток р. Печора), в 1.5 км ниже устья р. Мыла (Новиков и др., 1990). Нижняя часть горизонта имеет прямую остаточную намагниченность (зона N2T1), тогда как его верхняя часть характеризуется обратной намагниченностью и рассматривается в качестве субзоны (rN2T1) в пределах зоны N2T1 (Лозовский и др., 2011). Раннеоленекская датировка горизонта основана на данных палинологического анализа костеносных отложений в стратотипическом разрезе (Ильина, Новиков, 1994). В пределах Восточно-Европейской платформы помимо гостевской свиты Бузулукской впадины устьмыльский горизонт представлен березниковской свитой на востоке Московской синеклизы и в Вятско-Камской впадине, глинистой пачкой юрьевецкой свиты в западной части Московской синеклизы, верхней частью вашкинской свиты Яренской впадины и пижмомезенской свитой Сафоновского прогиба в Мезенской синеклизе, а также верхней частью чаркабожской свиты в Печорской синеклизе (Новиков и др., 1990; Новиков, 1994; Лозовский и др., 2011; Кухтинов и др., 2016). Нельзя также исключать присутствие горизонта в Южном Приуралье, где ему может соответствовать верхняя часть кзылсайской свиты (Миних, Миних, 2006; Новиков, 2018).

В Бузулукской впадине гостевская свита распространена в бассейнах рек Большой Иргиз, Чапаевка, Съезжая, Таволжанка и Бузулук (притоки р. Самара) (Новиков и др., 1998). Голостратотип и парастратотип свиты располагаются в бассейне р. Таволжанка (Борский район, Самарская область). Нижняя половина свиты (голостратотип) обнажается в верховьях оврага Мечеть (Сосновый Дол) в 4 км к юго-западу от с. Алдаркино, а ее верхняя часть (парастратотип) – по левому притоку оврага Даниловский Дол у южной окраины с. Гостевка (Твердохлебов, Твердохлебова, 2014). Свита залегает эрозионно на мечетинской свите (слудкинский горизонт) и представлена преимущественно сероцветными песчаниками и песками (Твердохлебов, 1970б). В основании свиты залегают серые конгломераты и песчаники, тогда как верхняя часть сложена красно-бурыми и зеленовато-серыми горизонтально-слоистыми глинами и алевролитами, переслаивающимися с песчаниками. Одной из характерных особенностей гостевской свиты в стратотипическом районе является существенное уменьшение красноцветности вмещающих отложений по сравнению с залегающими ниже породами (Новиков и др., 1998). Суммарная мощность свиты составляет около 50 м. Остатки тетрапод, характерных для раннеоленекской группировки Wetlugasaurus malachovi, найдены в конгломератах и песчаниках в низах свиты (Wetlugasaurus cf. malachovi, Angusaurus sp.), а также в песчаниках ее средней части (Wetlugasaurus sp., Angusaurus sp.). Остатки конхострак Cyclestheria rossica Novojilov и Pseudoestheria putjatensis Novojilov из красновато-бурых глин верхней части свиты также указывают на раннетриасовый возраст (Твердохлебов, Твердохлебова, 2014). Голостратотип свиты характеризуется обратной остаточной намагниченностью (Решение..., 1982). Верхняя граница гостевской свиты с батскими отложениями устанавливается по исчезновению красноцветных тонкозернистых пород и появлению зеленовато- и желтовато-серых горизонтально-слоистых алевролитов и глин с прослоями песков.

Местонахождение Мансурово (рис. 2) расположено в 60 км к югу от стратотипической местности. Несмотря на такую его отдаленность, представляется вполне вероятным, что песчаники и конгломераты в местонахождении и в разрезах стратотипической местности относятся к одному седиментационному бассейну. Однако линзовидные тела костеносных песчаников, вероятнее всего, представляют собой разные, не связанные друг с другом палеогеографически области речной седиментации. Литотип песчаников пачки 3 в разрезе местонахождения Мансурово схож с литотипом песчаников средней части сводного стратотипического разреза по наличию относительно мощной толщи сероцветных, мелко- и среднезернистых, полимиктовых, косослоистых песчаников с линзовидными прослоями конгломератов и глин с большим количеством рассеянных глинистых интракластов. Из этих отложений в обоих случаях известен одноименный комплекс тетрапод. При этом в разрезе местонахождения, в отличие от разрезов стратотипической местности, песчаники имеют в основном бежевый и желтовато-серый цвет, а из верхней части пачки 3 известны горизонтально-слоистые песчаники, отсутствующие в стратотипе. Наиболее тонкозернистые красновато-бурые и зеленовато-серые горизонтально-слоистые глины и алевролиты, переслаивающиеся с песчаниками, из средней части сводного разреза стратотипа обнаруживают большое сходство с пачкой 2 Мансуровского разреза. Однако в разрезах стратотипической

