

УДК 551.736.3551.761(470)

## ТЕРМИНАЛЬНАЯ ПЕРМЬ ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ: ВЯЗНИКОВСКИЙ ГОРИЗОНТ И НЕДУБРОВСКАЯ ПАЧКА И ГРАНИЦА ПЕРМИ И ТРИАСА

© 2016 г. В. Р. Лозовский\*, Ю. П. Балабанов\*\*, Е. В. Карасев\*\*\*, И. В. Новиков\*\*\*\*, А. Г. Пономаренко\*\*\*\*, О. П. Ярошенко\*\*\*\*\*

\* Российский государственный геологоразведочный университет им. С. Орджоникидзе, Москва

\*\* Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань

\*\*\* Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН, Москва

\*\*\*\* Университет Додоми, Танзания

\*\*\*\*\* Геологический институт РАН, Москва

e-mails: vlozovskiy@yandex.ru, karasev@paleo.ru, balabanov-geo@mail.ru

Поступила в редакцию 22.12.2014 г., получена после доработки 14.09.2015 г.

Комплексный анализ имеющихся данных по наземным позвоночным, остракодам, энтомофауне, мега- и микрофлоре вязниковского горизонта и недубровской пачки, а также результаты палеомагнитного исследования вмещающих отложений подтвердили их гетерохронность и необходимость выделения этих двух стратонов в терминальной перми Восточно-Европейской платформы. Наиболее полный для территории Восточно-Европейской платформы комбинированный разрез пограничных отложений перми и триаса Московской синеклизы включает следующую последовательность (снизу вверх): вятские отложения; вязниковский горизонт, включающий соковскую и жуковскую пачки; недубровская пачка (верхняя пермь); асташихинская и рябинская пачки вохминского горизонта (нижний триас). Ни один из известных в этом регионе разрезов пограничных отложений перми и триаса не отражает эту последовательность в полном объеме. В северных разрезах триас подстилается недубровской пачкой, а южнее в бассейне р. Клязьма — вязниковским горизонтом. Принятая в Общей стратиграфической шкале России пермо-триасовая граница для континентальных отложений Восточно-Европейской платформы (в основании асташихинской пачки) древнее принятой в Международной стратиграфической шкале. Аналогичная ситуация отмечается в Германском бассейне и других районах развития континентальных отложений триаса. В настоящей статье предлагается решение этой проблемы.

*Ключевые слова:* пермь, триас, энтомофауна, наземные позвоночные, остракоды, макрофлора, мио-споровые комплексы, петромагнетизм.

DOI: 10.7868/S0869592X16040049

### ВВЕДЕНИЕ

Разрезы континентальных отложений, переходных от перми к триасу, на территории Московской синеклизы характеризуются исключительной насыщенностью различными органическими остатками (наземные позвоночные, остракоды, конхостраки, мега- и микрофлора, насекомые и др.), выгодно отличаясь от других подобных мировых разрезов. Этим определяется важность и необходимость всестороннего их изучения для решения вопроса о границе между пермской и триасовой системами в континентальных сериях. Подобный сводный разрез с использованием комплекса методов был недавно опубликован (Лозовский, 2013; Lozovsky, Korchagin, 2013). Предложенная В.Р. Лозовским последовательность хроностратиграфических подразделений на

границе перми и триаса включает вятские отложения, вязниковский горизонт, недубровскую пачку, асташихинскую и рябинскую пачки вохминского горизонта. Центральную часть этой последовательности занимают вязниковский горизонт и недубровская пачка. Их формирование происходило в переломный момент геологической истории региона, находящегося на стыке Восточно-Европейской платформы и складчатого Урала. В конце пермского периода здесь произошло общее поднятие территории платформы и ее осушение (Игнатъев, 1962). В период накопления недубровской пачки существовали особые условия, связанные, по мнению В.Р. Лозовского (2013), с импактным явлением. Сохранность этой пачки в бассейне р. Кичменга легко объясняется блоковыми движениями фундамента на крыле положительной структуры Сухонского вала. Воз-

обновившееся в начале вязниковского времени осадконакопление носило ограниченный характер и было связано с формированием речной системы, стекавшей с Уральского горного сооружения. На остальной территории платформы осадконакопление не происходило или носило ограниченный характер. В начале триаса возобновившееся воздымание Урала привело к осадконакоплению на всей территории Восточно-Европейской платформы.

Предложенная В.Р. Лозовским (2013) последовательность событий на рубеже перми и триаса была положительно воспринята М.П. Арефьевым и др. (2015), которые положили ее в основу построения изотопной кривой  $\delta^{13}\text{C}$  на границе перми и триаса в Московской синеклизе. Интерпретация же этой последовательности А.Г. Сенниковым и В.К. Голубевым (2014) носит противоречивый характер. С одной стороны, она “прекрасно согласуется с... интерпретацией опорного разреза Жукова оврага”, предложенной этими авторами (Сенников, Голубев, 2014, с. 61), а с другой стороны, эти же авторы считают, что верхняя (жуковская) песчаная пачка вязниковского разреза является фациальным аналогом недубровской пачки (Голубев, Сенников, 2015). Это в корне противоречит вышеупомянутой концепции В.Р. Лозовского, о чем подробнее будет сказано ниже.

В этой связи необходимо подчеркнуть, что демонстрировавшийся участникам XVIII Международного пермо-карбонного геологического конгресса прекрасный разрез Сухона—Северная Двина (Arefiev et al., 2015) является неполным в верхней части, поскольку содержит перерыв, отвечающий вязниковскому горизонту. В представленной схеме терминальной перми (Arefiev et al., 2015, fig. 6, p. 11) комарицкая пачка согласно перекрывается недубровской пачкой. В действительности на границе этих пачек имеется перерыв, отвечающий вязниковскому горизонту и отчетливо наблюдаемый в разрезе между деревнями Глебово и Ваганово: здесь недубровские сероцветы с флористическими остатками подстилаются базальными песками с конгломератами в основании, резко несогласно перекрывающимися комарицкими мергелями<sup>1</sup>. Рассматривать недубровскую пачку как фациальный аналог вязниковских песков с позвоночными зоны *Archosaurus rossicus* (Голубев, Сенников, 2015) не позволяет их различная палеонтологическая характеристика. В недубровской пачке, в отличие от вязниковского горизонта, отсутствуют остатки наземных позвоночных, а палеофлористические, энтомологические, остракодовые комплексы и палеомагнитные характеристики этих стратонтов заметно различаются, что позволяет уверенно рассматривать их

<sup>1</sup> В разрезе у дер. Недуброво обнажены лишь самые верхи базальных песков.

как самостоятельные хроностратиграфические подразделения. Цель настоящего исследования — показать самостоятельность этих подразделений для внесения их в Общую стратиграфическую шкалу России и определить положение границы перми и триаса.

## ВЯЗНИКОВСКИЙ ГОРИЗОНТ И НЕДУБРОВСКАЯ ПАЧКА

Проведенный М.А. Шишкиным (1990) анализ позднепермской фауны наземных позвоночных показал возможность выделения в верхней части татарского яруса самостоятельного вязниковского горизонта. Впоследствии это название прочно закрепилось в литературе, несмотря на то что под тем же названием Н.И. Строком и Т.Е. Горбаткиной выделялись и подстилающие отложения, не охарактеризованные вязниковским комплексом тетрапод (Решение..., 1990, с. 37). Последний в дальнейшем был обозначен как “зона *Archosaurus rossicus*” (Ивахненко и др., 1997). В состав вязниковского горизонта кроме песчаных отложений, содержащих остатки позвоночных, включили и подстилающие глинисто-алевритовые пачки, содержащие растительные комплексы, остракоды, насекомых и др. Соответствующее стратиграфическое подразделение разными авторами выделялось как “вязниковский ярус” (Лозовский, Кухтинов, 2007), “жуковский горизонт” (Сенников, Голубев, 2010) или “владимирский ярус” (Naugolnykh, 2005).

Стратотип вязниковского горизонта располагается в краевой зоне Московской синеклизы в бассейне р. Клязьма, начиная от г. Вязники до окрестностей г. Гороховец (Жуков овраг), где имеется несколько разрезов, прорезающих правый склон реки. В них содержится богатый комплекс органических остатков, составляющих общую характеристику вязниковского фаунистического комплекса одноименного страторегиона.

Вязниковские отложения занимают определенное стратиграфическое положение в разрезе, располагаясь между фаунистически охарактеризованными позднепермскими вятскими и ранне-триасовыми вохминскими отложениями. Их накоплению предшествовал длительный перерыв, во время которого был выработан эрозионный рельеф, на что указывает несогласное налегание вязниковских отложений на различные уровни вятского яруса вплоть до самых верхов северодвинского горизонта (Лозовский, 2011; Голубев и др., 2012)<sup>2</sup>. Нижняя часть этих палеорезов, названная нами “соковской пачкой”, представлена

<sup>2</sup> Ранее некоторые исследователи (Сенников, Голубев, 2010; Молоствовская, 2010) ошибочно полагали, что в разрезе Жуков овраг выше уржумских залегают только вятские отложения.

серыми тонкослоистыми глинами и алевролитами с растительными остатками, накопившимися в старичных и пойменных понижениях рельефа. Верхняя же часть вязниковских отложений, обозначенная как “жуковская пачка”, повсеместно сложена косослоистыми полимиктовыми песками руслового аллювия, содержащими прослойки гравелитов и конгломератов с глинистой галькой и валунами местных пород (стрежневая фация). Судя по замерам направления косой слоистости в песках, образовавшие ее русловые потоки текли в юго-западном направлении (Голубев и др., 2005).

