

Уникальный геолого-палеоботанический памятник природы Тульской области (Россия)

Ю.В. Мосейчик^{1а}, М.В. Привалова², И.А. Игнатъев^{1б}, Н.П. Кураленко^{1в},
Е.В. Смирнова³, Е.Э. Мучник⁴, А.А. Евсюнин⁵, А.Ф. Лакомов⁶

¹ Геологический институт РАН, 119017 Москва, Пыжевский пер., д. 7, стр. 1
^а mosseichik@mail.ru, ^б ignatievia@mail.ru, ^в geos-books@yandex.ru

² ГУ ТО «Природа», подразделение особо охраняемых природных территорий
Тульской области, 300903 Тула, пос. Косая Гора, ул. Октябрьская, д. 1
Marina.Privalova@tularegion.ru

³ МБОУ «Центр образования № 38», 300004 Тула, ул. Глинки, д. 6а
tula-co38@tularegion.org

⁴ Институт лесоведения РАН, 143030 Московская обл., г. Одинцово,
с. Успенское, ул. Советская, д. 21
etichnik@outlook.com

⁵ ГУ ТО «Тульский областной экзотариум», 300002 Тула, ул. Октябрьская, д. 26
zhuknasib@mail.ru

⁶ Тульский областной краеведческий музей, 300041 Тула, ул. Советская, д. 68
foxtail69@mail.ru

**Памяти Вадима Вадимовича Поступальского (1950–2021),
тульского геолога и краеведа**

Крутые склоны и обрывы скал, где учат альпинистов доблести,
А рядом древней жизни след несложно отыскать,
Не сомневайтесь, земляки, все это в Тульской области,
Здесь есть, что посмотреть, и есть, что показать.

* * *

Когда бы камни говорили,
То нам бы лучше помолчать.
Мы ненадолго в этом мире,
На них же – вечности печать.

В.В. Поступальский

В статье представлено полное описание недавно созданной особо охраняемой природной территории (ООПТ) Тульской области «Геолого-палеоботанический природный комплекс у поселка Георгиево». В задачу новой ООПТ входит охрана двух объектов: 1) искусственного обнажения песчаных пород визейского яруса каменноугольной системы (т.н. *Георгиевского карьера*), содержащего богатые захоронения ископаемых растений и скопления уникальных трубчатых железистых мегаконкреций (*тульских ключевых трубок*); 2) прилегающего к карьере лесного массива с редкими видами животных и растений.

Введение

Недавно список официально признанных памятников природы Тульской области пополнился новым уникальным объектом: постановлением правительства области от 09.12.2022 № 805 на территории региона создана особо охраняемая природная территория (ООПТ) «Геолого-палеоботанический природный комплекс у поселка Георгиево». В Тульской области уже взято под охрану множество природных и историко-культурных объектов, имеющих важное научное, экологическое и историческое значение как для региона, так и для всей России [Красная книга..., 2007], однако искусственное обнажение с захоронениями ископаемых растений и уникальными мегаконкрециями, внешне напоминающими древесные стволы, впервые попало в этот список.

Памятник природы расположен на территории муниципального образования город Тула (приблизительно в 10 км к западу от окраины города), к северу от пос. Георгиево, и занимает земли лесного фонда в выделах 4, 5, 6 квартала 49 Беломутовской дачи Беломутовского участкового лесничества Тульского лесничества. Общая площадь памятника природы составляет 16,43 га (рис. 1).

Основным объектом на территории ООПТ является обнажение горных пород каменноугольного возраста (~340 млн л.), образовавшееся в ре-

зультате выемки песков для хозяйственных нужд, – так называемый карьер «Георгиево», или *Георгиевский карьер* (рис. 1, 3). Обнажение расположено приблизительно в 600 м к северо-востоку от пос. Георгиево, в 1,5 км к югу-юго-востоку от с. Коптево. Его географические координаты: 54°11'19" с. ш., 37°21'31" в. д.

Об уникальности этого геолого-палеоботанического объекта и необходимости принятия мер по его охране свидетельствует присутствие в нем захоронений хорошо сохранившихся остатков раннекаменноугольных растений и редко встречающихся в природе трубчатых железистых мегаконкреций. Наиболее представительные коллекции растительных остатков и мегаконкреций, собранные в Георгиевском карьере, ныне хранятся в Тульском областном краеведческом музее (ТОКМ, Тула) и в Геологическом институте РАН (ГИН РАН, Москва).

Помимо ныне закрытого карьера к новой ООПТ относится прилегающий лесной массив, поэтому в задачу нового памятника природы входит также охрана присутствующих на его территории редких и находящихся под угрозой исчезновения представителей современного растительного и животного мира, занесенных в Красную книгу Тульской области [2020, 2021, 2023].

Описание отложений нижнего карбона, обнажающихся в Георгиевском карьере

Новая ООПТ расположена на площади листа N-37-XIV Государственной геологической карты Российской Федерации в области выхода на дневную поверхность пород нижнего карбона (рис. 1). В этом районе местами породы карбона покрыты маломощными отложениями четвертичной системы [Геологическая карта..., 1963].

Изученное обнажение образовалось искусственным путем на склоне небольшого холма в результате выемки песчаных пород для местных хозяйственных нужд. Протяженность обнажения с востока на запад около 70 м, его высота в центральной части около 12 м. Залегание пород субгоризонтальное. В стенке выемки выделяются следующие пачки (рис. 3):

1. *Каменноугольная система. Визейский ярус. Тульский горизонт. Тульская свита.* Тонко-мелкозернистые кварцевые пески и песчаники с косо-

волнистой слоистостью, от желтого до бурого цвета; видимая мощность около 10 м.

2. *Четвертичная система. Морена днепровского оледенения.* Коричневые суглинки; видимая мощность 1,5–2 м.

Наибольший интерес представляют две группы геологических объектов, приуроченные к песчаным породам тульской свиты.

К первой группе относятся *захоронения ископаемых растений*. Растительные остатки представлены преимущественно слепками и отпечатками наружной поверхности стволов растений и их внутренних полостей (рис. 4–6). Встречаются и остатки стволов анатомической сохранности. Поверхность отпечатков, как правило, более темная по сравнению с вмещающими породами за счет того, что на ней сконцентрированы окислы и гидроокислы железа. Наличие соединений железа цементирует песок

вокруг остатков растений, что способствует сохранению последних.

Обнаружены следующие растительные остатки:

1) лепидокарповые плауновидные (порядок *Lepidocarpaceae*): *Lepidodendron veltheimioides* Mosseichik, *Bergeria shvetzovii* (Mosseichik) Mosseichik, *B. puchkoviorum* (Mosseichik) Mosseichik, *Stigmaria ficoides* (Sternberg) Ad. Brongniart;

2) каламостахиевые членистостебельные (порядок *Calamostachyales*): *Mesocalamites* sp.;

3) голосеменные из класса цикадопсид (*Cycadopsida*): *Grandeurites* sp.;

4) фрагменты минерализованных древесин, для более точного выяснения строения и систематического положения которых необходимо проведение специальных электронно-микроскопических исследований.

Другой группой любопытных геологических объектов в Георгиевском карьере являются «ключевые трубки» – трубчатые железистые мегаконкреции (рис. 7–10), которые ранее из-за их вытянутой формы и крупных размеров ошибочно принимали за стволы деревьев.

Отнесение песчаных пород с остатками растений и «ключевыми трубками» к тульской свите не вызывает сомнений.

Во-первых, они содержат комплекс видов ископаемых растений, характерный только для тульской свиты и позволяющий отнести вмещающие отложения к нижней части местной макрофлористической зоны *Bergeria shvetzovii* [Мосейчик, 2009, 2014, 2020, 2023; Мосейчик, Игнатъев, 2017].

Во-вторых, такая мощная толща песков и песчаников с косо-волнистой слоистостью аналогична песчаным породам нижней части богородицкой подсвиты тульской свиты, как они представлены в неостратотипе тульского горизонта, расположенном под г. Богородицк Тульской области [Махлина, Жулитова, 1984], и, вероятно, тоже могут быть отнесены к богородицкой подсвите. Соответственно, в Георгиевском карьере представлен не весь разрез тульской свиты, а только его средняя часть. Нижняя часть свиты не была вскрыта при разработках песка, а верхняя (с известняками) – была уничтожена эрозией, предшествовавшей отложению пород четвертичной системы, которые перекрывают породы тульской свиты и, согласно данным геологического картирования [Геологическая карта..., 1963], представляют собой морену днепровского оледенения.

Систематическое описание ископаемых растений, найденных в Георгиевском карьере

Надродовая систематика описываемых ниже растений дается по системе, принятой в руководстве С.В. Мейена [1987], с учетом предложений Б.А. Томаса и Ш.Д. Брэк-Хейнс [Thomas, Brack-Nanes, 1984]. Сокращенные названия местонахождений даны по работам [Мосейчик, 2009, 2014, 2023]. Ниже при описании растительных остатков применяется терминология, используемая в работах [Chaloner, 1967; Мейен, 1987, 1990; Мосейчик, 2009, 2014].

Отдел *Pteridophyta*. Птеридофиты Класс *Lycopodiopsida*. Плауновидные Порядок *Lepidocarpaceae*. Лепидокарповые Семейство *Lepidocarpaceae* Hirmer, 1927

Род *Lepidodendron* Sternberg, 1820

Типовой вид – *Lepidodendron dichotomum* Sternberg; верхний карбон Чехии.

Диагноз. Оси плауновидных с лепидодендронидным филлотаксисом. Листовые подушки от ве-

ретеневидных до ромбических. Листовой рубец расположен в центральной части подушки или несколько выше и может нести центральный рубчик проводящей ткани и два рубчика листовых парихн. Над рубцом обычно видно отверстие лигульной ямки. Верхнее и нижнее поля подушки могут нести киль и поперечные морщины. Ниже листового рубца могут наблюдаться подлистные парихны.

Lepidodendron veltheimioides Mosseichik, 2009

Рис. 5в, в'

Lepidodendron typ. *spetsbergense*: Мосейчик, 2002, с. 134, фиг. 3.

Lepidodendron spetsbergense: Мосейчик, 2003, с. 49–50, табл. 2, фиг. 2, 3, рис. 9; 2009, с. 109–110, табл. IV, фиг. 1, 2, рис. 51.

Lepidodendron veltheimioides: Мосейчик, 2009, с. 108–109, табл. III, фиг. 1–3, рис. 49; 2020, с. 22–25, табл. I, фиг. 1–4, табл. II, фиг. 1–6, табл. IV, фиг. 12, 13, рис. 2.