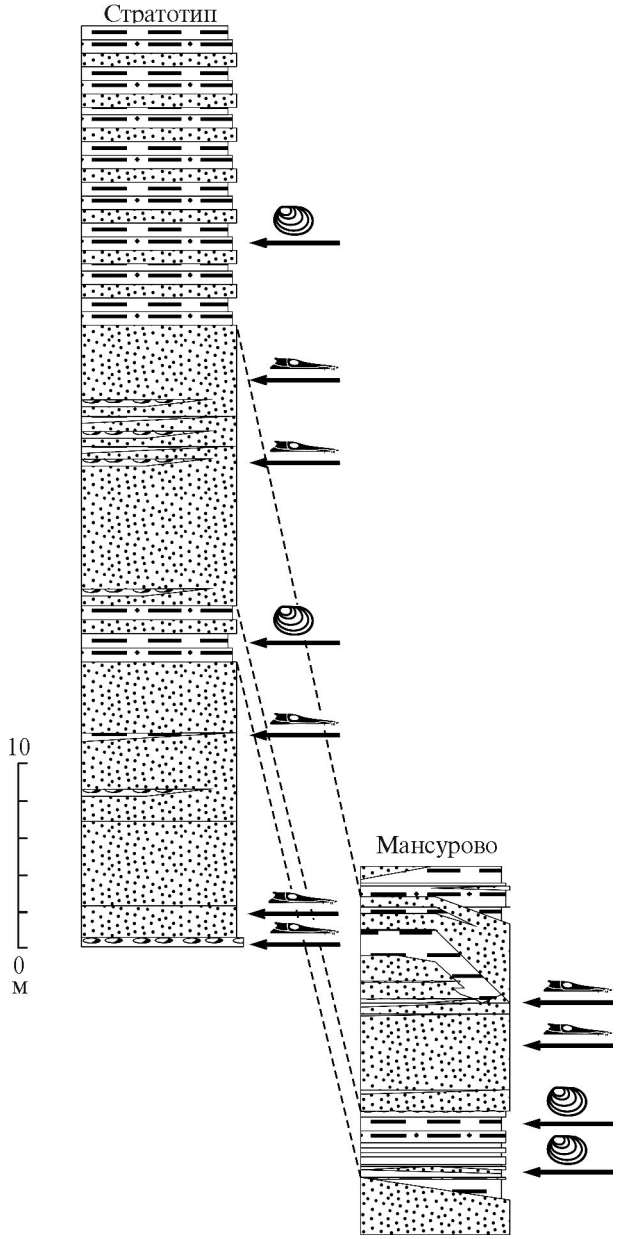

Рис. 12. Корреляция разреза Мансурово со стратотипическим разрезом гостевской свиты. Условные обозначения см. рис. 2.

местности отсутствуют корневые остатки, обнаруженные в большом количестве в рассматриваемом местонахождении. Таким образом, учитывая литологические особенности, разрез местонахождения Мансурово можно соотнести со средней частью сводного стратиграфического разреза гостевской свиты (рис. 12). Однако наиболее надежным критерием отнесения Мансуровского разреза к гостевской свите (как и к устьмыльскому горизонту) является тетраподная фауна. При этом следует отметить, что установленные в местонахождении Мансурово комплексы флоры, фауны и ихнофоссилий существенно дополняют известную только по тетраподам палеонтологическую характеристику гостевской свиты.

ОБСУЖДЕНИЕ

Седиментационная модель формирования местонахождения. В целом осадочные породы местонахождения Мансурово представлены флювиальной группой континентальных отложений с явной этапностью формирования осадочного комплекса (рис. 13). Их можно разделить на четыре седиментационных цикла, соответствующих выделенным пачкам (снизу вверх):

1) русловая фация (прирусловая отмель);

2) пойменная фация (внутренняя прирусловая пойма);

3) русловая фация (прирусловая и стрежневая отмели);

4) пойменная фация (внешняя прирусловая пойма).

Область седиментации при формировании пачки 1 представляла собой прирусловую отмель с очень низким энергетическим уровнем, на что указывает высокая глинистость и большое количество быстро отложенного с незначительной переработкой слюдистого материала (рис. 13а). При этом происходил размыв ранее отложенных серых глин и песчаников и сформированных на них микробиальных пленок.

Область седиментации при формировании пачки 2 представляла собой внутреннюю прирусловую пойму, несколько отдаленную от русла (рис. 13б). Ритмичное чередование красновато-бурых и светло-серых слоев свидетельствует о цикличности режима заливаемой в половодье поймы, периодически сопровождаемого осаждением песчаного материала. Светло-серые слои алевритов и песчанистых глин, местами с выклиниванием, мощностью от 5 до 40 см соответствуют основной фазе половодья, которое распространялось по площади довольно неравномерно с учетом особенностей рельефа и высоты уровня воды. Красновато-бурые в целом более мощные (от 8 до 120 см) слои глин и алевритов формировались, вероятнее всего, в ложбинах при очень низкой гидродинамической активности, на что указывает высокое содержание слюды. Многочисленные ризолиты в красноцветных породах указывают на начальные этапы почвообразования, которые не успевали развиться до образования полноценных педокомплексов (характерны для внутренней поймы) из-за крайней нестабильности и частой смены водного режима. Плохо выраженная слоистость в пределах слоев указывает на переработку осадка корневыми системами и, возможно, животными. Малочисленность в пределах пачки конхострак и отсутствие остракод, возможно, связано с частым осушением, что