Вышеописанный аллювиальный поток из бассейна р. Клязьма прослеживается далее к северо-востоку. В долине р. Ветлуга в районе пос. Воскресенское обнажаются песчаные аллювиальные отложения, сходные с жуковской пачкой. В них содержится вязниковский комплекс наземных позвоночных (Лозовский, Блом, 1998, с. 11). Литологически сходные песчаные образования вскрыты в скв. 14 Переправа в интервале 20–48 м (Игнатев, 1962). В 150 км северо-восточнее, в районе дер. Пурлы (Нижегородская область) обнажаются песчано-гравелитовые образования (“пуги”), содержащие, наряду с местной галькой глин, мергелей и песчаников, кремни и яшмы уральского происхождения. В них встречены позвоночные вязниковского комплекса (зоны *Archosaurus rossicus*). Эти конгломераты, по нашему мнению, относятся к более близкой к Палео-Уралу верхней части палеопотока, протекавшего на территории равнины Московской синеклизы в вязниковское время и названного Главным Уральским палеопотоком (Лозовский и др., 2015) (рис. 1). К этому потоку, по нашему мнению, следует относить и местонахождение Тоншаево, где обнажены песчаники, гравелиты и конгломераты, литологически идентичные вязниковским и содержащие *Annatherapsidus aff. permirus* (Amalitzki) и неопределимые остатки крупных дицинодонтов. В.К. Голубев (Стратотипический..., 2001, с. 123) отмечает отсутствие в этом комплексе паурейазавров и горгонопсов, что типично для вязниковского комплекса, но относит условно это местонахождение к более древнему соколковскому комплексу. Верховья Уральского потока отмечены в долине р. Вятка (местонахождение Бережане), где обнажаются вязниковские, по В.К. Голубеву (Стратотипический..., 2001), песчаники и конгломераты, содержащие кости *Chroniosuchidae* gen. indet. и целые черепа дицинодонтов *Vivaxosaurus permirus* Kalandadze et Kurkin и *Dlectosaurus berezhanensis* Kurkin (Куркин, 2001). В бассейне р. Вятка, где А.В. Гоманьков описал стратотип вятского горизонта (Стратотипический..., 2001), данное местонахождение, вопреки вышеуказанным палеонтологическим данным, отнесено к быковским слоям, составляющим нижнюю часть вятского горизонта. По нашему мне-

нию, врезанная линза полимиктовых песков в краевой части этого обнажения идентична песчаникам жуковской пачки бассейна р. Клязьма (Голубев и др., 2012), и нет никаких оснований сомневаться в ее вязниковском возрасте.

На большей части остальной территории Приуралья вязниковские отложения практически отсутствуют и отложения вохминского горизонта залегают непосредственно на вятских мергелях. По литологическим критериям условно они могут быть выделены в бассейне р. Юг у с. Вахнево (скв. 457) (Лозовский и др., 2014) и у дер. Опарино (Лозовский, Кухтинов, 2007).

Недубровские отложения в качестве обособленной, нижней, пачки вохминской свиты нижнего триаса впервые были установлены в центральной части Московской синеклизы у дер. Недуброво на левом берегу р. Кичменга, левого притока р. Юг (Лозовский и др., 2001б, 2014). Предполагалось, что эти отложения моложе вязниковских, что подтвердил описавший недубровский палинокомплекс С.А. Афонин (2003). В.А. Красилов и Е.В. Карасев (Карасев, 2009; Krassilov, Karasev, 2009) выделили последовательность палеофлористических комплексов на границе перми и триаса: вятский–вязниковский–недубровский–вохминский. И хотя вязниковский горизонт и недубровская пачка занимают одинаковое стратиграфическое положение – расположены между охарактеризованными фаунистически позднепермскими вятскими и раннетриасовыми вохминскими отложениями – и обладают одинаковой отрицательной намагниченностью, они вполне могут быть разновозрастными, как полагают авторы настоящей статьи. Для решения этой проблемы попробуем ответить на два главных вопроса: 1) есть ли в разрезе Недуброво аналоги вязниковских отложений и 2) есть ли в разрезе Жуков овраг аналоги недубровской пачки. Ответ на первый вопрос чрезвычайно прост – недубровская пачка залегает непосредственно на вятских мергелях, и никаких следов вязниковских отложений здесь нет. Для ответа на второй вопрос рассмотрим в деталях палеонтологическую характеристику каждого из рассматриваемых стратонов.

#### ХАРАКТЕРИСТИКА ФАУНИСТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ПОГРАНИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПЕРМИ И ТРИАСА

**Наземные позвоночные.** Как отмечено выше, наземные позвоночные из терминальной перми окрестностей г. Вязники были выделены в особый вязниковский комплекс (зону *Archosaurus rossicus*), подробно охарактеризованный в ряде работ (Ивахненко и др., 1997; Очев, Шишкин, 1998; Ивахненко, 2001; Сенников, Голубев, 2008). Наиболее полно он представлен в местонахождении Вязники-2, где встречены *Dvinosaurus egregius*

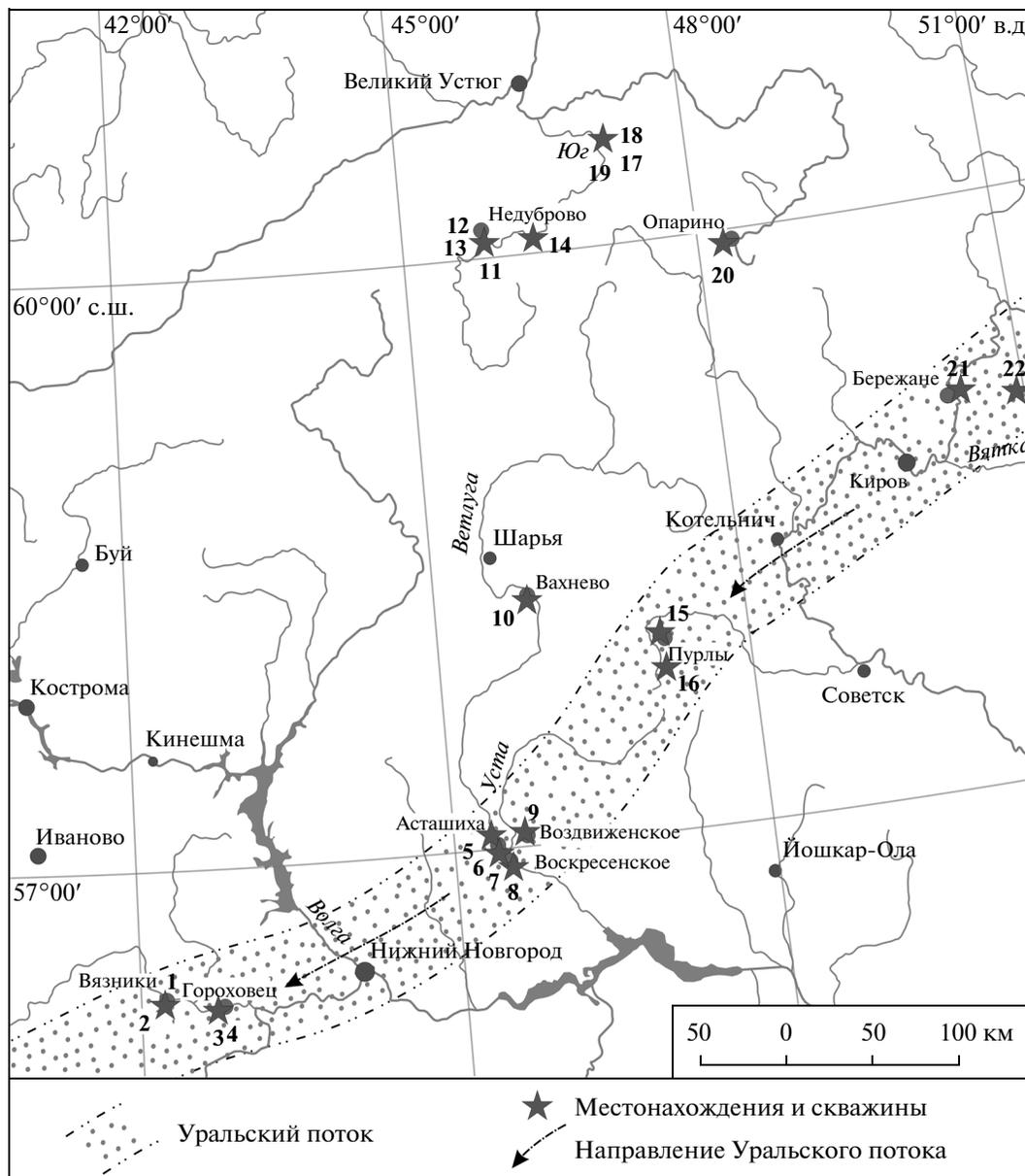


Рис. 1. Схема расположения местонахождений и скважин.