Sublepidophloios sulphureus (pars): Мосейчик, 2009, с. 115–116, табл. VII, фиг. 4.

Голотип – экз. № 4865/462 (Геологический институт РАН); Тульская обл., местонахождение Суворов-1; нижний карбон, визейский ярус, тульская свита.

Диагноз. Оси шириной до 80 мм, с веретеновидными листовыми подушками, которые достигают 9–23 мм в длину и 2–4 мм в ширину. Подушки веретеновидные, практически симметричные относительно их вертикальной оси, со слегка изогнутым влево (на отпечатке) нижним углом; боковые углы подушки округлые, верхний и нижний – заостренные; чуть выше места наибольшей ширины подушки располагается поперечно вытянутый листовый рубец овального очертания. Ширина листового рубца 1,5–2,5 мм, длина 1–1,8 мм. Рубчик проводящего пучка и парихны отсутствуют. Почти непосредственно над листовым рубцом находится лигульный бугорок диаметром 0,5–0,7 мм.

Подушки располагаются плотно или на расстоянии 2–8 мм друг от друга, в лепидодендроидном филлотаксисе, без ясно выраженных ортоствих. Межподушечное пространство несет продольные морщины. В верхнем и нижнем поле подушки может быть киль.

Местонахождения. В настоящее время вид известен только на территории Тульской области. Помимо Георгиевского карьера его остатки обнаружены в бобриковской свите Грызловского карьера (Веневский р-н); в тульской свите местонахождений Суворов-1 (Суворовский р-н), Кураково (Белёвский р-н) и Щёкинского карьера (Щёкинский р-н).

Семейство *Flemingitaceae* Thomas et Brack-Hanes, 1984

Род *Bergeria* Presl in Sternberg, 1838, emend. Mosseichik, 2023

Типовой вид – *Bergeria acuta* Presl; средний карбон Европы.

Диагноз. Оси плауновидных с лепидодендроидным листорасположением. Листовые подушки плотно расположенные или расставленные, веретеновидные или субромбические, вертикально вытянутые, с ложным листовым рубцом, который расположен в верхней части подушки, но не совпадает с ее верхним краем, с лигульной ямкой над рубцом или без нее. Листья линейно-ланцетные, цельные, с единственной жилкой.

Bergeria puchkoviorum (Mosseichik, 2017) Mosseichik, 2023

Рис. 5а

Sagenaria rugosa: Auerbach, Trautschold, 1860, p. 41, tab. III, fig. 6.

Lepidodendron aculeatum: Орлова, 2001, с. 139–140, рис. 11, табл. II, фиг. 1, 2.

Sublepidodendron ex gr. *robertii*: Мосейчик, 2009, с. 147.

Sublepidodendron puchkoviorum: Мосейчик, Игнатъев, 2017, с. 5–7, табл. II, фиг. 1–3, рис. 3.

Bergeria puchkoviorum: Мосейчик, 2023, с. 3–6, табл. I, фиг. 1–5, табл. II, фиг. 1–3, табл. III, фиг. 1, 2; рис. 1.

Голотип – экз. № 16387 (бывш. ВХ 1054; Тульский областной краеведческий музей); Тульская обл., Георгиевский карьер; визейский ярус, тульская свита.

Диагноз. Оси шириной до 25 см. Листорасположение лепидодендроидное, без отчетливых ортоствих. Листовые подушки веретеновидные, длиной до 31 мм и шириной до 8 мм. Расстояние между соседними листовыми подушками практически отсутствует или не превышает половины ширины листовых подушек.

Боковые углы подушек округленные, верхний и нижний – заострены и слегка загнуты в противоположные стороны. Выше середины листовой подушки находится дугообразная пазушная линия. Лигульная ямка может присутствовать в пазухе листовой пластинки или чуть выше на листовой подушке. Ниже пазушной линии может наблюдаться субромбическая дополнительная листовая подушка. В нижней части листовой подушки находится неотчетливый киль, который пересекается многочисленными поперечными морщинами длиной до 1,5 мм. Верхнее поле листовой подушки очень маленькое (в длину не более 2 мм) и не демонстрирует отчетливых скульптурных элементов.

Местонахождения. Вид распространен в отложениях визейского яруса Центрального и Северо-Западного районов России. В Тульской области, помимо Георгиевского карьера, его остатки обнаружены в веневской свите Новогуровского карьера (Алексинский р-н). Кроме того, он известен в предположительно верхневизейских отложениях г. Калуга, а также в тихвинской свите местонахождения Порожская улица и в мстинской и путлинской свитах местонахождений Путино-3 и Порог Витца Боровичского района Новгородской области.

***Bergeria shvetzovii* (Mosseichik, 2003)
Mosseichik, 2023**

Рис. 5б

Lepidodendron veltheimianum: Швецов, 1932, с. 84; Швецов и др., 1937, с. 43.

Lepidodendron veltheimii: Добров, Константинович, 1936, с. 30; Zalesky, 1948, с. 209; Орлова, 2002, с. 310; 2003, с. 41–42, рис. 2, фиг. 2.

Lepidodendron cf. *lycopodioides*: Орлова, 2001, с. 142–143, табл. 6, фиг. 4.

Lepidodendron shvetzovii: Мосейчик, 2003, с. 50–52, табл. 2, фиг. 4–6, табл. 3, фиг. 1, табл. 4, фиг. 1, рис. 10.

Lepidodendron nerutshiensis: Орлова, 2003, с. 43, рис. 2, фиг. 1.

Sublepidodendron shvetzovii: Мосейчик, 2009, с. 111–113, табл. IV, фиг. 4–6, табл. V, фиг. 1–4, рис. 52; 2012, табл. 3, фиг. 6–8, рис. 2в, г.

Bergeria shvetzovii: Мосейчик, 2023, с. 3.

Голотип – экз. № П₂-14/46 (Государственный геологический музей им. В.И. Вернадского); Калужская обл., Бычки; визейский ярус, тульская свита.

Диагноз. Оси дихотомически ветвящиеся, шириной до 55 мм. Наиболее крупные из них могут нести округлые «улодендроновые» рубцы диаметром до 20 мм. Филлотаксис лепидодендронидный с неясно выраженными ортостихами.

Листовые подушки веретеновидные, длиной до 15 мм и шириной до 5 мм, расположены компактно. Боковые углы подушек закругленные, верхний и нижний углы, напротив, слегка заостренные. Нижнее поле подушки занимает не менее 3/4 ее длины и может нести киль. Ложный листовый рубец дуговидный или субтреугольного очертания. Выше рубца (на листовом пластинке?) может располагаться отверстие лигульной ямки.

Листовые пластинки саблевидные, длиной 3,5–15 мм, с единственной средней жилкой, опадающие, отходящие от оси под острым углом.

Местонахождения. Помимо Георгиевского карьера остатки вида обнаружены в тульской свите местонахождений Бычки (Бяратинский р-н Калужской обл.), Тула и Степановский карьер (Богородицкий р-н Тульской обл.).

**Сателлитный род семейств
Lepidocarpaceae и Flemingitaceae**

Род *Stigmaria* Ad. Brongniart, 1822

Типовой вид – *Stigmaria ficoides* (Sternberg) Ad. Brongniart; карбон Чехии.

Диагноз. Ризофоры древесных плауновидных, отходящие от основания ствола четырьмя веткоподобными боковыми выростами, каждый из которых может неоднократно делиться более или менее изотомически. Поверхность ризофора несет многочисленные аппендиксы диаметром до 1 см, расположенные по более или менее правильной спирали. При отделении аппендиксов на поверхности ризофора остаются округлые рубцы, несущие единственный рубчик проводящей ткани.

***Stigmaria ficoides* (Sternberg, 1820)**

Ad. Brongniart, 1822

Рис. 5г

Variolaria ficoides: Sternberg, 1820, с. 22, 24, табл. 12, фиг. 1–3.

Stigmaria ficoides: Brongniart, 1822, с. 228, табл. 12, фиг. 7; Eichwald, 1840, с. 90; 1855, с. 204–206; 1860, с. 204–206; Эйхвальд, 1841, с. 51; 1854, с. 161–162; Залесский, 1905, с. 329–331, фиг. 18; Новик, 1952, с. 245–248, табл. 23, фиг. 1, табл. 42, фиг. 3, 4; Chaloner, 1967, с. 675–678; Орлова, 2001, с. 152–155, табл. 5, фиг. 1–2; 2003, с. 44–45, рис. 2, фиг. 3; Мосейчик, 2002, с. 134, фиг. 4; 2009, табл. XI, фиг. 1–4, табл. XII, фиг. 1–4, табл. XIII, фиг. 1–3, табл. XIV, фиг. 1–5, табл. XV, фиг. 1–4, табл. XVI, фиг. 1, 2, табл. XXIII, фиг. 5, рис. 66, 67.

Синтип – экз. № E80 (Пражский национальный музей); Чехия, Радниц; верхний карбон.

Диагноз. На поверхности ризофора по более или менее неправильной спирали располагаются рубцы аппендиксов округлого или овального очертания с рубчиком проводящей ткани в центре. Поверхность ризофора между рубцами гладкая или несет тонкую волнистую продольную морщинистость.

Замечания. Среди обнаруженных в нижнем карбоне Тульской области наиболее крупные ризофоры могут достигать в ширину более 11 см. Аппендиксы достигают в длину 10 см при диаметре 1 см.

Ризофоры *Stigmaria ficoides* из Георгиевского карьера могли принадлежать плауновидным с осями *Lepidodendron veltheimioides* [Мосейчик, 2009].

Местонахождения. Вид широко распространен в каменноугольных и пермских отложениях Европы, Северной Америки, Средней Азии. В Тульской области его многочисленные местонахождения приурочены к бобриковской – венёвской свитам нижнего карбона.

Класс Equisetopsida. Членистостебельные
Подкласс Equisetidae. Хвощовые
Порядок Calamostachyales. Каламоста-
хиевые

Род *Mesocalamites* Hirmer, 1927

Типовой вид – *Mesocalamites roemeri* (Goerpert ex Roemer) Hirmer; верхний визе – намюр Европы и Малой Азии.

Диагноз. Членистые оси с развитой сердцевинной полостью. Первичные осевые проводящие пучки в большинстве случаев проходят междуузлия без чередования, изредка чередуются. В узлах могут наблюдаться следы листовых и веточных проводящих пучков.