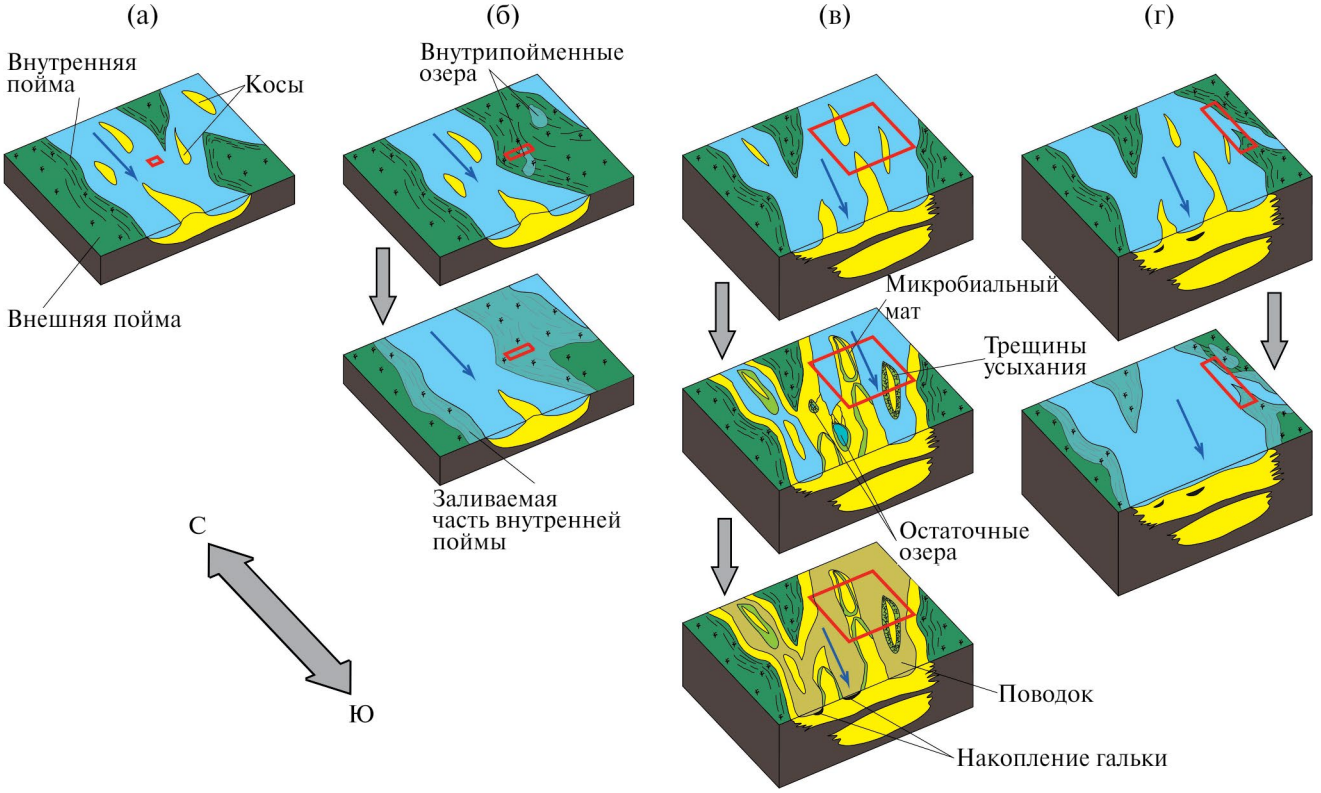

Рис. 13. Седиментационная модель формирования местонахождения на примере выделенных пачек и характерных для них стадий накопления осадочного материала.
(а) – пачка 1, (б) – пачка 2, (в) – пачка 3, (г) – пачка 4. Красным отмечена область седиментации.

может указывать на семиаридный климат (Твердохлебов, 2001, 2011; Твердохлебов, Твердохлебова, 2010).

Область седиментации при формировании пачки 3, в пределах которой происходило захоронение костных остатков, следов тетрапод и беспозвоночных, представляла собой блуждающие мелководные русла реки, разветвленной на рукава, с неустойчивым и сменным режимом скорости осадконакопления (рис. 13в). В начальные этапы формирования пачки происходила активная седиментация вместе с песчаным глинистого и слюдистого материалов, тогда как на завершающем этапе глинистость и слюдистость заметно снижаются. Установленные типы ряби течения указывают не только на разную глубину, но и на изменение скорости течения. Рябь типов 1 и 2 является мелководной, сформированной на песчаной отмели с глубиной более 1 м, причем рябь типа 2 – при большей скорости течения (Reineck, Singh, 1973; Фролов, 1992; Baas et al., 2013; Das, 2016). Рябь типа 3 сформирована в более мелководной зоне песчаной отмели с глубиной, не превышающей 1 м (Baas, 1978; Das, 2016). В мелководной зоне, в том числе в условиях крайнего мелководья (первые десятки см) прирусловой отмели, при низкой и очень низкой гидродинамической активности, на поверхности песчаного и песчано-глинистого осадка формировались тонкие пленки цианобактериальных матов с образованием различных микробиальных структур: гребенчатых складок, газовых куполов и пр. В местах с наименьшей глубиной, приближенных к берегу, происходило вспучивание микробиальных пленок за счет газовых выделений с образованием многочисленных небольших куполов (Bose, Chafetz, 2009; Cuadrado et al., 2013; Banerjee et al., 2014). В относительно мелководной зоне, лишенной гидродинамической активности (отмели в тихих заводях), происходило заиливание в межень с сезонной седиментацией светлых глинистых илов, практически лишенных слюдистого и псаммитового материала. Некоторые из илов накапливались на подводном склоне с периодическим оползанием и образованием соответствующих линзовидных текстур, в том числе линзочек песчаника. На поверхности илов также формировались цианобактериальные маты с образованием линейных складок вдоль склонов валов ряби течения. Мелководные участки с наибольшей скоростью течения образовывали стрежень, где происходило накопление относительно рассеянного и наиболее грубозернистого материала, в том числе галечной размерности – нижняя половина пачки. В пределах исследованного разреза седиментация осадков происходила неравномерно вследствие блуждания