Местонахождения и скважины: 1 – Соковка; 2 – Балымотица; 3 – Жуков овраг; 4 – Слукино; 5 – Асташиха; 6 – Знаменское; 7 – Щербачихинское; 8 – Воскресенское; 9 – скв. 14 Переправа; 10 – скв. 457 Вахнево; 11 – Кузьмино; 12 – Недуброво; 13 – Глебово и Ваганово; 14 – Ёнтала (Ананьино); 15 – Пурлы; 16 – Тоншаево; 17 – Шолга; 18 – Подсараица; 19 – Фоминово; 20 – Опарино; 21 – Бережане; 22 – Залазна.

Shishkin, *Rhaphalodon* aff. *tverdochlebovae* Ivachenko, *Kotlassia* cf. *prima* Amalitzky, *Elginia* sp., *Bystrowiana permira* Vjuschkov, *Uralerpeton tverdochlebovae* Golubev, *Archosaurus rossicus* Tatarinov, *Moschowhaitsia vjuschkovi* Tatarinov, *Dicynodon* sp. Более бедный, но достаточно представительный комплекс известен и из разреза Жуков овраг (Сенников, Голубев, 2010), где также были собраны двустворчатые моллюски и остатки рыб (определения А.В. Миних и М.Г. Миних): *Isadia aristovens* A. Minich, *Mutovinia sennikovi* A. Minich,

*Strelnia* sp., *Saurichthys* sp., *Gnathorhiza* sp., *Evenkia* (?) sp. (Newell et al., 2010). В песчаной пачке вязниковских отложений в районе пос. Воскресенское В.Р. Лозовским найден клык *Dicynodon* sp. и щиток хронизухида *Uralerpeton* (?) sp. (определения В.К. Голубева) (Граница..., 1998; Лозовский, Кухтинов, 2007). Найденный М.П. Арефьевым в этом местонахождении полный череп дицинодонта, определявшийся вначале как *Daptocerphalus* sp., позднее был переописан А.А. Куркиным (2001) как новый род и вид *Delectosaurus arefievi* Kurkin.

Дицинодонты встречены практически во всех местонахождениях вязниковского горизонта (Вязники, Пурлы, Воскресенское, Жуков овраг и др.) и составляют один из самых существенных его элементов. Количество дицинодонтов возрастает в восточных местонахождениях, начиная от района Воскресенское и до Уральской возвышенности, что легко объясняется возвышенным характером данной территории, оказавшейся благоприятным местом обитания этих растительноядных животных. Следует также отметить, что все формы вязниковских дицинодонтов, включая описанные А.А. Куркиным из местонахождений Воскресенское и Бережане, отнесены С. Лукасом (Lucas, 2005) к общему роду *Dicynodon*, характеризующему самый молодой пермский биохрон *Platbergian*<sup>3</sup>, который имеет всемирное распространение.

В недубровской пачке позвоночные не обнаружены. Проводившееся ранее сопоставление базальных конгломератов пачки, обнажающихся в овраге между деревнями Глебово и Ваганово, с таковыми в русле р. Кичменга у дер. Кузьмино (Лозовский и др., 2014) не подтвердилось, поскольку последние содержат типичный раннетриасовый (вохминский) комплекс позвоночных: тетраподы *Tupilakosaurus* sp., *Vonhuenia* (?) sp., а также неопределимые остатки рептилий и рыб *Saurichthys* sp. и *Blomolepis* (?) sp. (Сенников, Голубев, 2014). Конгломераты обнажения Кузьмино следует сопоставлять с базальными конгломератами триаса, перекрывающими недубровскую пачку у дер. Недуброво (Лозовский и др., 2014, рис. 2).

Асташихинская пачка относительно бедна остатками позвоночных. Из нижней части стратотипического обнажения у дер. Асташиха происходит неполный скелет дицинодонта, описанного Н.Н. Каландадзе (1975) как *Lystrosaurus georgi*. Следует отметить, что из этого же обнажения происходят фрагменты черепов *Lystrosauridae* gen. indet. более крупных, чем *Lystrosaurus georgi*. Однако более точная стратиграфическая привязка этих находок неизвестна (Сенников, Новиков, 2011). Остатки неопределимых до рода листрозавров также были обнаружены в асташихинской пачке местонахождения Пучеж в бассейне Верхней Волги (Лозовский, Жарков, 1998; Сенников, Новиков, 2011).

Присутствие остатков листрозавров в асташихинской пачке было определяющим для отнесения этой части разреза к нижнему триасу в соответствии с господствующим на тот момент мнением об исключительно триасовом возрасте этого рода (Лозовский, 1983). Детальные исследования последних лет показали, что древнейшие листрозавры появились уже в конце перми в Южной

Африке (верхи формации Бальфур) и Северо-Западном Китае (провинция Синьцзян, формация Гуодикен), где они небольшой промежуток времени, до конца пермского периода, сосуществовали с дицинодонтидами (Olson, 1989; Retalack et al., 2003; Smith, Botha, 2005; Ward et al., 2005; Botha, Smith, 2007; Metcalfe et al., 2009). Именно исчезновение последних, как сейчас принято считать, маркирует границу перми и триаса в континентальных отложениях этих регионов. По всей вероятности, появление листрозавра в Восточной Европе произошло несколько позднее, чем в Гондване (Южной Африке) и Китае, а именно в самом начале триасового периода.

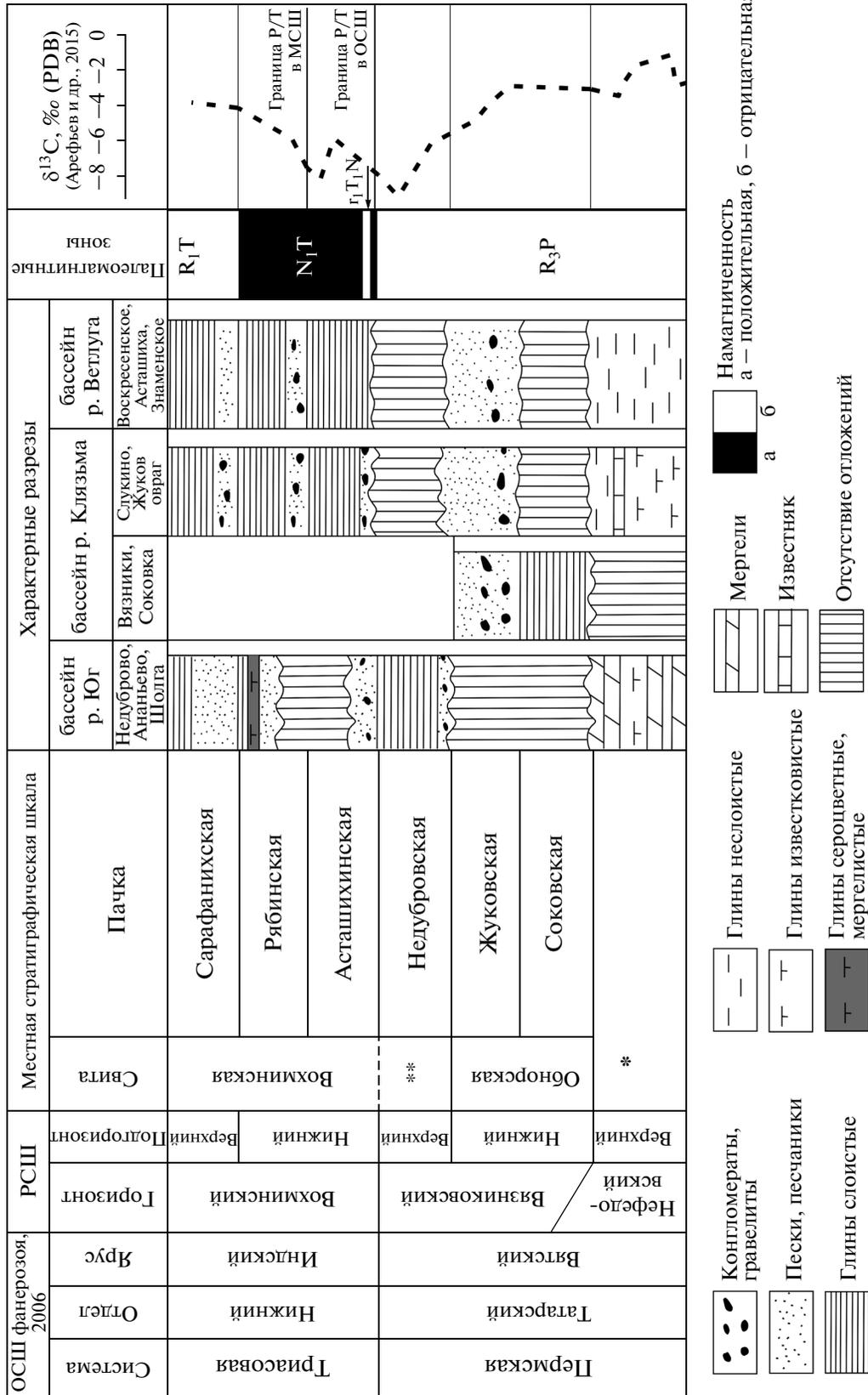
Из аналогов асташихинской пачки в бассейне р. Клязьма (местонахождение Жуков овраг-2) известен типичный для тупилакозавровой фауны комплекс тетрапод: *Tupilakosaurus* sp., *Axitectum vjushkovi* Shishkin et Novikov, *Contritrosaurus* sp. и *Proterosuchidae* gen. indet. (Сенников, Голубев, 2014). Ведущий элемент фауны *Tupilakosaurus* – род *Tupilakosaurus* (Т. sp.) – отмечен также в местонахождениях Кузьмино (см. выше), Подсараица, Шолга и Фоминово бассейна р. Юг, вмещающие отложения которых сопоставляются с асташихинской пачкой бассейна р. Ветлуга (Лозовский и др., 2014).