***Mesocalamites* sp.**

Рис. 6а

Описание. Слепки сердцевинной полости диаметром до 2 см. Длина междуузлий не менее 3 см. Осевые первичные проводящие пучки шириной ~0,5 мм, отстоят друг от друга на ~1 мм. Проводящие пучки минерализованы. В большинстве случаев первичные пучки прямо проходят через узел, реже чередуются с пучками смежного междуузлия.

Из-за того, что узловые линии сохранились плохо, определить остатки до вида не удается.

Местонахождение. Тульская свита Георгиевского карьера.

Отдел Pinophyta. Голосеменные
Класс Cycadopsida. Цикадопсиды
Сателлитный род порядка Lagenostomales.
Лагеностомовые

Род *Grandeurites* Mosseichik, 2011

Типовой вид – *Grandeurites lyginopteroides* Mosseichik; верхний визе северо-западного крыла Подмосковного бассейна.

Палеоэкология ископаемых растений Георгиевского карьера
и условия формирования их захоронений

Судя по характеру слоистости и присутствию остатков наземных растений, породы тульской свиты в Георгиевском карьере образовались в русловой или прирусловой части древней реки [Ботвинкина, 1965]. Тульский геолог В.П. Мас-

Диагноз. Уплощенные, линейного очертания листоподобные черешки (филлодии?) папоротниковидных вай. На поверхности черешков наблюдаются продольно ориентированные тяжи, по-видимому, механической ткани, расположенные по спаргановому и/или диктиоксилонному типу. Могут наблюдаться также волоски (или эмергенцы) и придаточные корни.

***Grandeurites* sp.**

Рис. 6в

Описание. Отпечатки фрагментов черешков шириной 0,7–1,5 мм с параллельными краями. На поверхности более тонких черешков наблюдаются продольные тяжи механической ткани, расположенные по спаргановому типу. На более толстых черешках механические тяжи формируют скульптуру диктиоксилонного типа. Сохранность не очень хорошая, поэтому установить присутствие или отсутствие волосков и придаточных корней невозможно.

В средней части некоторых отпечатков наблюдается продольное ребро, которое, по всей видимости, указывает на траекторию прохождения центрального проводящего пучка.

Местонахождение. Тульская свита Георгиевского карьера.

* * *

Помимо описанных видов в Георгиевском карьере встречены остатки других растений анатомической сохранности. Это фрагменты древесин, минерализованные, по всей видимости, окислами или гидроокислами железа, так что сохранилось их клеточное строение (рис. 6б, г). Для уточнения их систематического положения необходимы дальнейшие электронно-микроскопические исследования.

ленников [1981], изучавший условия формирования угленосных пород нижнего карбона Тульской области, назвал этот водоток *Щёкинской палеорекой*, поскольку ее отложения известны также в районе г. Щёкино (рис. 2). По имеющимся

данным, в раннекаменноугольное время Щёкинская палеорека текла на юго-восток (в современных координатах), где впадала в морской бассейн, находившийся в то время у восточной окраины территории современной Русской равнины.

По-видимому, перечисленные выше растения произрастали в долине Щёкинской палеореки. Их стволы, ветки и другие части после естественного отмирания или травматического отделения сильным ветром, паводковыми водами, ударами молний и т.п. попадали в речной поток, где еще больше фрагментировались и разрушались. После более или менее дальнего переноса этих остатков от места произрастания материнских растений они погребались в песчаных наносах реки. Отсутствие таких легко разрушающихся частей, как листья и органы размножения, в захоронениях Георгиевского карьера, по всей видимости, указывает на то, что соответствующие части и органы подверглись разрушению при переносе ветром и текучими водами либо были отсортированы от крупномерных древесных остатков и захоронились отдельно в другом месте.

Проведенные ранее комплексные палеоэкологические исследования раннекаменноугольной флоры Центральной России [Мосейчик, 2009, 2014] позволяют сделать некоторые выводы о характере растительности, остатки которой были захоронены в породах, обнажающихся в Георгиевском карьере.

Местные каламостахиевые членистостебельные (*Mesocalamites*) были водными или полуводными растениями и росли вдоль русла реки. Внешне они напоминали современные хвощи, диаметр их осей, по всей видимости, не превышал 2–3 см, а их высота, предположительно, могла достигать 1–2 м.

Лепидокарповые плауновидные (*Lepidodendron*, *Bergeria*), по всей видимости, были растениями пойменных болот, представляя собой

средних размеров деревья высотой в несколько метров и диаметром ствола не более 20 см. У них был прямой цилиндрический ствол, который вблизи верхушки обильно ветвился. Ветви были густо покрыты небольшими шиловидными листьями. Настоящих корней у этих деревьев не было. Вместо этого в почву от расширенной нижней части ствола отходили веткообразные боковые выросты – ризофоры (*Stigmaria*), покрытые мелкими корешками (ризоидами), выполнявшими функцию корней. Фрагменты этих ризофоров иногда вымывались из почвы и погребались в русловых осадках отдельно от стволов.

Голосеменные (*Grandeurites* и др.) того времени несли крупные глубоко рассеченные папоротниковидные листья. Некоторые из этих растений напоминали современные древовидные папоротники, другие – лианы. В отличие от плауновидных и членистостебельных, нуждавшихся для оплодотворения в спокойной пресной воде, древние голосеменные благодаря наличию семян имели более широкий экологический диапазон распространения. Они могли произрастать как на пойме, так и на невысоких склонах водоразделов.

В нижнем карбоне Тульской области известны также остатки настоящих папоротников [Мосейчик, 2014], но они не найдены в Георгиевском карьере.

Согласно современным палеогеографическим реконструкциям [Палеогеографический атлас..., 2000], территория Тульской области располагалась около 15° с. ш., то есть по современным меркам в тропических широтах. Климат был теплым, влажным, с непродолжительным сухим сезоном. Растения, по всей видимости, вегетировали круглый год. Эти условия были благоприятны для формирования торфяных болот, в которых скапливался растительный материал, впоследствии превратившийся в бурые угли Подмосковного бассейна.

Трубчатые железистые мегаконкреции Георгиевского карьера

Любопытной группой геологических объектов Георгиевского карьера являются трубчатые железистые мегаконкреции, которые, как отмечалось выше, нередко ошибочно принимают за стволы деревьев.

Конкреции ориентированы однонаправленно, длинной стороной субгоризонтально, под углом к поверхности обнажения (рис. 7, 8). Их выступающие из обнажения части местами достигают

в длину 2 м. Действительная их длина неизвестна, поскольку одним «концом» они уходят вглубь песчаной толщи, а другой их «конец» обломан при добыче песков.

В поперечном сечении эти «трубки» имеют различную форму: от правильной округлой и вертикально вытянутой овальной до фестончатой и заметно асимметричной. Диаметр их варьирует в значительных пределах: от первых сантиметров до 1 м.

Сама «трубка» представляет собой песчаник, сцементированный гидроокислами и окислами железа. От окружающей породы она отличается более темным цветом. Внутренняя часть «трубки» заполнена слабо сцементированным или рыхлым песком того же цвета, что и окружающие породы. При выветривании внутренний песок высыпается, и из стенки обнажения выступают полые «трубки».

Поверхность стенок полых «трубок» с внутренней и наружной сторон практически гладкая (рис. 10а). Этим они отличаются от слепков и отпечатков стволов растений, которые всегда несут скульптуру, характерную для того или иного вида растений. Микроскопическое исследование «трубок» также показало отсутствие в них каких-либо остатков тканей растений (рис. 10в).

Толщина стенок «трубок» – от первых миллиметров до нескольких сантиметров. Стенки «трубок» часто сливаются между собой, и конкреции образуют «скопления», которые на скеле часто вытянуты в вертикальной плоскости (рис. 8).

Кроме трубок такие железистые стяжения образуют незамкнутые криволинейные поверхности. Эти поверхности, как и «трубки», секут естественную слоистость песчаников (рис. 7б, 8б, 9), что говорит о том, что образование конкреций было вторичным, то есть через много лет после отложения русловых осадков Щёкинской палеореки.

* * *

Впервые трубчатые образования в песчаных породах тульской свиты были описаны геологами А.П. Ивановым и Е.А. Ивановой [1929] в песчаном карьере на правом берегу р. Бежка (в настоящее время это место находится под городской застройкой г. Тула). Тогда А.П. Иванов предположил, что эти образования – «местная цементация песков вдоль водяных струй, когда из этих песков выходили ныне умершие родники» [там же, с. 18], и назвал их «ключевыми песчаниками».

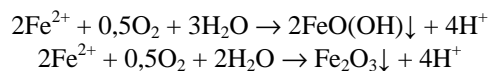
Современные исследования подтверждают предположение А.П. Иванова. По мнению профессора И.Г. Печенкина [2012], изучавшего процессы формирования подобных трубчатых образований, «трубки» из Георгиевского карьера являются свидетельством древних очагов разгрузки пластовых вод. Иными словами, эти конкреции могли образоваться вокруг потоков грунтовых вод при их течении внутри пласта. Такая разгрузка происходит, например, при выходе грун-

товых вод на поверхность в виде ключей (родников) [Всеволожский, 2007], как это, возможно, происходило в тульских песчаниках. Поэтому конкреции из Георгиевского карьера могут быть, вслед за А.П. Ивановым, названы «тульскими ключевыми трубками».

Похожие удлинённые трубчатые и лепешковидные железистые стяжения наблюдались одним из авторов (Н.П. Кураленко) в разрезе четвертичных отложений в известном обнажении Черный Яр в низовьях Волги. Здесь в основании разреза обнажается толща черных глин. Она является водоупорным горизонтом. Выше глины перекрываются толщей переслаивающихся песков, супесей и суглинков мощностью до 20–30 м. Из песков в ее основании высачиваются многочисленные родники. К этому уровню и приурочены обильные удлинённые и лепешковидные железистые стяжения. Все они ориентированы субгоризонтально.

На самом деле очевидно, что образование таких конкреций (стяжений) происходило в толще песков как позднейший наложенный процесс в поверхностных условиях, вблизи зоны разгрузки, при взаимодействии относительно глубинных подземных вод, содержащих закисное двухвалентное железо, и поверхностных (ювенильных) грунтовых вод, богатых кислородом.

При этом процессе двухвалентное железо окислялось в трехвалентное и выпадало в осадок в виде трудно растворимого цемента, состоящего из гидроокислов и окислов железа. Эту реакцию можно представить в следующем виде:



При этом возможны два варианта. В первом варианте в песчаную толщу, заполненную ювенильными водами, богатыми кислородом, проникали потоки и струи глубинных вод, содержащих растворенное двухвалентное железо. По границам этих струй быстро оседало окислившееся железо. Морфология выделений и «трубок» отражала направление движения и его форму. При полном запечатывании потока, вода находила путь рядом. Так формировались целые «поленницы» железистых трубок (рис. 7а справа, 8а) и лепешек (рис. 7а в центре) у местных водоупоров и ослабленных водопроницаемых трещиноватых зон.