речных рукавов и их периодического пересыхания. В гостевское время климат на рассматриваемой территории был жарким и семиаридным (Твердохлебов, 2001; Шишкин и др., 2006). Выявленные широкие (до 2.5 см) трещины усыхания на разных уровнях нижней части пачки, с учетом их морфологии и топографии, свидетельствуют о продолжительном пересыхании заиленных мелководных участков реки. О пересыхании также свидетельствуют полигональные трещины цианобактериальных матов. Тетраподы оставляли свои следы в обмелевшем участке стрежени с развитым микробиальным матом. Мат успевал сформироваться при очень низкой скорости течения в пределах рассматриваемого участка, а после поднятия уровня воды быстро заносился аналогичными стрежневыми отложениями с большим количеством разноразмерных (3–35 мм) сероглиняных интракластов. Присутствие в разрезе песчаной пачки эоловых отложений, выделяемых в песчаниках нижнего триаса Оренбургской области (Твердохлебов, 1971, 2001; Твердохлебов, Твердохлебова, 2010), не выявлено ни по структурно-текстурному анализу пород, в том числе в шлифах, ни по микроструктурным особенностям поверхности зерен обломочной части песчаника (рис. 6е, 6ж). Однако стоит допускать появление на пересохших участках речного русла сухого и переносимого ветром песка, который не формировал эоловых аккумулятивных форм рельефа. Неоднократно повторяющийся засушливый режим с пересыханием в пределах исследуемого участка сменялся на режим с наполнением русла водой. Происходил размыв ранее отложенных и дегидратированных во время засухи серых (прирусловая отмель) и красных (пойменных) глин с образованием глинистых интракластов. Также происходило дальнейшее нарушение сплошности пленок цианобактериальных матов: их растрескивание и образование отдельных обрывков (Ульяхин и др., 2023а) с их попаданием в перекрывающие песчаные осадки (Cuadrado, 2020; McMahon et al., 2021). При этом поток был с низким энергетическим уровнем, так как несомый песчаный материал включал большое количество частиц глин и слюды. В пределах участков пересохшего русла, подвергшихся воздействию временных и активных потоков (сезонные паводки) с наибольшей скоростью течения, происходила седиментация наиболее крупноразмерного обломочного материала ближнего сноса при подавляющем влиянии процессов размыва ранее сформированных местных пород. Таким образом, происходило образование внутриформационных, плохо сортированных и относительно маломощных конгломератов с преобладанием окатышей глин и песчаников. Данные потоки, вероятно, были кратковременными, поскольку линзы конгломератов песчаной пачки по мощности не превышают в большинстве случаев 0.5 м. Судя по распространению конгломератов в пределах площади карьера, направление временных потоков было субмеридиональным. Этому не противоречит также ориентация ряби течения (низы пачки 3) русловых песчаников инситного залегания, указывающая на направление течения с севера на юг. Речные рукава могли изолироваться от основного русла за счет развития кос. Берега этих русел поросли довольно крупными растениями.

Область седиментации при формировании пачки 4 представляла собой в основном внешнюю прирусловую пойму, непосредственно приближенную к речному руслу (рис. 13г). В целом отложения данной пачки более светлые и грубозернистые по сравнению с пачкой 2. Присутствие мощных слоев с частым переслаиванием серых глин и алевритов с песчаниками, местами невыдержанными по мощности и образующими линзочки, обусловлено сезонностью речного режима в период полых вод. Седиментация песчаного материала происходила в период половодий, а более тонкозернистых глин и алевритов в период спада полых вод. Тонкие карбонатные микролинзочки, вероятно, имеют гидрогенный генезис и могли формироваться в условиях недолго существовавших пойменных озер. Залегание в низах и в верхах пачки маломощных красновато-бурых глин свидетельствует о непродолжительной по времени смене режима с удалением русла от рассматриваемой области седиментации. Причем на нижних глинах данной пачки был развит растительный покров, представленный более крупными растениями, нежели при формировании глин пачки 2.

Тафономия. Остатки тетрапод из отложений пачки 3 немногочисленны (175 экз.) с учетом суммарной площади обнажений костеносных пород, не образуют локальных скоплений. Среди них преобладают остатки Temnospondyli (168 экз.) и гораздо более редкие кости Archosauromorpha (7 экз.) (рис. 14а). Остатки в большинстве изолированные (168 экз.), в основном фрагментарные и реже целые черепные и посткраниальные кости (рис. 14б) разной степени окатанности: от неокатанных (157 экз.) до среднеокатанных (18 экз.) (рис. 14в). Присутствуют кости с окатанными сколами. Сочлененные кости малочисленны (7 экз.). Цвет остатков кремовый и рыжеватый (86 экз.), светло-бурый (74 экз.) и белый (15 экз.) (рис. 14г). Все без исключения остатки тетрапод были окончательно захоронены не на месте их первоначального положения (не in situ). Среди Temnospondyli преобладают кости черепа в количестве 75 экз. (включая два целых черепа; рис. 14д). Нижнечелюстных костей 48 экз., в том числе 3 экз. представлены сочлененными постдентальными элементами. Посткраниальных элементов 45 экз. (преимущественно кости плечевого пояса, реже кости таза, конечностей и позвонковые элементы). Среди остатков Archosauromorpha