Комплекс позвоночных из рябинской пачки также относится к фауне *Tupilakosaurus*. Из базальных слоев пачки в бассейне р. Ветлуга (обнажения у дер. Знаменское и Шербачиха) происходят находки *Tupilakosaurus* sp., *Contritrosaurus* sp., а также палеонискоидных рыб *Blomolepis wetlugensis* (Блом, 1968; Селезнева, Лозовский, 1986). Из рябинских отложений верхней части разреза у дер. Асташиха известны остатки *Tupilakosaurus* sp. и неопределимых до рода листрозаврид (Очев, 1992; Сенников, Новиков, 2011).

Подводя итоги, следует констатировать, что на границе перми и триаса происходят значительные изменения фауны позвоночных (Очев, Шишкин, 1998; Benton et al., 2004 и др.). Базальное триасовое сообщество тетрапод (фауна *Tupilakosaurus*), характеризующее вохминский горизонт Восточно-Европейской платформы и его аналоги в Южном Приуралье, резко отличается от предшествующего позднепермского вязниковского комплекса тетрапод терминальной перми, прежде всего благодаря различиям в систематическом составе. Достоверно для этих двух фаун отмечено только два общих семейства (быстровианиды и протерозухиды) при предположительном отсутствии общих родов.

**Остракоды.** Остракоды из нефедовского горизонта вятского яруса, изученные И.И. Молостовской (Стратотипический..., 2001, с. 97–110), относятся к зоне *Wjatkellina fragilloides*–*Schonellina turica*. Вязниковский комплекс остракод занимает промежуточное положение между зоной *Wjat-*

<sup>3</sup> Соответствует вязниковскому комплексу и соколовскому субкомплексу (Ивахненко и др., 1997).



**Рис. 2.** Стратиграфическая схема пограничных отложений перми и триаса Восточно-Европейской платформы. Вертикальный масштаб условный. (\*) Для разных районов приняты собственные местные схемы: в бассейне р. Юг этот интервал соответствует салареской свите и комаричской пачке, в бассейне р. Ветлуга – вятской свите, а в бассейне р. Клязьма – обнорской свите и гороховецкой пачке. (\*\*). Ранее (Лозовский и др., 2001а) этот интервал включали в состав вохминской свиты, позднее (Лозовский и др., 2014) он был исключен из этой свиты и отнесен к перми. Аббревиатуры: ОСШ – Общая стратиграфическая шкала, РСШ – Региональная стратиграфическая шкала, МСШ – Международная стратиграфическая шкала.

*kellina fragilloides*—*Schonellina typica* и зоной *Darwinula mera*—*Gerdalia variabilis*, выделенной Е.М. Мишиной (1966) в вохминском горизонте нижнего триаса. Первоначально этот комплекс был изучен Д.А. Кухтиновым из соковской пачки вохминского горизонта (Kukhtinov et al., 2008). В целом комплекс чрезвычайно разнообразен в видовом отношении (93 вида) и включает 39 видов шести пермских родов и 54 вида двух триасовых родов (*Darwinula* и *Gerdalia*). В количественном отношении пермские виды преобладают, особенно *Whipplella svijazhysa* (Sharapova).

Несколько обедненный комплекс позднее был выделен Д.А. Кухтиновым из жуковской пачки, вскрытой в двух обнажениях (№№ 1027 и 1013) разреза Жуков овраг (Голубев и др., 2012). В целом он аналогичен вышеописанному и имеет с ним 18 общих видов. Как и предыдущий, жуковский комплекс занимает промежуточное положение между позднепермскими и нижнетриасовыми комплексами. Его отличительной особенностью является преобладание представителей рода *Volganella*.

Комплекс остракод из недубровской пачки, также изученный Д.А. Кухтиновым, явно моложе и состоит в основном из представителей рода *Gerdalia* (*G. wetlugensis* Belous., *G. noinskyi* Belous., *G. longa* Belous., *G. triassiana* Belous., *G. rara* Belous., *G. clara* Misch., *G. rixosa* Misch.) и редких *Darwinula*. Подобная ассоциация указывает на принадлежность вмещающих отложений к зоне *Darwinula mera*—*Gerdalia variabilis* (Лозовский и др., 2001a). Богатые комплексы этой зоны, состоящие преимущественно из представителей родов *Darwinula* при подчиненном количестве *Gerdalia*, описаны Е.М. Мишиной (1966) из скважин в Костромской области, вскрывших отложения вохминского горизонта, и Д.А. Кухтиновым из асташихинской пачки этого горизонта (Граница..., 1998, с. 94).

**Макрофлора.** На территории Европейской России флора поздней перми получила название “татаринской”, по доминирующему роду пельтаспермовых птеридоспермов *Tatarina* в флористических комплексах (Мейен, Гоманьков, 1986). А.В. Гоманьков (2002) подразделил татаринскую флору на три флористических комплекса (снизу вверх): котельнический, александровский и вохминский. Вохминский флористический комплекс соответствует наибольшему расцвету татаринской флоры и по таксономическому составу наиболее близок к вязниковскому и недубровскому комплексам. На вязниковском и отчасти недубровском уровнях сохраняется преобладание пельтаспермовых птеридоспермов, характерное для татаринской флоры Восточно-Европейской платформы и Приуралья (Гоманьков, Мейен, 1986). С.В. Наугольных (Naugolnykh, 2005) опубликовал

первые данные о вязниковском комплексе растительных остатков, описав новый род (*Vjaznikopteris Naugolnykh*) и несколько новых видов родов, характерных для татаринской флоры. Е.В. Карасев и В.А. Красилов (2007) детально исследовали чешуелистные побеги, известные из вязниковского флористического комплекса, и выделили их в новый род *Permophyllocladus* Krassilov et Karasev.

Доминантами вязниковского флористического комплекса являются листья рода *Permophyllocladus* и вида *Vjaznikopteris rigida* Naugolnykh. Типичные для вохминского комплекса листья *Tatarina conspicua* Gomankov et Meyen и *Aequistomia aequalis* Meyen в вязниковском комплексе занимают подчиненное положение. В ассоциации с листьями пельтаспермовых птеридоспермов найдены семенные органы *Peltaspermum capitatum* Naugolnykh и многочисленные дисперсные семена. Листья *Sphenobaiera* sp. и семенные органы *Stiphogus ovatum* встречаются в единичных экземплярах, хвойные представлены фрагментами листьев *Ullmannia* cf. *frumentaria* и *Quadrocladus* sp. В средней части флороносной линзы имеется прослой с довольно многочисленными побегами членистостебельных *Neocalamites* cf. *mansfeldicus*, которые, по данным Наугольных (2006), близки к цехштейновым формам. Листья *Permophyllocladus* имеют много общего с листьями рода *Germaropteris* Kustatscher, Kerp et Van Konijnenburg-van Cittert из верхней перми Северной Италии (Kustatscher et al., 2014). Кроме того, для вязниковского комплекса характерно большое количество свидетельств интенсивного взаимодействия паразитических артропод с растениями (Krassilov, Karasev, 2008).

В.А. Красилов, С.В. Афонин и В.Р. Лозовский (Krassilov et al., 1999b) опубликовали первые данные о комплексе растительных остатков из местонахождения Недуброво. Они показали, что недубровский флористический комплекс содержит элементы позднетатаринской татаринской флоры Восточно-Европейской платформы (*Tatarina conspicua* S. Meyen, *Phylladoderma* (*Aequistomia*) *annulata* S. Meyen), а также европейского цехштейна (*Ullmannia* cf. *bronnii* Goepert, *Quadrocladus* cf. *solmsii* (Gothan et Nagathard) Schweitzer и др.). Е.В. Карасев (Karasev, 2009) описал новый род овулиофоров *Navipelta* Karasev, которые морфологически напоминают семенные диски пельтаспермовых, но характеризуются билатеральной симметрией и гипертрофированным развитием секреторной системы. Сходные овулиофоры *Vetlugospermum rombicum* Naugolnykh описаны из анисимовской пачки вохминской свиты местонахождения Спасское на р. Велуга (Naugolnykh, 2012). На недубровском уровне на первый план выдвигаются цехштейновые элементы, представленные листьями *Quadrocladus solmsii*, *Ullmannia*

bronnii и мегаспорами *Otynisporites eotriassicus*, *O. tuberculatus*; также существенную роль играют позднепермский элемент татариновой флоры *T. conspicua* и листья рода *Permophyllocladus*, известного из вятских и вязниковских отложений и близкого к роду *Germopteris*, широко распространенному в верхней перми Западной Европы.

Таким образом, вязниковский и недубровский комплексы включают таксоны как типичные для татариновой флоры Восточно-Европейской платформы и цехштейновой флоры Европы, так и новые, характерные только для этих комплексов. Отличительными особенностями вязниковского комплекса являются листья *Vjaznikopteris rigida*, а для недубровского комплекса – семенные органы *Navipelta resinifera* и мегаспоры *Otynisporites eotriassicus* и *Otynisporites tuberculatus*.