Если подземные воды таких струй не успевают полностью окислиться внутри песчаной толщи, то на выходе родников у основания склонов

образуются потеки и целые рыжие холмы железистого лимонитового осадка.

Однако возможен и второй вариант с обратным соотношением водных потоков. В этом случае в песчаную толщу, еще заполненную бескислородными подземными водами с растворенным двухвалентным железом, проникали по ослабленным проницаемым зонам струи ювенильных поверхностных вод. Тогда на их контакте также могли осаждаться окислы железа.

Форма их выделений будет также отражать прихотливый характер движения вод. Вокруг струй будут образовываться округлые, овальные, сплюснутые трубки и их скопления, целые «поленницы». При устойчивой границе двух вод у водоупоров будут расти всевозможные «лепешки».

При очень медленных перемещениях границы вод, содержащих и не содержащих кислород, в толще песков и песчаников образуются также разнообразные ржавые разводы, кольца Лизеганга (рис. 9). В этом случае происходит просто

диффузия кислорода в железистый раствор с одной стороны и ионов двухвалентного железа в обратном направлении. Ржавые полосы железистого осадка и отражают прерывистую миграцию зоны этой химической реакции.

Свидетельства разгрузки пластовых вод в виде цилиндрических образований известны в разных районах мира и имеют различный геологический возраст [Печенкин, 2012]*. В то же время, их нельзя назвать широко распространенным явлением. В России они обнаружены в немногих местах, и, как отмечает И.Г. Печенкин, наиболее значимыми из них по праву считаются «тульские ключевые трубки». В отличие от многих других цилиндрических образований, расположенных вертикально, особенностью «тульских ключевых трубок» является их субгоризонтальная ориентировка.

Для уточнения геологического времени формирования «тульских ключевых трубок» необходимы дополнительные исследования.

Современная флора и фауна природного комплекса у пос. Георгиево

На холме, на краю которого находится обнажение, расположен широколиственный лес (дуб черешчатый, липа мелколистная, клен остролистный, береза бородавчатая) со слабо развитым подлеском из лещины обыкновенной, жимолости лесной, бересклета бородавчатого, калины обыкновенной. Заметен подрост семенного происхождения дуба и липы. Примерная протяженность леса с северо-запада на юго-восток составляет более 600 метров, ширина – около 100 метров в средней части.

В состав флоры ООПТ входит не менее 175 видов сосудистых растений. Травяной покров представлен смесью неморальных (звездчатка ланцетолистная, сныть обыкновенная, пролесник многолетний, осока волосистая, ветреница лютичная, ландыш майский, вороний глаз четырехлистный, щитовник мужской) и бореальных (майник двулистный, грушанка круглолистная, щитовник картузианский) элементов. Вдоль ручья, проходящего у подножия холма, в сыром овраге растет черемуха обыкновенная, ива козья, береза пушистая, в травяном покрове преобладают виды сырых местообитаний – лабазник вязолистный, калужница болотная, вербейник обыкновенный, камыш лесной, осоки и др. Юго-восточная часть леса представляет собой светлый сухой березняк, опушки на крутом склоне юго-западной экспозиции имеют признаки остепне-

ния (герань кроваво-красная, лапчатка белая, серпуха красильная, медуница узколистная, дрок красильный, девясил шершавый и др.) [Реестр..., 1998].

Из редких и нуждающихся в охране видов сосудистых растений обнаружено 2 вида, занесенных в Красную книгу Тульской области [2020]:

1) венечник ветвистый, *Anthericum ramosum* L. (3 категория, редкий вид; рис. 11а); описываемое ООПТ – единственное на сегодняшний день известное место произрастания вида на территории городского округа Тула;

2) гвоздика пышная, *Dianthus superbus* L. (2 категория, сокращающийся в численности, уязвимый вид; рис. 11в).

На глинисто-песчаных осыпях карьера растительный покров представлен единичными экземплярами сорной растительности (вьюнок полевой, бодяк полевой, полынь обыкновенная и др.). В южной части склона появляется борщевик Сосновского (семенного происхождения), сплошные заросли которого находятся в непосредственной близости от ООПТ и представляют

* Обзор наиболее известных местонахождений трубчатых структур и различных взглядов на их происхождение дан в книге Л.Ш. Давиташвили и К. Захариевой-Ковачевой [1975].

значительную угрозу существующему растительному сообществу.

* * *

При проведении энтомологических обследований территории было отмечено 105 видов насекомых, среди которых занесенные в Красную книгу Тульской области [2023] гарпия большая *Cerura vinula* (L.) (3 категория, редкий вид) и бембекс носатый *Bembix rostrata* (L.) (3 категория, редкий вид; рис. 11г). Отмечены редкие на сопредельных территориях, локальные на территории Тульской области, характерные для нарушенных биогеоценозов неморального облика – рогачик жужелицевидный *Platycerus caraboides* (L.), жужелица шагренева *Carabus coriaceus* L. и приуроченный к песчаным и карьерным склонам – скакун-межжак *Cicindela hybrida* L.

На территории памятника природы выявлено 24 вида птиц, среди которых редких и уязвимых не обнаружено.

* * *

Лиخنологическое обследование территории позволило выявить 45 видов лишайников и близ-

кородственных к ним грибов. Подавляющее большинство экологически связаны с лесной частью ООПТ, это в основном эпифитные виды, поселяющиеся на коре деревьев и кустарников. Среди них занесенный в Красную книгу Тульской области [2021] *Evernia mesomorpha* Nyl. (3 категория, редкий вид; рис. 11б) и 4 вида из тех, популяции которых нуждаются в постоянном наблюдении и контроле на территории Тульской области: *Chaenotheca stemonea* (Ach.) Müll. Arg., *Cladonia digitata* (L.) Hoffm., *Hypogymnia tubulosa* (Schaer.) Hav., *Melanohalea exasperata* (De Not.) O. Blanco et al. [там же, Приложение 1]. К интересным лихенологическим находкам можно отнести также произрастающий на трубчатых железистых конкрециях *Trapelia coarctata* (Sm.) Choisy, ранее известный в регионе лишь из Ефремовского и Куркинского районов [Гудовичева, 2011; Гудовичева, Гимельбрант, 2015]. На этом же субстрате отмечены широко распространенные эврисубстратные виды: *Amandinea punctata* (Hoffm.) Coppins et Scheid. и *Candelariella vitellina* (Hoffm.) Müll. Arg.

Необходимые меры для сохранения памятника природы у пос. Георгиево

В целом современное состояние ООПТ можно рассматривать как удовлетворительное. Однако существует ряд факторов, негативно влияющих на природный комплекс.

Среди естественных негативных факторов можно выделить:

1) эрозию почвы и естественное разрушение стенки обнажения;

2) внедрение в растительный покров сорных видов растений, в том числе угроза распространения на территории ООПТ борщевика Сосновского.

К искусственным негативным факторам относится деятельность человека, а именно:

1) рекреационная нагрузка, так как живописность ландшафта привлекает большое количество отдыхающих, которые устраивают туристические стоянки, разводят костры, ездят на велосипедах и мототехнике по склонам карьера, оставляют после себя мусор;

2) разрушение захоронений ископаемых растений и скоплений трубчатых железистых конкреций и растаскивание отдельных их фрагментов на сувениры;

3) периодическое выжигание опушек (весенние палы), что приводит к гибели и ослаблению

популяций редких и наиболее уязвимых видов растений;

4) самовольная рубка отдельных деревьев;

5) стихийная добыча песка в карьере местным населением;

6) захоронение строительных и бытовых отходов.

В связи с этим для наиболее эффективного сохранения памятника природы на его территории необходимо соблюдение режима особой охраны, запрещающего перечисленную выше деятельность.

К допустимым видам деятельности следует отнести умеренное рекреационное использование без негативного влияния на объекты ООПТ; проведение научно-исследовательских работ и организацию образовательных проектов и исследований с участием школьников и студентов; установку информационных и информационно-предупредительных аншлагов; борьбу с инвазивными чужеродными видами; проведение лесоохранных, биотехнических и противопожарных мероприятий.

Чтобы сгладить негативные последствия природных процессов, разрушающих обнажение, таких как выветривание, осыпи, зарастание совре-

менной растительностью и т.п., необходимо принять следующие меры:

1) центральную часть обнажения, где наиболее хорошо видны скопления трубчатых железистых мегаконкреций, следует освободить от масс осыпавшегося песка и глины, а также от поселившейся на них растительности;

2) важно проведение ежегодного мониторинга состояния обнажения с целью выявления новых участков с осыпавшимися породами и поселившимися на них растениями с последующим их удалением.

При этом рекомендуется внимательно осматривать удаляемые породы на предмет обнаружения в них остатков ископаемых растений и «ключевых трубок». Любые найденные в пределах обнажения фрагменты ископаемых растений и трубчатых железистых мегаконкреций следует передавать на изучение в научно-исследовательские организации, где есть специалисты палеоботанического и литологического профиля, с целью выяснения их научной значимости и возможного дальнейшего изучения. Последующее хранение находок должно осуществляться в государственных музеях.

Заключение

Новая особо-охраняемая природная территория «Геолого-палеоботанический природный комплекс у поселка Георгиево» включает в себя два объекта охраны: 1) Георгиевский карьер – искусственное обнажение горных пород тульского горизонта каменноугольной системы; 2) прилегающий к карьере лесной массив.

Горные породы Георгиевского карьера содержат богатые захоронения ископаемых растений раннего карбона (более 6 видов из 3 порядков): *Lepidodendron veltheimoides*, *Bergeria shvetzovii*, *B. puchkoviorum*, *Stigmaria ficoides*, *Mesocalamites* sp., *Grandeurites* sp. и др. Палеоботаническая ценность этого местонахождения определяется не только его богатством, но и тем, что оно является типовым для вида *Bergeria puchkoviorum* и пока единственным в Центральной России для представителей родов *Grandeurites* и *Mesocalamites*.