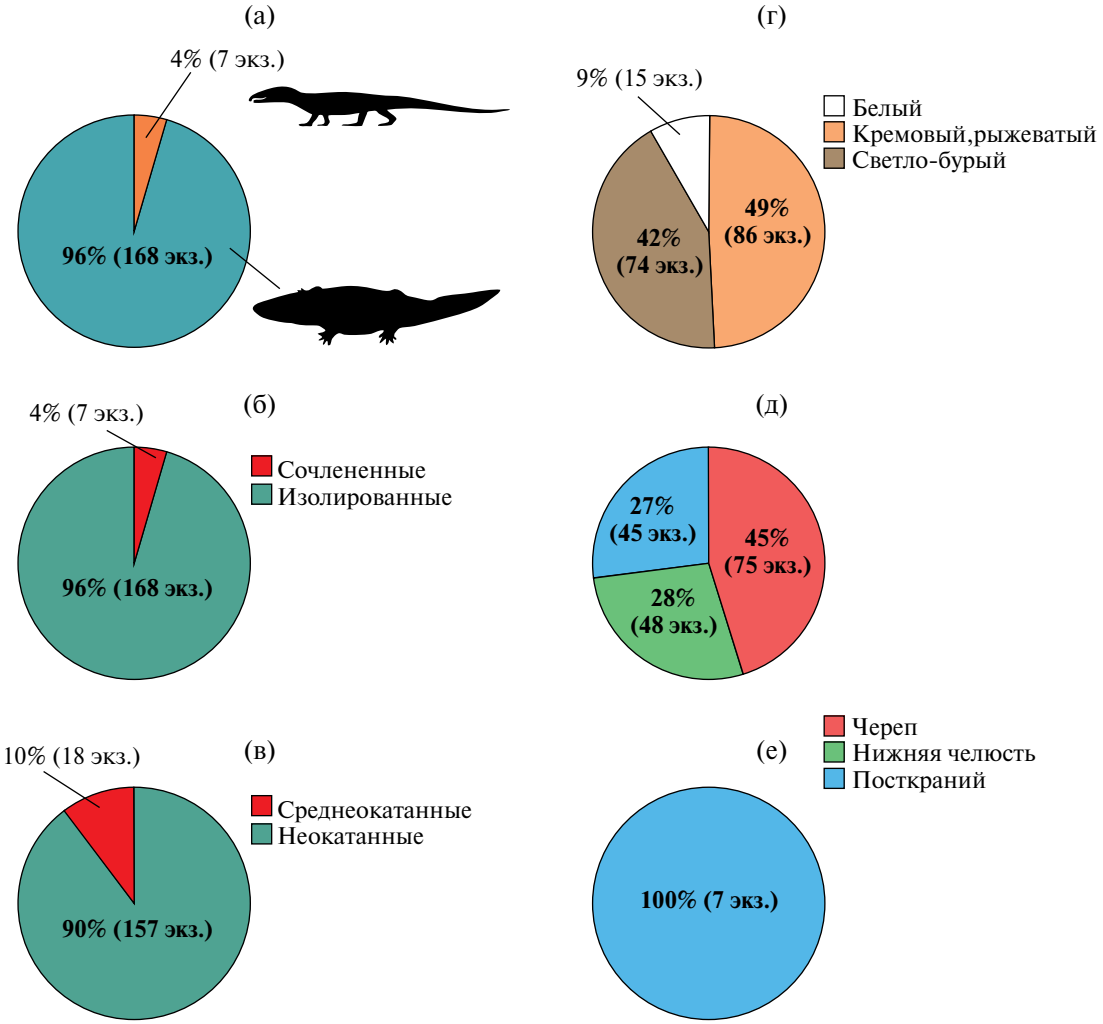

Рис. 14. Тафономия местонахождения.
(а) – соотношение остатков Temnospondyli и Archosauromorpha; (б) – соотношение изолированных и сочлененных остатков; (в) – соотношение неокатанных и среднеокатанных остатков; (г) – соотношение остатков по их цветам; (д) – соотношение черепных, нижнечелюстных и посткраниальных элементов скелета для Temnospondyli; (е) – посткраниальные элементы скелета для Archosauromorpha.

присутствуют только кости посткрания в количестве 7 экз. (5 позвонков, 1 плечевая кость, 1 бедренная кость) (рис. 14е). Два позвонка сохранились в сочленении.

Гибель разноразмерных темноспондильных амфибий, скорее всего, наступила не вследствие пересыхания мест их обитания, а в условиях водной обстановки по иной причине. На обводненность в момент смерти указывает состав остатков, с преобладанием черепных костей и костей плечевого пояса (рис. 7г). Постмортальные процессы не только для темноспондилов, обнаруженных в Мансурово, но и для многих других представляются следующим образом. В процессе гнилостного разложения любого трупа происходит его неизбежная деструкция. На довольно продолжительной по времени стадии образования вздутий трупа после его всплытия (Payne, King, 1972) голова темноспондила, в силу своего большого размера и массы относительно остального тела, вероятнее всего, была погружена в воду. Стоит отметить, что гниение трупа в водных условиях заметно медленнее, нежели в наземных (Каспер, 1878). При высоковероятном участии различных некробионтов деструкция трупа темноспондила ускорялась, благодаря чему голова с частично перекрывающими ее снизу в задней части покровными элементами плечевого пояса (ключицы, межключица), приближенными к кожному покрову, могли отделиться от тела до того, как наступала стадия погружения. В результате “обезглавливания” находящийся в плавучем состоянии труп мог отнести течением при возможной ветровой активности от места, где произошло захоронение головы и покровных элементов плечевого пояса.

Тела архозавроморф, по всей видимости, пребывали после смерти в субаэральных условиях

вплоть до частичной или полной мацерации, на что указывает преобладание костей посткрания с проявлением сочлененности, которые в целом светлее костей темноспондилов. При захоронении скелетированных трупов архозавроморф во время паводка течением сносились наиболее мелкоразмерные, уплощенные и легкие кости, тогда как более крупные, прочные и обладающие в целом худшей плавучестью кости посткрания (тела позвонков, крупные кости конечностей) подвергались смещению или крайне незначительному переносу от места смерти. Часть скелетированных трупов темноспондилов при полной и частичной мацерации (возможно, не единовременная гибель животных) до захоронения пребывали преимущественно в субаквальных условиях, на что указывает их наиболее темный цвет из всей цветовой выборки: светло-бурый, рыжеватый и кремовый. Небольшая часть костей вследствие пересыхания обводненных участков находилась в субаэральных условиях (белый цвет). Захоронение остатков тетрапод происходило достаточно быстро (есть сочлененные элементы, присутствуют мелкие кости с легко разрушаемыми под воздействием небольшой нагрузки элементами (зубы), кости преимущественно не окатаны, много относительно светлых костей) в пределах речного русла при естественном накоплении придонного терригенного материала, а также под действием временных и быстрых сезонных потоков, несущих крупные обломки пород, способствовавших разламыванию костей и их окатыванию, в том числе на сколах. Небольшая часть костных остатков со следами окатывания также могла быть перезахоронена вследствие размыва изначального места захоронения. Фактор минимального переноса справедлив для остатков, захороненных как в конгломератах, откуда известна очень мелкая зубная кость Temnospondyli с зубами с длиной коронки до 1 мм (рис. 7в), так и в русловых песчаниках, на что указывает невысокая концентрация костей и отсутствие их локальных скоплений.