Е.В. Карасев и Э. Турнау (Karasev, Turnau, 2014) изучили дисперсные мегаспоры из рябинской пачки вохминской свиты из местонахождения Шолга. Таксономический состав мегаспорового комплекса включает *Otynisporites* sp. cf. *O. eotriassicus* Fuglewicz и *O. tuberculatus* Fuglewicz, обнаруженные также в нижележащей недубровской пачке. Остальные мегаспоры представлены видами *Maexisporites pyramidalis* Fuglewicz, *Maexisporites grosstriletus* (Liu, Zhu et Ouyang) Karasev et Turnau, *Maexisporites meditectatus* Karasev et Turnau, *M. rugulaeferus* Karasev et Turnau и *Otynisporites maculosus* Karasev et Turnau. Кроме того, здесь определены *Trileites* sp., *Vacutriletes* sp., *Hughesisporites* spp., *Verrutriletes?* spp. Данный комплекс мегаспор за исключением родов *Dijkstraia* и *Narkisporites*, описанных из среднетриасовых отложений Европы, представлен таксонами, характерными для верхней части мегаспоровой зоны *Otynisporites eotriassicus* формации Балтик в Польше (Marcinkiewicz et al., 2014). Преобладание в отложениях остатков гетероспоровых растений и увеличение их таксономического разнообразия в индском ярусе, вероятно, отвечает массовому распространению спор, обнаруженному при исследовании пермо-триасовых отложений Гренландии, Норвегии и Пакистана (Hochuli et al., 2010; Hermann et al., 2012). Массовое распространение спор соответствует третьей фазе смены растительных сукцессий, когда существенно сокращается роль птеридоспермов и хвойных и наблюдается увеличение доли плауновидных растений (Schneebeil-Hermann et al., 2013).

**Миоспоровые комплексы.** По данным О.П. Ярошенко, в вязниковских и недубровских отложениях миоспоровые комплексы различаются. Первые содержат комплекс *Lueckisporites virkkiae*–*Scutasporites* cf. *unicus*, описанный С.А. Афонинным (Afonin, 2005) из района Соковка близ г. Вязники. Из тех же отложений (обр. 143/1-1) этот комплекс был изучен дополнительно О.П. Яро-

шенко по материалам М.П. Арефьева. Комплекс характеризуется большой ролью пыльцы, представленной двумешковыми ребристыми формами *Protohaploxyrinus* sp., *P. latissimus* (Luber) Samoiloich, *P. perfectus* (Naumova) Samoiloich, *P. samoiloichii* (Jans.) Hart и нерибристыми формами *Alisporites* sp., *A. splendens* (Jizba) Foster, *Klausipollenites* sp., *K. schaubergeri* (Potonie et Klaus) Jansonius, *Platysaccus* sp., *Sulcatisporites* sp. и *Vitreisporites* sp.

В составе тениатной пыльцы вязниковского палинокомплекса значительна роль *Lunatisporites pellucidus* (Goubin) Balme и особенно двух таксонов – *Lueckisporites virkkiae* Potonie et Klaus и *Scutasporites* cf. *unicus* Klaus, по которым назван этот комплекс. Пыльца этих видов и представителя рода *Lunatisporites* считается характерной для татарского яруса (Гоманьков, 2001). Несколькими экземплярами представлена одномешковая пыльца *Cordaites* sp., *Florinites* sp., *Bascanisporites* sp. и ребристая пыльца, подобная *Vittatina*. Среди спор небольшую роль играют *Apiculatisporis*, и лишь единичными экземплярами представлены *Calamospora* sp., *Osmundacidites* sp., *Retitriletes* sp. и *Limatulasporites fossulatus* (Balme) Helby et Foster. Отмечены находки водорослей *Reduviasporonites* sp., *Inaperturopollenites* и других. В целом пермский возраст данного комплекса не вызывает сомнений.

Из стратотипа недубровской пачки происходит комплекс *Cuscadopites* sp.–*Klausipollenites schaubergeri* (Лозовский и др., 2001a; Afonin, 2001). Комплекс характеризуется большим количеством однобороздной пыльцы *Cuscadopites* (около 30%) и двумешковой пыльцы *Klausipollenites schaubergeri* (около 25%) в сочетании с двумешковой пылью *Alisporites* sp., *Falcisporites zapfei* Potonie et Klaus, *F. nuthalensis* (Clarke) Balme, *Klausipollenites* sp., *Platysaccus* sp., значительную ролью *Striatoabieites richteri* (Klaus) Hart, *Lunatisporites noviaulensis* (Leschik) Foster, *L. pellucidus* (Goubin) Helby, *L. transversundatus* (Jans.) Fisher. Однако количество представителей *Lueckisporites* и *Scutasporites* заметно снижается по сравнению с комплексом вязниковского горизонта. Максимальные находки пыльцы *Cuscadopites*, *Klausipollenites* и *Ephedripites* в данном комплексе, по-видимому, свидетельствуют о прогрессивном развитии пыльцы этих родов, которые были отмечены в более древней молосской пачке вятского горизонта. Среди пыльцы *Ephedripites* заметно появление вида *E. permasensis* Yaroshenko, описанного ранее из сарафанинской пачки (Ярошенко, Лозовский, 1997).

В отличие от описанных выше комплексов здесь появляются споры, которые характерны в основном для нижнего триаса. К ним относятся *Densoisporites playfordii* (Balme) Dettmann, *Punctatisporites triassicus* Schulz, *Leptolepidites jonkeri*

(Jans.) Yarosh. et Golub., *Propriporites rossockii* Jans., *Pechorosporites disertus* Yarosh. et Golub., *Rewanispora foveolata* de Jersey, *Kraeuselisporites* sp., *Lundbladispора* sp. Присутствуют и представители планктонных организмов: *Reduviasporonites*, *Pilasporites* и *Inaperturopollenites nebulosus* Balme. Увеличение содержания *Reduviasporonites*, ранее рассматривавшихся как остатки грибов (“грибной эпизод”), характерно для пограничных отложений перми и триаса. Впоследствии убедительно была доказана их принадлежность к зеленым водорослям (Krassilov et al., 1999a; Afonin et al., 2001). Находки типичной цехштейновой пыльцы *Klausipollenites schaubergeri*, *Lueckisporites virkkiae*, *Scutasporites* cf. *unicus*, *Falcisporites zapfei* с обильными *Sucadopites* в ассоциации с раннетриасовыми спорами позволяют рассматривать недубровскую микрофлору как самую молодую пермскую или переходного пермо-триасового возраста.

Несомненно триасовый комплекс *Densoisporites complicatus*—*Ephedripites* spp. выделен из отложений средней и верхней частей асташихинской пачки, вскрытой скв. 185 (гл. 132 м) у дер. Окатово, скв. 5 (гл. 160 м) у дер. Анюг Кологривского района и скв. 86 (инт. 90–94 м) у дер. Рябиновцы Пыщугского района Костромской области, а также из рябинской пачки обнажения 42 на правом берегу р. Юг у дер. Шолга Подосиновского района Вятской области. Этот комплекс отличается от вышеописанного комплекса более разнообразным составом миоспор, обусловленным существенным развитием каватных спор *Densoisporites complicatus* Balme, *D. ex gr. complicatus*, составляющих в отдельных спектрах более 20%. Эти споры, как было показано выше, появились в комплексе отложений моломоской пачки. В ассоциации с ними появляются и другие каватные споры: *Kraeuselisporites saeptatus* Balme, *Lundbladispора brevicula* Balme, *L. obsolete* Balme, *L. willmotti* Balme, *Pechorosporites* sp., *P. coronatus* Yarosh. et Golub., *Densoisporites nejburgii* (Schulz) Balme, *Ara-trisporites* sp., а также *Uvaesporites imperialis* (Jans.) Utting и представители *Camptotriletes* spp., характерные для триаса. Присутствуют также *D. playfordii*, *P. disertus*, *R. foveolata*, *Propriporites rossockii*, *Leptolepidites jonkeri*, *Crustaesporites globosus* Leschik, которые наблюдаются в комплексе недубровской пачки. Среди пыльцы выделяется своей многочисленностью (до 30% в отдельных спектрах) и разнообразием род *Ephedripites* spp. Продолжает свое существование двумешковая пыльца, представленная как ребристыми формами *Protohaploxypinus* spp., *Striatoabieites* sp., *Striatorpodocarpites* sp., так и нерибристыми формами *Klausipollenites* sp., *K. schaubergeri*, *Platysaccus* sp. и другими. Количество ребристых форм несколько ниже, чем тениатных форм *L. noviaulensis*, *L. pellucidus*, *L. transversundatus* и *L. hexagonalis*.

Несмотря на изменение соотношения пыльцы в пользу рода *Lunatisporites*, роль пермской пыльцы (*Klausipollenites* и *Protohaploxypinus*) в данном комплексе остается еще заметной. Это можно объяснить тем, что пыльца типа *Protohaploxypinus* продуцировалась также и триасовыми хвойными (Мейен, 1992). В виде единичных экземпляров встречается пермская пыльца *Lueckisporites*, *Vittatina* и *Cordaitina*. Обильно представлены планктонные организмы: *Reduviasporonites chalcatus*, *Inaperturopollenites nebulosus*, *Maculatasporites* sp., *Pilasporites* и *Leiosphaeridia*.