Помимо Георгиевского карьера местонахождения ископаемых растений каменноугольного периода обнаружены во многих районах Тульской области: Суворовском, Венёвском, Алексинском, Белёвском, Богородицком, Кимовском, Щёкинском (список и характеристику захоронений см. в [Мосейчик, 2009, 2014, 2020]). Они, как правило, приурочены к крупным

карьерам. Однако ни одно из этих местонахождений не охраняется, что привело уже к утрате некоторых и со временем может ждать каждое из них.

Кроме растительных остатков, в Георгиевском карьере обнаружены железистые мегаконкреции (*тульские ключевые трубки*) диаметром до 1 м и длиной более 2 м, которые являются самыми крупными трубчатыми геологическими образованиями конкреционного типа в Центральной России.

Взятие под охрану обнажения у пос. Георгиево позволяет не только сохранить этот памятник геологической истории региона, но и дает возможность дальнейшего изучения содержащихся в них интереснейших геологических и палеоботанических объектов.

Другой немаловажной задачей нового памятника природы является охрана присутствующих в прилегающем к карьере лесном массиве редких и находящихся под угрозой исчезновения представителей современного растительного и животного мира. Среди них присутствуют занесенные в Красную книгу Тульской области сосудистые растения *Anthericum ramosum* и *Dianthus superbis*, лишайник *Evernia mesomorpha*, насекомые *Cerura vinula* и *Bembix rostrata*.

Благодарности

Авторы выражают признательность В.В. Петровой и Т.А. Садчиковой (Геологический институт РАН, Москва) за помощь в интерпретации происхождения трубчатых железистых мегаконкреций Георгиевского карьера.

Работа выполнена в рамках темы госзадания Геологического института РАН.

Литература

- Ботвинкина Л.Н.* Методическое руководство по изучению слоистости. – М.: Наука, 1965. – 259 с. (Тр. ГИН РАН. Вып. 119.)
- Всеволожский В.А.* Основы гидрогеологии. – М.: Изд-во МГУ, 2007. – 448 с.
- Геологическая карта СССР масштаба 1:200 000. Серия Московская. Лист N-37-XIV. Объяснительная записка. – М.: Госгеолтехиздат, 1963. – 120 с.
- Гудовичева А.В.* Лишайники лесостепной части Тульской области. // Проблемы изучения и восстановления ландшафтов лесостепной зоны. Вып. 2. – Тула, 2011. – С. 59–77.
- Гудовичева А.В., Гимельбрант Д.Е.* Лишайники ландшафтов Государственного музея-заповедника «Куликово поле». Видовое разнообразие и экологическая структура лишайнофлоры // Музей-заповедник: экология и культура: Матер. VI междунар. науч.-практ. конф. (станция Вёшенская, 4–6 сентября 2015 года). – Ростов-на-Дону, 2015. – С. 152–160.
- Давиташвили Л.Ш., Захариева-Ковачева К.* Происхождение каменных лесов. – Тбилиси: Мецниереба, 1975. – 195 с.
- Добров С.А., Константинович А.Э.* Общая геологическая карта Европейской части СССР. Лист 44. Восточная половина. – М.; Л.: ОНТИ НКТП СССР, 1936. – 106 с. (Тр. Моск. геол. треста. Вып. 20.)
- Залесский М.Д.* Растительные остатки из нижнекаменноугольных отложений бассейна Мсты // Зап. Минер. о-ва. Втор. сер. – 1905. – Ч. 42. – Вып. 1–2. – С. 315–342.
- Иванов А.П., Иванова Е.А.* Полное описание геологического и гидрогеологического строения окрестностей г. Тулы. – Тула, 1929. – 92 с.
- Красная книга. Особо охраняемые территории Тульской области. – Тула: Гриф и К, 2007. – 316 с.
- Красная книга Тульской области. Животные. 2-е изд. – Белгород: КОНСТАНТА, 2023. – 400 с.
- Красная книга Тульской области. Лишайники и грибы. – Тула: Аквариус, 2021. – 152 с.
- Красная книга Тульской области. Растения. – Тула: Аквариус, 2020. – 268 с.
- Масленников В.П.* Закономерности изменения состава и строения угленосной толщи южного крыла Подмосковского бассейна: дисс. ... канд. геол.-минер. наук. – Тула, 1981. – 193 с.
- Махлина М.Х., Жулитова В.Е.* О детальном расчленении тульского горизонта в страторегии // Изв. вузов. Геол. и разведка. – 1984. – № 12. – С. 3–11.
- Мейен С.В.* Основы палеоботаники: Справочное пособие. – М.: Недра, 1987. – 404 с.
- Мейен С.В.* Каменноугольные и пермские лепидофиты Ангариды // С.В. Мейен. Теоретические проблемы палеоботаники. – М.: Наука, 1990. – С. 76–124.
- Мосейчик Ю.В.* Условия углеобразования и антракофильные растения первой половины визе Подмосковского бассейна // М.А. Ахметьев, А.Б. Герман, М.П. Долуденко, И.А. Игнатъев (ред.). Сб. памяти члена-корреспондента АН СССР, профессора Всеволода Андреевича Вахрамеева (к 90-летию со дня рождения). – М.: ГЕОС, 2002. – С. 133–136.
- Мосейчик Ю.В.* Плауновидные раннего карбона Подмосковского бассейна // М.В. Дуранте, И.А. Игнатъев (ред.). Эволюция флор в палеозое. – М.: ГЕОС, 2003. – С. 35–71.
- Мосейчик Ю.В.* Раннекаменноугольная флора Подмосковского бассейна. Т. I. Состав, экология, эволюция, фитогеографические связи и стратиграфическое значение. – М.: ГЕОС, 2009. – 186 с.
- Мосейчик Ю.В.* Стробилы *Flemingites* (Carruthers) Brack-Nanes et Thomas в позднем визе Подмосковского бассейна // *Lethaea rossica*. Рос. палеобот. журн. – 2012. – Т. 6. – С. 23–31.
- Мосейчик Ю.В.* Раннекаменноугольная флора Подмосковского бассейна. Т. II. Членистостебельные, папоротники, голосеменные. – М.: ГЕОС, 2014. – 72 с.
- Мосейчик Ю.В.* Лепидодендроны из визейских отложений Подмосковского бассейна // *Lethaea rossica*. Рос. палеобот. журн. – 2020. – Т. 20. – С. 19–33.
- Мосейчик Ю.В.* Новые данные о лепидодендронидных плауновидных из нижнего карбона Подмосковского бассейна // *Lethaea rossica*. Рос. палеобот. журн. – 2023. – Т. 26. – С. 1–17.
- Мосейчик Ю.В., Игнатъев И.А.* Визейские плауновидные Подмосковского бассейна: новые виды и надродовая принадлежность // *Lethaea rossica*. Рос. палеобот. журн. – 2017. – Т. 15. – С. 1–19.
- Новик Е.О.* Каменноугольная флора Европейской части СССР. – М.: Изд-во АН СССР, 1952. – 468 с. (Палеонтология СССР. Нов. сер. Т. 1.)
- Орлова О.А.* Визейская флора Московской синеклизы: дисс. ... канд. геол.-минер. наук. – М., 2001. – 200 с.
- Орлова О.А.* Растительные остатки тульского возраста (ранний карбон) из коллекции С.А. Доброва в Геологическом музее им. В.И. Вернадского // Современные вопросы геологии. – М.: Научный мир, 2002. – С. 309–312.
- Орлова О.А.* Визейские растения Калужской области // Бюл. МОИП. Отд. геол. – 2003. – Т. 78. – Вып. 2. – С. 40–50.
- Палеогеографический атлас Северной Евразии / В.Г. Казьмин, Л.М. Натанов (ред.). – М.: Ин-т тектоники литосферных плит, 2000. – 26 л.
- Печенкин И.Г.* Литолого-геохимические индикаторы древних очагов разгрузки пластовых вод // Ленинградская школа литологии. Материалы Всероссийского литологического совещания, посвященного 100-летию со дня рождения Л.Б. Рухина (Санкт-Петербург, 25–29 сентября 2012 г.). Т. II. – СПб.: СПбГУ, 2012. – С. 259–261.
- Реестр растительного покрова Тульской области. Т. I. Основные сведения о растительном покрове Туль-

ской области и условиях его формирования. – Тула, 1998. – 203 с.

Швецов М.С. Общая геологическая карта Европейской части СССР. Лист 58. Северо-западная четверть листа. – М.; Л.: ГОНТИ НКТП, 1932. – 184 с. (Тр. Всесоюз. геол.-развед. объедин. НКТП СССР. Вып. 83.)

Швецов М.С., Яблоков В.С., Иванова Е.А., Ульмер А.Э. Подмосковский каменноугольный бассейн. Путеводитель экскурсии XVII МГК. – М.: ГОНТИ, 1937. – 54 с.

Эйхвальд Э.И. Об ископаемых остатках животных и растений, заключенных в древнем красном песчанике и горном известняке, весьма развитых в Новгородской губернии // Горн. журн. – 1841. – Ч. 1. – Кн. 1. – С. 27–53.

Эйхвальд Э.И. Палеонтология России. Древний период. I. Флора граувакковой, горноизвестковой и медистосланцеватой формации России. – СПб.: Типография Я. Йонсона, 1854. – 245 с.

Auerbach I.B., Trautschold H.A. Über die Kohlen von Central-Russland // Nouv. Mém. Soc. Nat. Moscou. – 1860. – T. 13 (19). – Liv. 1. – S. 3–58.

Brongniart Ad. Sur la classification et la distribution des végétaux fossiles en general, et sur ceux des Terraines

de sédiment supérieur en particulier // Mem. Mus. Hist. Nat. Paris. – 1822. – T. 8. – P. 203–348.

Chaloner W.G. Lycophyta // *E. Boureau* (ed.). Traité de paléobotanique. T. 2. – Paris: Masson et C^{ie}, 1967. – P. 436–845.

Eichwald E.I. Die Thier- und Pflanzenreste des alten rothen Sandsteins und Bergkalks im Nowgorodischen Gouvernement // Bull. Sci. Acad. Imp. Sci. St.-Petersb. – 1840. – T. 7. – № 6/7. – P. 78–91.

Eichwald E.I. Lethaea rossica ou Paléontologie de la Russie. Vol. 1, pt. 1. – Stuttgart: Librairie et imprimerie de E. Schweizerbart, 1855. – XIX+268 p.

Eichwald E.I. Lethaea rossica ou Paléontologie de la Russie. Vol. 1, sect. 1. – Stuttgart: Librairie et imprimerie de E. Schweizerbart, 1860. – XIX+681 p.

Sternberg K.M. Versuch einer geognostisch-botanischen Darstellung der Flora der Vorwelt. Bd. 1. Heft 1. – Leipzig: Verlag von F. Fleischer, 1820. – 24 S.