Примечательно, что в костеносных отложениях отсутствуют остатки рыб, а также копролиты, часто встречаемые совместно с костями тетрапод в русловых отложениях, но не найденные до сих пор в местонахождении Мансурово. Отсутствие рыбьих остатков может свидетельствовать о частой изоляции небольших речных рукавов за время формирования русловой фации; эти рукава достаточно быстро пересыхали, и в них не успевали накапливаться глинистые осадки. Условия для сохранения копролитов отсутствовали: быстрое захоронение каловых масс в субаквальной обстановке, быстрое захоронение после их пребывания в субаэральной обстановке во время привноса осадочного материала водным потоком.

Во время формирования глинистой пачки 2, а также красновато-бурых глин из низов пачки 4 пойма была занята достаточно плотным растительным покровом, о чем свидетельствуют многочисленные ризолиты и фрагменты побегов в виде ядер.

По всей видимости, во время формирования песчаной пачки 3 береговые участки не были сильно поросшими растительностью – растительные остатки не найдены в глинистых отложениях этой пачки. Очевидно, блуждающие русла постоянно перемывали отмели, не давая закрепиться на них растительности. Растительные остатки здесь представлены ядрами фрагментов разноориентированных побегов плауновидных без следов углефикации в песчаниках с рассеянным межслойковым ожелезнением. Их наличие фиксируется только в крупнозернистых песчаниках верхов пачки 3. Вероятнее всего, на месте захоронения флоры в условиях крайнего мелководья и постоянного доступа кислорода при хорошей водной циркуляции в местах с наименьшей скоростью течения (среднезернистый, высокослюдистый песчаник) происходила разгрузка сплавляемых крупноразмерных и наиболее прочных частей растений, захваченных речным потоком с береговых участков.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе изучения геологического строения раннетриасового местонахождения Мансурово, по фаунистическому комплексу тетрапод, а также по литолого-фациальным особенностям удалось установить его наиболее вероятную стратиграфическую приуроченность к средней части сводного стратотипического разреза гостевской свиты. По литолого-фациальным особенностям слагающих осадочную толщу пород был установлен их пойменно-русловой генезис. Представленные флювиальной группой континентальные отложения местонахождения характеризуют четыре циклично сменяющих друг друга этапа формирования выделенного осадочного комплекса. С учетом характера площадного распространения фаций прирусловых и стрежневых отмелей, а также внутренней и внешней прирусловых пойм, для костеносной части средней части песчаной пачки 3 установлена ее краевая зона, со следами переходности от русла к пойме. Захоронение костных и растительных остатков, следов тетрапод и беспозвоночных происходило в пределах мелководных участков реки, разветвленной на множество рукавов с нестабильным русловым режимом, с частой сменой скорости течения, пересыханием и нормализацией русла, обширным развитием на мелководьях микробиальных сообществ. Фаунистический комплекс тетрапод, выделенный по остаткам темноспондиальных амфибий и архозавроморф, а также уникальный ихнокомплекс как тетрапод, так и беспозвоночных позволяют в совокупности охарактеризовать

водное и околоводное сообщество животных, обитавших в пределах речного палеобиотопа в гостевское время. Условия захоронения предполагают возможную гибель темноспондильных амфибий не при пересыхании водных мест обитания, а в водной обстановке. Гибель же архозавроморф наступала, вероятнее всего, в субаэральных условиях.

В настоящее время палеонтологическая характеристика местонахождения Мансурово существенно дополняет таковую гостевской свиты. Занимающий терминальное положение в ветлужском надгоризонте нижнего триаса устьмыльский горизонт (с входящей в него гостевской свитой) завершает важный этап развития континентальной экосистемы Русской равнины в посткризисное время, наступившее после позднепермского массового вымирания. В этой связи полученные комплексные данные по геологии местонахождения Мансурово, в том числе по характеру седиментации и сменяемости седиментационных циклов, позволяют точнее восстановить картину жизни биоты в крайне нестабильных речных и пойменных обстановках в условиях жаркого и семиаридного климата в гостевское время на территории современного Общего Сырта.

Благодарности. Мы выражаем искреннюю признательность и благодарность В.В. Константинову, первооткрывателю местонахождения Мансурово. Мы также благодарим членов Самарского палеонтологического общества за участие и помощь в изучении данного местонахождения, за сбор, передачу и фотосъемку материала из него. Особую благодарность приносим ООО “Оренбургэнерго”, благодаря технической и организационной поддержке которого стало возможным проведение исследований. Благодарим сотрудников Геологического института РАН С.В. Наугольных, М.П. Арефьева и Е.Ю. Барабошкина за ценные замечания и рекомендации по содержанию статьи. Отдельная благодарность сотруднику лаборатории палеоботаники Палеонтологического института им. А.А. Борисяка РАН (ПИН РАН) Е.В. Карасеву за определение растительных остатков, сотруднику кабинета приборной аналитики Л.В. Зайцевой за съемку материала на сканирующем электронном микроскопе, а также сотруднику кафедры литологии Российского государственного университета им. И.М. Губкина (РГУНиГ) О.В. Сивальневой за предоставление доступа к микроскопу для съемки шлифов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Гусева Л.В., Новиков И.В., Сенников А.Г. Научные результаты работы комплексной экспедиции в бассейнах рек Самары и Таволжанки (Общий Сырт), 1995 // Краеведческие записки. Вып. VIII. Самара: ПО “СамВен”, 1996. С. 162–172.

Ивахненко М.Ф., Голубев В.К., Губин Ю.М., Каландадзе Н.Н., Новиков И.В., Сенников А.Г., Раутиан А.С. Пермские и триасовые тетраподы Восточной Европы. М.: ГЕОС, 1997. 216 с. (Тр. Палеонтол. ин-та РАН. Т. 268).