Красилов и Карасев (Krassilov, Karasev, 2009) показали, что на границе перми и триаса в разрезах Московской синеклизы изменения растительных сообществ носили постепенный характер. Исследования палинологических комплексов и мезофоссилий из пермо-триасовых отложений Пакистана также показали, что смена растительности в Южном полушарии происходила постепенно, а не катастрофически (Hermann et al., 2010, 2012). Для этого региона было предложено четыре фазы изменения растительных сообществ на границе перми и триаса (Schneebeil-Hermann et al., 2015), которые можно проследить и в Северном полушарии. Первая фаза (позднепермская) характеризуется массовым распространением птеридоспермов и хвойных растений и заканчивается относительно кратковременным пиком распространения споровых растений. На территории Московской синеклизы эта фаза соответствует расцвету татариновой флоры и заканчивается первым споровым пиком, который, по-видимому, отражен в палинологических спектрах и комплексе мегаспор из местонахождения Элеонора (нижняя часть вязниковского горизонта) (Арефьев, Ярошенко, 2015). Во вторую фазу происходит изменение таксономического состава и постепенное снижение разнообразия голосеменных растений. В Северном полушарии второй фазе, вероятно, соответствуют вязниковский и недубровский флористические комплексы. Третья фаза отражает существенное сокращение роли птеридоспермов и хвойных и увеличение доли плауновидных растений. Эта фаза представлена разнообразным комплексом мегаспор плауновидных из рябинской пачки местонахождения Шолга и также хорошо отражена в палинологических спектрах. Четвертая фаза характеризуется массовым преобладанием споровых растений. В Северном полушарии она соответствует массовому распространению плауновидных рода *Pleuromeia* в рыбинском горизонте (Добрускина, 1982).

**Энтомофауна.** В последнее время значительные усилия были предприняты для изучения остатков насекомых из местонахождений, возраст которых близок к пермо-триасовому рубежу. Была опубликована коллективная монография (Aristov et al., 2013) с описанием 28 новых родов и 111 видов. К рассмотрению были привлечены

112 семейств. По результатам анализа энтомофауны возраст группы местонахождений Вязники определен как конец перми, в то время как местонахождение Недуброво попало в группу промежуточных пермо-триасовых местонахождений, включающую также местонахождения из межтрапповых отложений Тунгусского бассейна и местонахождение Бабий Камень в Кузбассе. Недавно закончено изучение новых сборов остатков жуков из разреза Недуброво (Пономаренко, 2015).

Для анализа изменений разнообразия насекомых был предложен новый инструментарий, использованный для ранжирования местонахождений от средней перми до нижнего триаса (Расницын и др., 2013). Было рассмотрено 115 семейств насекомых в 15 локальных комплексах Европы, Азии, Австралии и Южной Африки. Установлено, что к концу вятского времени облик энтомофауны становится отчетливо постпалеозойским, разнообразие насекомых в вятское время падает вдвое. Если учитывать проходящие семейства (известные до и после времени, когда они отсутствовали в геологической летописи), то массового вымирания насекомых не было ни на пермо-триасовом рубеже, ни в начале триаса. Положение Вязников и Недуброво в последовательности местонахождений осталось прежним: первое относится к концу перми, второе попадает в группу промежуточных пермо-триасовых.

Коллекция остатков насекомых из группы местонахождений Вязники составляет около 220 экземпляров, относящихся к 11 отрядам: Thripida (Lophyneurida), Neuroptera, Panorpidia, Homoptera, Paleomanteida, Coleoptera, Trichoptera, Blattida, Grylloblattida, Orthoptera и Forficulida (Proteolytroptera). Доминируют тараканы (65% остатков насекомых), субдоминантами являются цикадки и гриллоблаттиды (17 и 8% соответственно). В Вязниковских местонахождениях описаны остатки жуков из семейств Asiocoleidae (*Tetracoleus sennikovi*), Rhombocoleidae (*Erunakicipes angustus*), Schizocoleidae (*Uscatocoleus rhynchophorus*, *U. euryrygus*, *Pseudochrysolites major*, *Metrohrhynchites baculum*, *M. elongatus*) и Permosynidae (*Hydrobiites tillyardi*, *H. vladimiri*, *Permosyne lata*, *P. tillyardi*) (Пономаренко, 2011). Первые найденные в этих местонахождениях остатки жуков оказались принадлежащими к формальному семейству Permosynidae, представители которого в отличие от всех остальных пермских жуков имеют надкрылья с узкими бороздками. Такое строение надкрылий характерно для большинства современных жуков. В Европейской России эти жуки обнаружены также в верхневятском местонахождении Аристово (Пономаренко, 2003) и в Недуброво (Пономаренко, 2015). В известных нижнетриасовых местонахождениях они не встречаются, вновь появляются, как редкие формы, начиная с анизия и становятся обычными в карнии и нории. Впервые такие над-

крылья были описаны из местонахождения Бельмонт (терминальная для австралийской перми серия Ньюкасл; Tillyard, 1924), где пермосиниды доминируют среди жуков. Особенно обильны они в местонахождении Бабий Камень (мальцевская свита Кузбасса). Возраст этого местонахождения одни исследователи считают ранне-триасовым, другие — позднепермским, а третьи проводят пермотриасовую границу внутри разреза этого местонахождения. Из-за отсутствия находок пермосинид в раннем триасе предпочтительным представляется пермский возраст. Менее обильны пермосиниды в ерунаковских отложениях Кузбасса (Родендорф, 1961). Самый древний представитель пермосинид найден в южнокитайской формации Ипин. Прежде эти отложения считались учупинскими, теперь их относят к концу средней перми (Lin et al., 2010). Пермосиниды быстро распространились по всем территориям, где известны находки жуков конца перми. Кроме перечисленных местонахождений они найдены еще в формации Нормандиен (Южная Африка) и местонахождении Яман-Ус (Южная Монголия).

Формальное семейство Schizocoleidae предложено для надкрылий пермских жуков с гладкой поверхностью и характерным коротким продольным вдавлением вдоль наружного края (*schiza* — щель). У некоторых современных водных жуков на этом месте расположено внутренний выступ, который сцепляет надкрылье с боковым краем брюшка, запирая содержащийся под надкрыльем воздух, когда жук находится под водой. На наружной поверхности надкрылья эта структура видна не всегда, поэтому в семейство помешаются и гладкие надкрылья без нее. Схизоколеиды из вязниковского горизонта весьма разнообразны. Здесь присутствует и типично пермский *Uscatocoleus*, и характерный для бедных местонахождений раннего триаса *Pseudohydrophilites*, и ранее не известный до среднего триаса *Metryorhynchus*. Присутствие ромбоколеид довольно неожиданно: они характерны для уржумских и северодвинских местонахождений, но в других вятских местонахождениях не были найдены. Азиоколеида, напротив, вполне ожидаема. Найденный в вязниковских отложениях род *Tetracoleus* описан из анизия Северного Урала, а неописанные виды этого рода присутствуют в местонахождении Аристово и похожее надкрылье найдено в Бельмонте.

Из вязниковских отложений также описаны палеомантеида *Balymotikha deterior* Aristov et Rasnitsyn; скорпионницы *Nedubrovina deformis*, *Paranedubrovina novokshonovi*, *P. minutissima*, *Mesopsyche incompleta* (Bashkuev, 2011); ручейники *Cladochoristella ryzhkovae*, *Prorhyacophila rasnitsyni* Aristov et Sukatsheva; гриллоблаттиды *Chaulioditers afonini* Aristov, *Klyazmia karasevi* Aristov. Анализ энтомофа-

уны вязниковских отложений показывает, что она имеет почти исключительно пермский возраст.

В недубровской пачке оказались как пермские, так и триасовые формы. Коллекция насчитывает около 200 экз. Найдены представители восьми отрядов насекомых: Psocoptera, Hemiptera, Palaeomanteida, Coleoptera, Panorpidia, Blattida, Grylloblattida и Orthoptera. Доминируют Hemiptera (25%) и Blattida (21%), меньше Grylloblattida (17%), Panorpidia и Coleoptera (по 14%). Psocoptera, Palaeomanteida и Orthoptera немногочисленны. Число найденных семейств около 20. Предпринятое изучение на уровне семейств насекомых пермо-триасового рубежа подтвердило промежуточный характер данного комплекса насекомых (Расницын и др., 2013). Кроме Недуброво, к группе промежуточных местонахождений отнесены несколько местонахождений из межтрапповых отложений Тунгусского бассейна и известное местонахождение Бабий Камень Кузнецкого бассейна. В последнее время палеонтонологи Палеонтологического института РАН склоняются к признанию пермского возраста этих местонахождений. Оценка местонахождений промежуточного комплекса сильно затруднена из-за почти полного отсутствия находок остатков насекомых в нижнем триасе: только три нижнетриасовых местонахождения — Ёнтала (Ананьино), Залазна и Тихвинское, и в них найдено ничтожное число остатков.

Из недубровских отложений описаны жуки *Proterocupes nedubrovensis*, *P. major*, *Artematopodites lozovskii*, *Dinoharpasus latus*, *Tetracoleus golubevi*, *Uscatocoleus hirsutus*, *U. minor*, *U. artus*, *Pseudochrysomelites latissimus*, *P. convexus*, *P. circumflexus* (Пономаренко, 2015). Обнаружена скорпионница *Nedubrovia mostovskii*, которая в работе (Novokshonov et al., 2004) описана как *Mesopanorpus*. Этот род, кроме Недуброво, известен из северодвинских отложений (Исады) и межтрапповых отложений Тунгуски (Bashkuev, 2011). Найдены также гриллоблаттиды *Chauliodites kitshmendensis* Aristov, *Ch. nedubrovensis* Aristov (*Chaulioditidae*; Аристов, 2013) и *Protoblattogryllus nedubrovensis* Aristov (*Blattogryllidae*; Аристов, 2011). Первое семейство распространено в местонахождениях конца перми—начала триаса, причем в Тихвинском и межтрапповых местонахождениях Тунгусского бассейна найдены представители только этого семейства.