Thomas B.A., Brack-Hanes S.D. A new approach to family groupings in the lycophytes // Taxon. – 1984. – Vol. 33 (2). – P. 247–255.

Zalessky M.D. Das Karbon des Moskauer Beckens // Neues Jahrb. Mineral., Geol. und Palaeontol. Jahrgang 1945–1948. Abt. B. – 1948. – S. 195–224.

Unique geological and palaeobotanical natural monument of the Tula Region (Russia)

Yu.V. Mosseichik¹, M.V. Privalova², I.A. Ignatiev¹, N.P. Kuralenko¹, E.V. Smirnova³, E.E. Muchnik⁴, A.A. Evsyunin⁵, A.F. Lakomov⁶

¹ *Geological Institute of RAS, Pyzhevsky per. 7(1), 119017 Moscow, Russia*

² *GU TO «Nature», subdivision of Specially Protected Natural Territories of the Tula Region, ul. Oktiabrskaya 1, 300903 Tula, pos. Kosaya Gora, Russia*

³ *MBOU «Education Centre No. 38», ul. Glinki 6a, 300004 Tula, Russia*

⁴ *Institute of Forest Science of RAS, ul. Sovetskaya 21, 143030 Moscow Region, g. Odintsovo, s. Uspenskoe, Russia*

⁵ *GU TO «Tula Exotarium», ul. Oktiabrskaya 26, 300002 Tula, Russia*

⁶ *Tula Regional Museum, ul. Sovetskaya 68, 300041 Tula, Russia*

The newly created specially protected natural area (SPNA) in the Tula Region «Geological and paleobotanical natural complex near Georgievo» is described. The task of the natural monument includes the protection of two objects: 1) the artificial outcrop of the Viséan (Carboniferous) sandy rocks (the so-called *Georgievo Quarry*), containing rich burials of fossil plants and clusters of unique tubular ferruginous megaconcretions (*Tula Spring Tubes*); 2) a forest area adjacent to the quarry with rare species of animals and plants.

К статье Ю.В. Мосейчик и др.

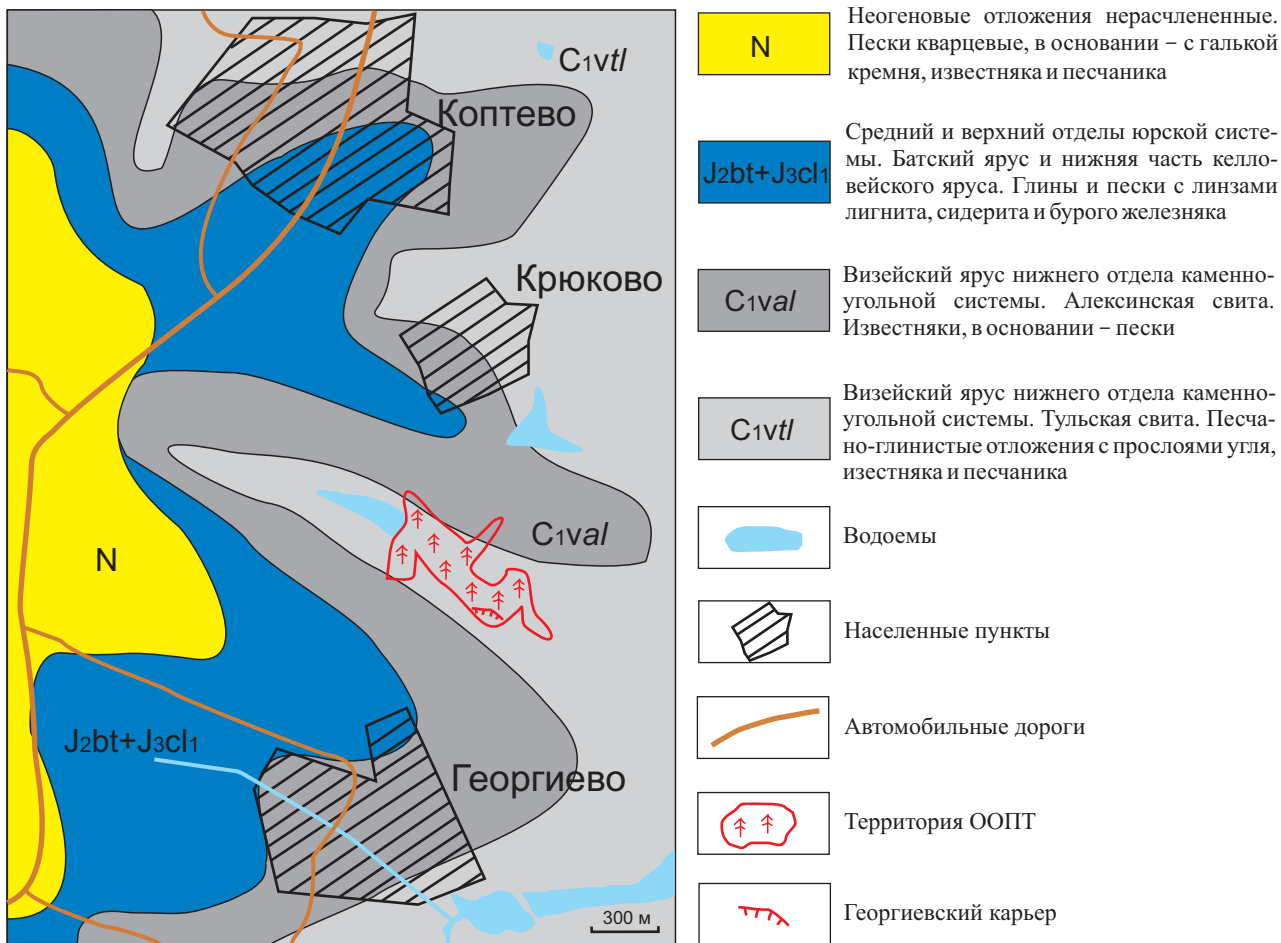


Рис. 1. Геологическая карта дочетвертичных отложений окрестностей пос. Георгиево и местоположение нового ООПТ (по [Геологическая карта..., 1963])

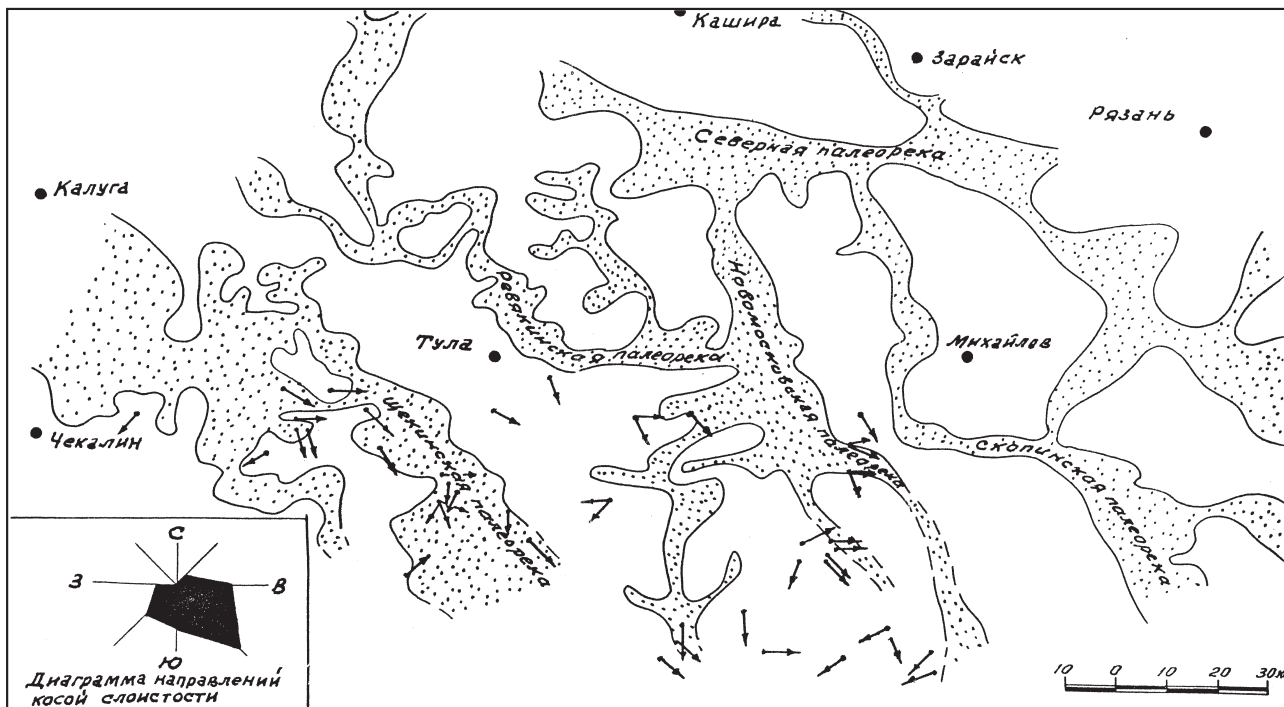


Рис. 2. Карта гидрографической сети середины визейского века (бобриковское и тульское время) на территории Тульской области и направления кривой слоистости в нижнетульских песках (составлена В.П. Масленниковым [1981])

К статье Ю.В. Мосейчик и др.



Рис. 3. Общий вид пород тульской свиты в Георгиевском карьере по состоянию на лето 2021 г. (римскими цифрами показаны захоронения ископаемых растений, арабскими – крупные скопления «ключевых трубок»)

К статье Ю.В. Мосейчик и др.