Ильина Н.В., Новиков И.В. Раннеоленекский комплекс миоспор Печорской синеклизы // Палинология в стратиграфии. М.: Наука, 1994. С. 59–62.

Каспер И.Л. Практическое руководство к судебной медицине. Ч. II. СПб.: Типография М.М. Стасюлевича, 1878. 580 с.

Кузнецов В.Г. Литология. М.: Недра-Бизнесцентр, 2007. 511 с.

Кухтинов Д.А., Ярошенко О.П., Шишкин М.А., Сенников А.Г., Миних А.В., Миних М.Г., Твердохлебов В.П., Левина В.И., Прохорова Н.П., Воронкова Е.А. Актуализированная стратиграфическая схема триасовых отложений Прикаспийского региона. М.: ВНИГНИ, 2016. 36 с.

Лозовский В.Р., Олферьев А.Г., Новиков И.В., Миних М.Г., Миних А.В., Сенников А.Г. Уточненная субрегиональная стратиграфическая схема триасовых отложений запада, центра и севера Восточно-Европейской платформы (Польско-Литовская, Московская и Мезенская синеклизы, Вятско-Камская впадина). М.: ПИН РАН, 2011. 32 с.

Миних М.Г., Миних А.В. Зональная схема триаса Европейской России по ихтиофауне // Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2006. Вып. 1. С. 63–71.

Новиков И.В. Биостратиграфия континентального триаса Тимано-Североуральского региона по фауне тетрапод. М.: Наука, 1994. 139 с. (Тр. Палеонтол. ин-та РАН. Т. 261).

Новиков И.В. Раннетриасовые амфибии Восточной Европы: эволюция доминантных групп и особенности смены сообществ. М.: РАН, 2018. 358 с. (Тр. Палеонтол. ин-та РАН. Т. 296).

Новиков И.В., Сенников А.Г. О возрасте гостевской свиты (нижний триас) Общего Сырта // // Бюлл. РМСК по центру и югу Русской платформы. 2001. Вып. 3. С. 147–150.

Новиков И.В., Лозовский В.Р., Шишкин М.А., Миних М.Г. Новый горизонт в нижнем триасе Восточно-Европейской платформы // Докл. АН СССР. 1990. Т. 315. № 2. С. 453–456.

Новиков И.В., Сенников А.Г., Моралес М. Новые данные по фауне тетрапод и биостратиграфии триаса Общего Сырта // Геология и разведка. 1998. № 5. С. 22–29.

Решение Межведомственного стратиграфического совещания по триасу Восточно-Европейской платформы (Саратов, 1979 г.). Л.: ВСЕГЕИ, 1982. 64 с.

Сенников А.Г., Константинов В.В., Новиков И.В., Ульяхин А.В., Зенина Ю.В., Гунчин Р.А., Моров В.П., Морова А.А., Васильев А.Б. Новое местонахождение тетрапод и ихнофоссилий “Мансурово” (нижний триас, гостевская свита, Общий Сырт // Палеострат-2023.

Годичное собрание (научная конференция) секции палеонтологии МОИП и Московского отделения Палеонтологического общества при РАН (Москва, 30 января–1 февраля 2023 г.). Программа. Тезисы докладов. Ред. Голубев В.К. и Назарова В.М. М.: ПИН РАН, 2023. С. 65–66.

Твердохлебов В.П. О подразделении ветлужской серии (индского яруса) в пределах Южного Приуралья и Общего Сырта // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1970а. № 12. С. 101–105.

Твердохлебов В.П. Баскунчакские отложения левобережья бассейна р. Самары и Общего Сырта (Оренбургское и Башкирское Приуралье) // Проблемы геологии Южного Урала и Поволжья. Вып. 7. Ч. 1. Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 1970б. С. 96–101.

Твердохлебов В.П. Эоловые образования раннего триаса на юго-востоке Русской платформы // Докл. АН СССР. 1971. Т. 199. № 6. С. 1397–1399.

Твердохлебов В.П. Предгорные конусы выноса и эоловые отложения как индикаторы аридности климата на востоке европейской части России в начале триаса // Известия вузов. Геология и разведка. 2001. № 1. С. 53–57.

Твердохлебов В.П. Генетические типы континентальных отложений аридных и семиаридных зон, классификация. Атлас текстур. Саратов: Издательский центр “Наука”, 2011. 112 с.

Твердохлебов В.П., Твердохлебова Г.И. Развитие континентальных экосистем рубежа палеозоя и мезозоя в центральной части и на севере Восточно-Европейской платформы в северодвинское и вятское время // Изв. вузов. Геология и разведка. 2010. № 6. С. 3–11.

Твердохлебов В.П., Твердохлебова Г.И. Новые свиты нижнего триаса на юго-востоке Волго-Уральской антеклизы как отражение цикличности посткризисного развития экосистем региона // Проблемы палеоэкологии и исторической геоэкологии. Сборник трудов Всероссийской научной конференции, посвященной памяти профессора Виталия Георгиевича Очева. Отв. ред. Иванов А.В. Саратов: СГТУ, 2014. С. 148–155.

Ульяхин А.В., Сенников А.Г., Новиков И.В. Первая находка следов артропод в новом местонахождении Мансурово Оренбургской области (нижний триас, гостевская свита) // Палеострат-2023. Годичное собрание (научная конференция) секции палеонтологии МОИП и Московского отделения Палеонтологического общества при РАН (Москва, 30 января–1 февраля 2023 г.). Программа. Тезисы докладов. Ред. Голубев В.К., Назарова В.М. М.: ПИН РАН, 2023а. С. 70–71.

Ульяхин А.В., Сенников А.Г., Новиков И.В. Первая находка следов артропод в нижнем триасе Восточной Европы (новое местонахождение Мансурово, Оренбургская область) // Палеонтол. журн. 2023б. № 5. С. 41–53.