Все остатки жуков (Coleoptera) в недубровской пачке фрагментированы и подверглись значительному переносу. Они имеют очень маленькие размеры (обычно около 1 мм), что характерно для большинства жуков из промежуточных местонахождений, поэтому изучать их приходится под электронным микроскопом. Под световым микроскопом детали строения уверенно не видны.

Всего был изучен 21 остаток из 23, два остатка представляют собой сегменты брюшка и не могут быть определены. Остатки представлены 4 семействами, 5—6 родами и 8—9 видами, то есть на вид приходится в среднем около 2.5 экземпляров. Это свидетельствует о довольно низком разнообразии: более низком, чем в перми, но, по-видимому, более высоком, чем в раннем триасе. По семействам находки распределяются следующим образом: *Asiocolidae* 4%, *Schizocolidae* 62%, *Cupedidae* 25%, *Permosynidae* 9%. Все эти семейства найдены в вятских местонахождениях, в местонахождениях нижнего триаса известны только представители формального семейства *Schizocolidae*. *Permosynidae*, которые доминировали в верхневятских местонахождениях, в Недуброво занимают предпоследнее место. Таким образом, жуки из местонахождения Недуброво имеют преимущественно пермский облик, но наряду с этим демонстрируют ряд раннетриасовых черт: более мелкие размеры, большее количество схизофоридов и меньшее пермосинид. Наиболее многочисленным родом является *Pseudochrysomelites*, характерный для раннего триаса.

Сравнительное изучение сообществ насекомых рассматриваемых двух стратонтов позволяет сделать следующие выводы: 1) вязниковская и недубровская энтомофауны существенно различаются по таксономическому составу; 2) недубровский комплекс ближе к триасовым комплексам, чем вязниковский, и имеет промежуточный пермо-триасовый характер; 3) высокое разнообразие семейств жуков характерно для перми, но не для нижнего триаса, только в среднем триасе разнообразие повышается.

В асташихинской и рябинской пачках остатков насекомых не найдено, что объясняется изменением условий захоронения после глобального пермо-триасового кризиса (Лозовский, 2013). Они были обнаружены И.Д. Сукачевой в сарафанинской пачке местонахождения Ёнтала на р. Юг. Среди них определено неполное крыло гриллоблаттиды *Yontala samura* Aristov (Аристов, 2005). По общему виду жилкования эта форма похожа на представителей семейства *Chaulioditidae*, однако гриллоблаттида из того же местонахождения имеет признак, не встречающийся у других представителей этого семейства, поэтому при описании не была в него помещена. Кроме того, найдено крыло таракана и 5 остатков жуков плохой сохранности, принадлежащих одному виду. Жуки довольно крупные, длиной до 5 мм; надкрылья гладкие, длиной 3—4 мм. Похожие жуки, возможно того же вида, найдены в эксинской свите местонахождения Анакит Сибирской платформы (Лозовский и др., 2014).

## ПЕТРОМАГНЕТИЗМ

Отложения вятского яруса характеризуются относительно низкими магнитными свойствами: среднее значение магнитной восприимчивости ( $\chi_{\text{ср.}}$ ) по оврагу Глебово составляет  $57 \times 10^{-5}$  ед. СИ, а естественной остаточной намагниченности ( $J_{\text{н.ср.}}$ ) –  $7.3 \times 10^{-3}$  А/м.

Палеомагнитная характеристика вязниковских отложений изучена Ю.П. Балабановым в трех разрезах. Нижняя часть этих отложений – соковская пачка – в обнажении у с. Соковка характеризуется  $\chi_{\text{ср.}} = 23.1 \times 10^{-5}$  ед. СИ и  $J_{\text{н.ср.}} = 2.88 \times 10^{-3}$  А/м. Вышележащая жуковская пачка, представленная песчаными отложениями русловой фации аллювия с тонкими прослоями красных глин, в обнажении у г. Вязники имеет сходные ферромагнитные свойства:  $\chi_{\text{ср.}} = 28.6 \times 10^{-5}$  ед. СИ и  $J_{\text{н.ср.}} = 4.5 \times 10^{-3}$  А/м. В Жуковом овраге отложения одноименной пачки, по данным В.К. Голубева и А.Г. Сенникова (2015), представлены песчаными образованиями, залегающими в виде линзы с включениями тонких прослоев красных глин, похожих на глины в обнажении Вязники. Они характеризуются следующими параметрами:  $\chi_{\text{ср.}} = 25.1 \times 10^{-5}$  ед. СИ,  $J_{\text{н.ср.}} = 6.84 \times 10^{-3}$  А/м.

Как видно из сказанного, обе пачки вязниковского горизонта всех трех разрезов (Вязники, Соковка и Жуков овраг) характеризуются примерно одинаковыми значениями магнитной восприимчивости и естественной остаточной намагниченности.

Переход к отложениям недубровской пачки выражается в резком возрастании этих параметров. Наиболее отчетливо это проявлено в базальных слоях пачки, представленных темно-красными ожелезненными песчаниками: значение магнитной восприимчивости здесь изменяется от  $118 \times 10^{-5}$  до  $812 \times 10^{-5}$  ед. СИ, в среднем составляя  $360 \times 10^{-5}$  ед. СИ, а значение естественной остаточной намагниченности варьирует от  $27.5 \times 10^{-3}$  до  $238.1 \times 10^{-3}$  А/м, в среднем составляя  $133.8 \times 10^{-3}$  А/м (Муравьев, Балабанов, 2009). Следовательно, недубровские отложения по сравнению с вязниковскими характеризуются на порядок более высокими значениями величин магнитной восприимчивости и естественной остаточной намагниченности. Следует также отметить, что породы верхней части вятского яруса, вязниковского горизонта и недубровской пачки намагничены отрицательно и относятся к зоне R<sub>3</sub>P.

По палеомагнитным данным перекрывающие недубровскую пачку базальные отложения нижнего триаса характеризуются сменой намагниченности с отрицательной на положительную.

Они выделяются в зону N1T1. Палеомагнитные свойства пород асташихинской пачки изучены в обнажениях у дер. Асташиха, Знаменское, Шербачихинское и Воскресенское. В целом асташихинская пачка характеризуется относительно повышенными магнитными свойствами: магнитная восприимчивость пород изменяется от  $13.5 \times 10^{-5}$  до  $140.8 \times 10^{-5}$  ед. СИ при среднем значении  $75.4 \times 10^{-5}$  ед. СИ, а величина естественной остаточной намагниченности варьирует от  $2.5 \times 10^{-3}$  до  $83.0 \times 10^{-3}$  А/м при среднем значении  $45.2 \times 10^{-3}$  А/м. Но эти значения значительно ниже, чем в недубровской пачке. В обнажении у дер. Асташиха обнаружен небольшой по мощности интервал с отрицательной намагниченностью, представляющий собой субзону r1N1T1 внутри зоны N1T1. Вышележащие отложения рябинской пачки также намагничены положительно и относятся к той же зоне N1T1. Отложения сарафанихской пачки характеризуются сменой знака намагниченности и относятся к зоне R1T1. Аналогичный палеомагнитный разрез триаса составлен Ю.П. Балабановым у дер. Слукино, недалеко от Жукова оврага (рис. 2).

Таким образом, наблюдается возрастание магнитных свойств от вятских и вязниковских к недубровским отложениям; при этом в последних палеомагнитные параметры достигают максимальных величин, в то время как базальные слои триаса (асташихинская пачка) характеризуются их уменьшением.

## ГДЕ СЛЕДУЕТ ПРОВОДИТЬ ГРАНИЦУ ПЕРМИ И ТРИАСА?

Триасовая система была установлена Ф.А. фон Альберти в 1834 г. в континентальных отложениях Германского бассейна (Alberti, 1834). Ее нижняя граница была помещена между нижним пестрым песчаником (Buntsandstein) и броккельшифером. Согласно современной стратиграфической схеме Германии она отвечает рубежу формаций Calvörde и Fulda. Позднее выяснилось, что применение германской схемы в области Тетис, где развиты исключительно морские фации триаса, невозможно. Граница перми и триаса в морских отложениях области Тетис и за ее пределами длительное время проводилась по первому появлению аммоноидей рода *Otoceras* (Mojsisovics et al., 1895; Tozer, 1967, 1972 и др.). История этого вопроса подробно изложена в ряде работ (Tozer, 1967; Шевырев, Лозовский, 1998 и др.). С появлением сведений по конодонтам, последние стали играть одну из ведущих ролей в стратиграфии палеозоя и раннего мезозоя. Международная стратиграфическая комиссия недавно утвердила решение о проведении границы перми и триаса в основании прослоя 27с в разрезе Мейшань (Южный Китай),

где было замечено появление конодонтов *Hindeodus parvus* Kozur et Pjatakova (Yin et al., 2001). Это решение встретило неоднозначную реакцию геологической общественности. В частности, высказывалось мнение о нарушении правила исторического приоритета (Караулов, Лозовский, 2002; Олейников, Гаврилова, 2008 и др.), поскольку стало очевидным, что выбранный уровень в Южном Китае оказался выше подошвы триасовой системы в понимании Альберти (Kozur, Bachmann, 2005; Лозовский, 2010).