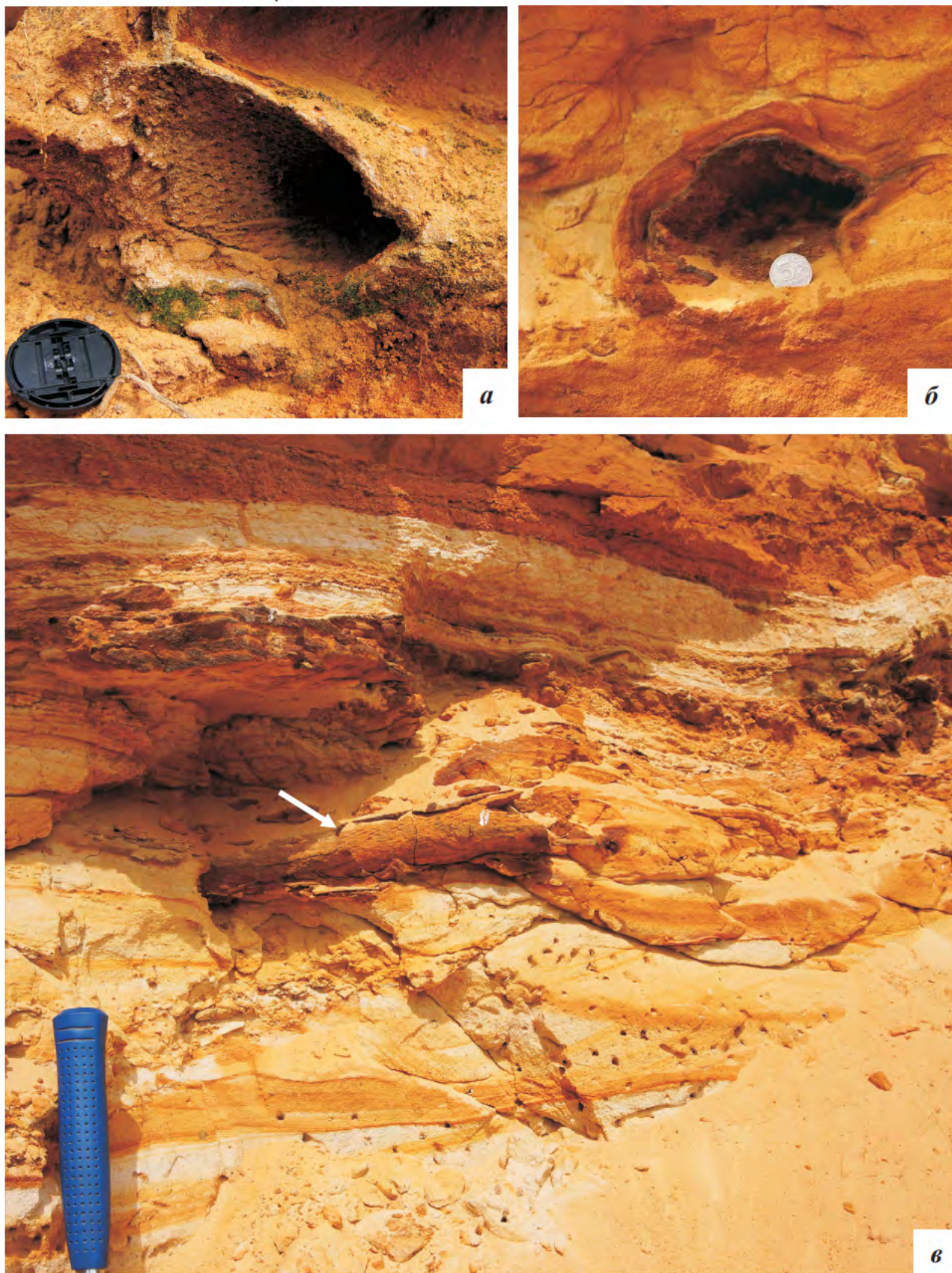


Рис. 4. Отпечатки и слепки осей древовидных плауновидных в песчаных породах тульской свиты Георгиевского карьера: *a* – из захоронения I на рис. 3; *б, в* – из захоронения II на рис. 3

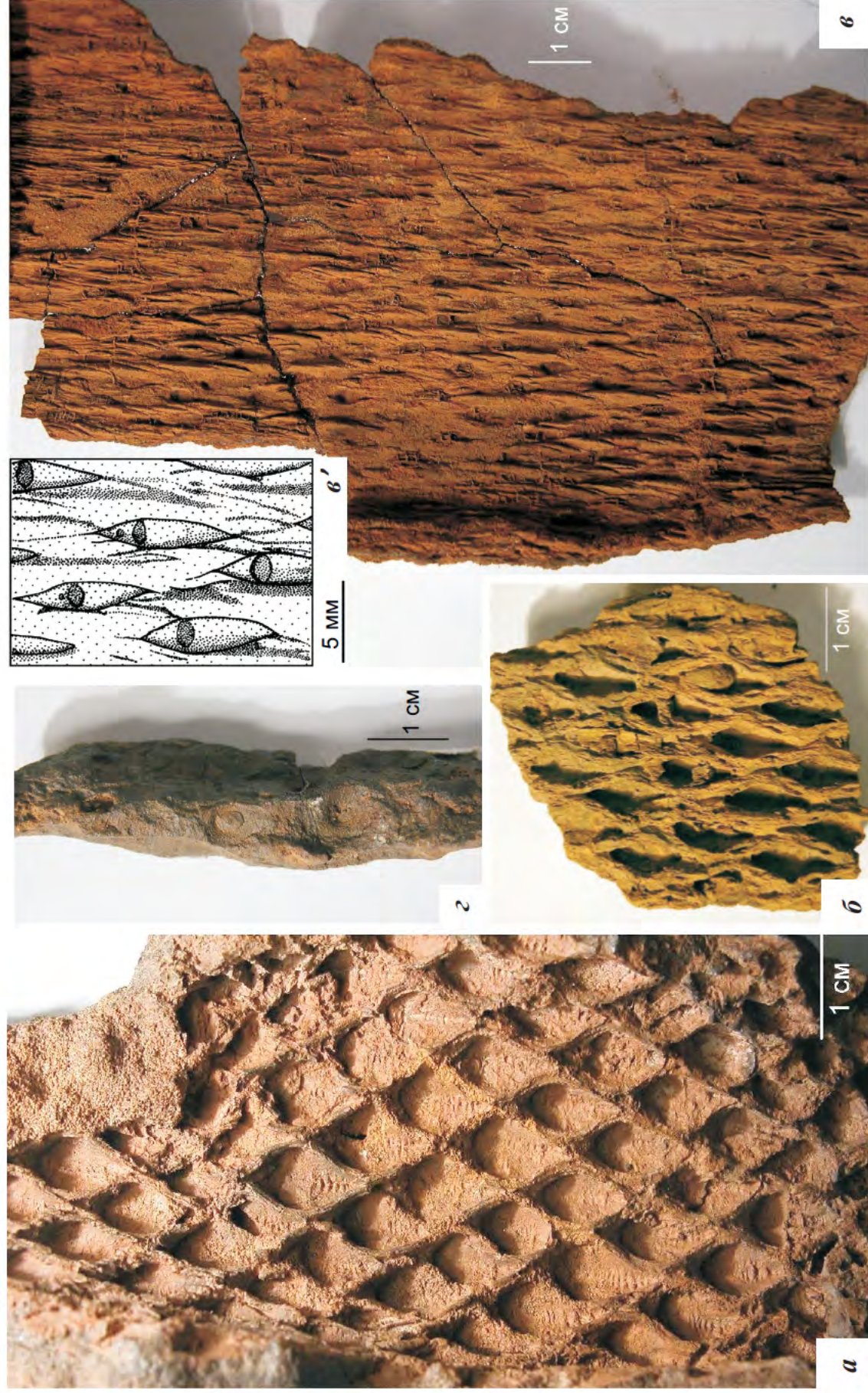


Рис. 5. Остатки плауновидных из тульской свиты Георгиевского карьера: а-в – отпечатки осей соответственно *Bergia ruschkoviorum* (ТОКМ, голотип № 16387), *B. shvetzovii* (ГИН РАН, экз. № 4865/746) и *Lepadodendron veltheimioides* (ГИН РАН, экз. № 4865/751А); в' – прорисовка листовых подушек *L. veltheimioides* (ГИН РАН, экз. № 4865/751В); г – слепок ризофора *Stigmaphysa ficooides* (ГИН РАН, экз. № 4865/755)

К статье Ю.В. Мосейчик и др.

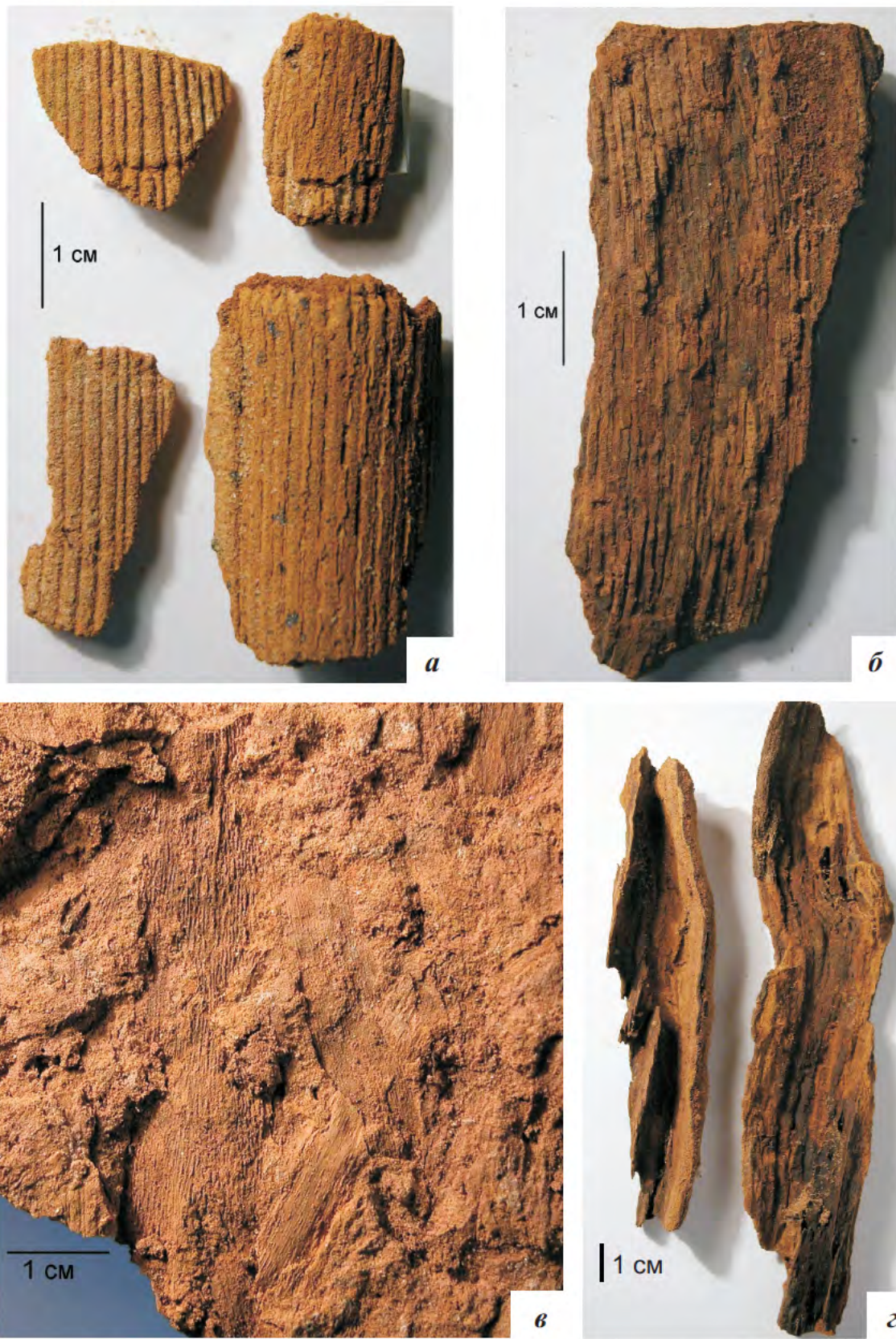


Рис. 6. Растительные остатки из тульской свиты Георгиевского карьера: *а* – слепки сердцевинной полости *Mesocalamites* sp. (ГИН РАН, экз. № 4865/754); *б* – минерализованная древесина неизвестного систематического положения (ГИН РАН, экз. № 4865/757); *в* – отпечатки черешков *Grandeurites* sp. (ГИН РАН, экз. № 4865/771); *з* – частично минерализованные оси неизвестных голосеменных (ГИН РАН, экз. №№ 4865/760 и 761)

К статье Ю.В. Мосейчик и др.