Ульяхин А.В., Сенников А.Г., Новиков И.В. Ихнофоссилии местонахождения Мансурово (нижний триас, Оренбургская область) // Вопросы палеонтологии и региональной стратиграфии фанерозоя европейской части России. Всероссийская научно-практическая конференция (г. Ульяновск, 22–25 сентября 2023 г.): сборник научных трудов. Ред. Моров В.П., Рогов М.А., Зверьков Н.Г. Ундоры: Ундоровский палеонтологический музей им. С.Е. Бирюкова, 2023в. С. 99–103.

Фролов В.Т. Литология. Кн. 1: Учебное пособие. М.: Изд-во МГУ, 1992. 336 с.

Шишкин М.А., Сенников А.Г., Новиков И.В., Ильина Н.В. Дифференциация тетраподных сообществ и некоторые особенности биотических событий в раннем триасе Восточной Европы // Палеонтол. журн. 2006. № 1. С. 3–12.

Baas J.H. Ripple, ripple mark, ripple structure // Sedimentology. Encyclopedia of Earth Science. Berlin, Heidelberg: Springer, 1978. P. 921–925.

Baas J.H., Davies A.G., Malarkey J. Bedform development in mixed sand-mud: the contrasting role of cohesive forces in flow and bed // Geomorphology. 2013. V. 182. P. 19–32.

Banerjee S., Sarkar S., Eriksson P.G., Hu X., Wang Y. Palaeoenvironmental and biostratigraphic implications of microbial mat-related structures: examples from the modern Gulf of Cambay and the Precambrian Vindhyan Basin, India // J. Palaeogeogr. 2014. V. 3. P. 127–144.

Bose S., Chafetz H.S. Topographic control on distribution of modern microbially induced sedimentary structures (MISS): a case study from Texas coast // Sediment. Geol. 2009. V. 213. P. 136–149.

Cuadrado D.G. Geobiological model of ripple genesis and preservation in a heterolithic sedimentary sequence for a supratidal area // Sedimentology. 2020. V. 67. № 5. P. 2747–2763.

Cuadrado D.G., Bournod C.N, Pan J., Carmona N.B. Microbially-induced sedimentary structures (MISS) as record of storm action in supratidal modern estuarine setting // Sediment. Geol. 2013. V. 296. P. 1–8.

Das G.K. Bedforms and their hydrodynamic interpretations from the Thakuran Drainage Basin of the Sunderbans, Eastern India // Earth Sci. India. 2016. V. 9. № 2. P. 53–103.

Lakhdar R., Soussi M., Talbi R. Modern and Holocene microbial mats and associated microbially induced sedimentary structures (MISS) on the southeastern coast of Tunisia (Mediterranean Sea) // Quat. Res. 2020. V. 100. P. 77–97.

Linck O. Die Buntsandstein-Kleinfährten von Nagold. (*Limuludichnulus nagoldensis* n.g. n.sp. *Merostomichnites triassicus* n.sp.) // N. Jb. Min. Geol. Paläont. Monatshefte. Abtlg. B. 1943. P. 9–27.

McMahon S., Matthews J.J., Brasier A., Still J. Late Ediacaran life onland: desiccated microbial mats and largebiofilm streamers // Proc. R. Soc. B. 2021. V. 288. P. 1–10.

Payne J.A., King E.W. Insect succession and decomposition of pig carcasses in water // J. Georgia Entomology Soc. 1972. № 7. P. 153–162.

Reineck H.E., Singh I.B. Depositional sedimentary environments. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag, 1973. 439 p.

Shishkin M.A., Ochev V.G., Lozovskii V.R., Novikov I.V. Tetrapod biostratigraphy of the Triassic of Eastern Europe // The Age of Dinosaurs in Russia and Mongolia. Ed. Benton M.J., Shishkin M.A., Unwin D.M., Kurochkin E.N. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 2000. P. 120–139.

Рецензенты М.П. Арефьев,
Е.Ю. Барабошкин, С.В. Наугольных

Geological Structure and Faunistic Characteristics of the Mansurovo Unique Locality of Early Triassic Tetrapods and Ichnofossils, Orenburg Region

A. V. Uliakhin[a, #], A. G. Sennikov[a], I. V. Novikov[a]

[a]*Borissiak Paleontological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, 117647 Russia*
[#]*e-mail: avu90@mail.ru*

The geological features of the Mansurovo unique locality of the remains of tetrapods and ichnofossils, Orenburg Region (Gostevskaya Formation, Lower Olenekian Substage, Ustmylian Horizon) are considered. A layer-by-layer description cross-section of 16 ditchs and their correlation with the section construction along the line of ditchs are provided. The Mansurovo section, based on biostratigraphic (*Wetlugasaurus malachovi* grouping of the *Wetlugasaurus* Fauna) and lithologic-facies data, correlates with the middle part of the stratotype section of the Gostevskaya Formation (Buzuluk Depression of the East European Platform). The geological features of the locality indicate a heterogeneous structure of the identified four geological units of channel-floodplain genesis within the study area, which correspond to alternating sedimentation cycles. The genesis of deposits was clarified using structural-textural analysis and microlithological analysis of rocks in thin sections. The faunistic complex of tetrapods and macroflora, as well as unique complex of ichnofossils were also characterized. Based on the data of lithological-facial analysis, a sedimentation model of the genesis of the locality is presented, showing the uneven nature of sedimentation pattern due to the wandering of river branches and their periodic drying out in a hot and arid climate during the Early Olenekian. Taking into account paleontological data, taphonomy was analyzed, indicating the burial process in the river setting in strong current condition and the possible death of Temnospondyli in subaquatic conditions.

Keywords: Mansurovo locality, Lower Triassic, Gostevskaya Formation, Buzuluk Depression, Temnospondyli, Archosauromorpha, ichnofossils, stratigraphy, taphonomy