Рис. 7. «Ключевые трубки» – трубчатые железистые мегаконкреции в Георгиевском карьере:
а – скопления конкреций 2 на рис. 3; б – скопления конкреций 1 на рис. 3

К статье Ю.В. Мосейчик и др.



Рис. 8. «Ключевые трубки» Георгиевского карьера: *а* – скопления конкреций 3 на рис. 3; *б* – скопления конкреций, выступавшие в правой части стенки карьера в 2006 году и ныне не существующие

К статье Ю.В. Мосейчик и др.



Рис. 9. Кольца Лизеганга в породах Георгиевского карьера (фото 2006 г.)

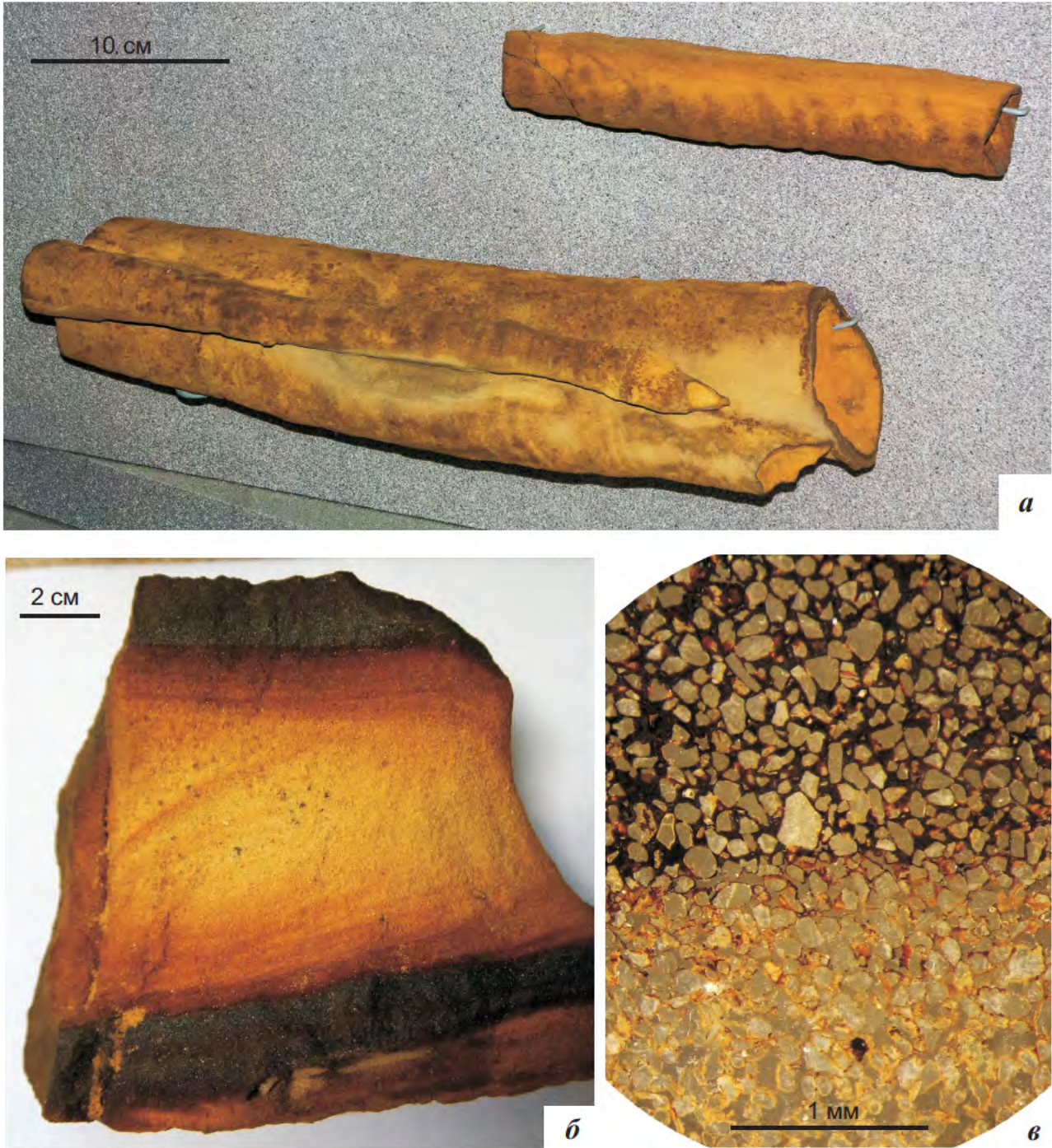


Рис. 10. Фрагменты «ключевых трубок» из осыпи Георгиевского карьера: *а* – экземпляры из экспозиции ТОКМ; *б* – «ключевая трубка» на продольном сколе с сохранившимся внутри слабосцементированным песком (коллекция ГИН РАН, экз. № 4865/778); *в* – шлиф из того же экземпляра, демонстрирующий границу «трубки», сложенной сцементированным окислами и гидроокислами железа песком, и заполняющего ее слабосцементированного песка; видно отсутствие каких-либо растительных тканей

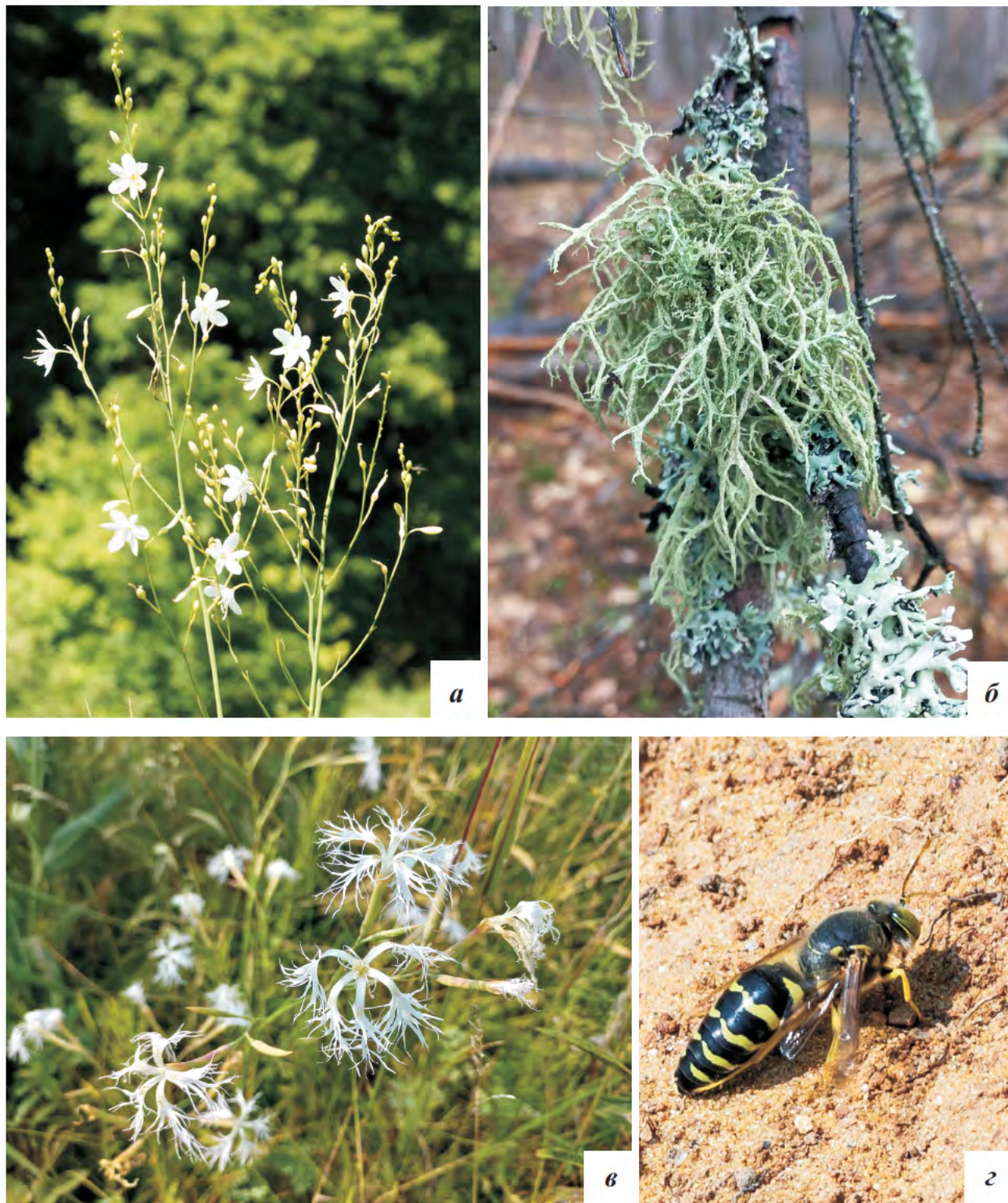


Рис. 11. Краснокнижные растения и животные природного комплекса у пос. Георгиево:
а – венечник ветвистый; *б* – эверния мезоморфная; *в* – гвоздика пышная; *г* – бембекс носатый