Изучение изотопного состава углерода в пограничных слоях перми и триаса во многих регионах мира показало наличие С-изотопного минимума вблизи утвержденной границы (Korte, Kozur, 2010 и др.). Захаров и др. (2014) установили, что в разрезах Верхоянья, как и в других разрезах бореального бассейна, где вскрыты пограничные слои перми и триаса, негативный С-изотопный экскурс располагается в пределах интервала распространения *Otoceras concavum*, ранее целиком относимого к триасу (Tozer, 1967). Повсеместно этот уровень, отвечающий появлению *Hindeodus parvus*, в разрезах обоих бассейнов располагается выше традиционного уровня пермско-триасовой границы, что отчетливо видно на схеме глобальной корреляции пограничных отложений перми и триаса по изотопно-углеродным и палеонтологическим данным (Захаров и др., 2014, рис. 6). Традиционная граница достаточно четкая, проводится между свитами или, в случае залегания триасовых отложений на подстилающих отложениях (Арктическая Канада, Кашмир), по поверхности несогласия. В Мейшанском разрезе этот уровень приходится на границу между слоями 25 и 26: слой 25 (White clay), именуемый обычно пепловым, по резкой границе сменяется темно-серыми карбонатными сланцами Black clay (слой 26). Обнаруженные здесь аммониты *Otoceras* ? sp., *Nurphiceras* cf. *martini* Trumphy, *N. changxingense* Wang, *Metophriceras* sp., *Pseudogastriceras* sp. несомненно указывают на раннетриасовый возраст и позволяют сопоставлять вмещающие отложения с гренландской зоной *Nurphiceras triviale* и, следовательно, проводить традиционную границу перми и триаса в Мейшанском разрезе в основании слоя 26. В слое 25 непосредственно ниже этой границы отмечается наиболее значительный негативный С-изотопный экскурс (Takahashi et al., 2014). Данные о палеомагнитной характеристике слоя 25 противоречивы, однако мы склоняемся к тому, что он имеет отрицательную намагниченность (Караулов, Лозовский, 2002), что подтверждается в работе (Yin, 1996, p. 119) и аналогичными данными из одновозрастной недубровской пачки (смотри выше). На большей части Китайской платформы установлен перерыв, выразившийся в отсутствии слоя 25 и налегании слоя 26 непосредственно на отложения слоя 24 (Yin et al.,

2014, fig. 4, p. 5), что явилось следствием позднепермской регрессии. Резкий переход от White clay к Black clay, принимаемый нами за границу перми и триаса, и наличие вышеотмеченного перерыва делает невозможным нахождение здесь точки глобального стратотипа границы, которая удовлетворяла бы необходимым требованиям (Remane et al., 1996). Аналогичные условия существуют во всех мировых разрезах (Шевырев, Лозовский, 1998).

Наиболее существенные изменения биот в Московской синеклизе отмечены на границе недубровской пачки и вохминского горизонта. Здесь происходит смена полярности магнитного поля, а непосредственно ниже этого рубежа обнаружен отчетливый негативный С-изотопный экскурс (Арефьев и др., 2015), позволивший сопоставить недубровскую пачку со слоем 25 Мейшанского разреза. Это может свидетельствовать об одинаковом положении границы перми и триаса в континентальных и морских отложениях.

Во избежание существования двух различных границ триаса в Общей стратиграфической шкале России и Международной стратиграфической шкале авторы настоящей работы предлагают использовать опыт создания Региональной стратиграфической схемы Германии на литостратиграфической основе, где нижняя граница триаса проводится по подошве формации *Calvörde*, ниже, чем подошва триаса в Международной стратиграфической шкале (Манфред Меннинг, 2016, личное сообщение).

## ВЫВОДЫ

1. Корреляция наиболее представительных и хорошо документированных разрезов пограничных отложений перми и триаса показывает, что на Восточно-Европейской платформе отсутствует единый разрез, в котором была бы зафиксирована вся непрерывная последовательность отложений на этом рубеже (рис. 2), что связано со сложным характером тектонических движений отдельных частей платформы и Уральского горного сооружения на границе перми и триаса.

2. Построенный сводный разрез пограничных отложений перми и триаса на территории Московской синеклизы включает следующую последовательность: вятские отложения—вязниковский горизонт, включающий соковскую и жуковскую пачки—недубровская пачка—асташихинская и рябинская пачки вохминского горизонта.

3. Вязниковский горизонт и недубровская пачка являются самостоятельными стратиграфическими подразделениями, имеющими свою палеонтологическую (палеонтологическую и энтомологическую) и петромагнитную характеристики. При этом недубровские отложения несомненно моложе вязниковских.

4. Накоплению вязниковских отложений предшествовал перерыв, в течение которого территория Русской равнины испытала кратковременный подъем, связанный с воздыманием Уральского горного сооружения. В результате в начале вязниковского времени сформировался эрозионный рельеф, где в понижениях накапливались старичные и пойменные фации (соковская пачка), а затем отложения русловых потоков (жуковская пачка). Недубровская пачка формировалась в специфических условиях во время пермо-триасового кризиса. Она сохранилась от размыва только в долине р. Кичменга на крыле Сухонского вала.

5. Имеющиеся палеонтологические, палеомагнитные и С-изотопные данные по пограничным отложениям перми и триаса в разных регионах мира, в том числе в Московской синеклизе, позволяют высказаться в пользу положения границы перми и триаса в основании слоя 26 Мейшанского разреза. Отмеченный здесь значительный С-изотопный минимум служит хорошим маркером для ее установления.

*Благодарности.* Авторы выражают благодарность А.С. Алексею, замечания которого позволили существенно улучшить рукопись, Ю.Д. Захарову, М. Меннингу и Г. Бахману за помощь в написании заключительного раздела статьи о границе перми и триаса, А.В. Гоманькову и Т.Б. Леоновой за критические замечания и ценные советы при подготовке статьи к печати и М.П. Арефьеву за представленный образец, позволивший существенно дополнить палинологическую характеристику вязниковского горизонта.

*Работа поддержана грантами РФФИ №№ 13-05-00274 и 14-04-00185.*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Арефьев М.П., Ярошенко О.П.* Палинологическая характеристика верхнепермских (вязниковских) отложений северо-восточного борта Московской синеклизы // Палеострат-2015. Годичное собрание (научная конференция) секции палеонтологии МОИП и Московского отделения Палеонтологического общества, Москва, 27–29 января 2014 г. М.: ПИН РАН, 2015. С. 12–13.
- Арефьев М.П., Кулешов В., Покровский Б.Г.* Изотопный состав углерода и кислорода в континентальных карбонатах поздней перми и раннего триаса Русской плиты: глобальный экологический кризис на фоне меняющегося климата // Докл. АН. 2015. Т. 460. № 2. С. 1–5.
- Аристов Д.С.* Новые гриллоблаттиды (Insecta: Grylloblattida) из триаса Восточной Европы, Восточного Казахстана и Монголии // Палеонтол. журн. 2005. № 2. С. 64–67.
- Аристов Д.С.* Новые и малоизвестные Blattogryllidae (Insecta: Grylloblattida) из перми и триаса России, Казахстана и Кыргызстана // Палеонтол. журн. 2011. № 1. С. 59–65.
- Аристов Д.С.* Новые Grylloblattida (Insecta) из верхней перми и нижнего триаса европейской части России и Казахстана // Палеонтол. журн. 2013. Т. 47. № 1. С. 48–56.
- Афонин С.А.* Недубровский палинологический комплекс из пограничных отложений перми и триаса Московской синеклизы. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. 2003.
- Блом Г.И.* Каталог местонахождений фаунистических остатков в нижнетриасовых отложениях Среднего Поволжья и Прикамья. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1968. 375 с.
- Голубев В. К., Сенников А.Г.* Литостратиграфия пермо-триасовых континентальных отложений Владимирской области // Палеострат-2015. Годичное собрание (научная конференция) секции палеонтологии МОИП и Московского отделения Палеонтологического общества, Москва, 26–28 января 2015 г. Тез. докл. М.: ПИН РАН, 2015. С. 27–28.
- Голубев В.К., Сенников А.Г., Наугольных С.В.* Новые данные по геологии и палеонтологии пермских отложений окрестностей г. Вязники (Владимирская область) // Палеострат-2005. Годичное собрание секции палеонтологии МОИП и Московского отделения Палеонтологического общества, Москва, 14–15 февраля 2005 г. М.: ПИН РАН, 2005. С. 14–15.
- Голубев В.К., Миних А.В., Балабанов Ю.П. и др.* Опорный разрез перми и триаса в Жуковом овраге у г. Гороховец, Владимирская область // Бюлл. Региональной межведомственной стратиграфической комиссии по центру и югу Русской платформы. 2012. Вып. 5. С. 49–82.
- Гоманьков А.В.* Растительные остатки. Споры и пыльца // Татарские отложения реки Сухоны. Саратов: Научная книга, 2001. С. 120–128.
- Гоманьков А.В.* Флора и стратиграфия татарского яруса Восточно-Европейской платформы. Автореф. дисс. ... д-ра геол.-мин. наук. Москва, 2002.
- Гоманьков А.В., Мейен С. В.* Татаринская флора (состав и распространение в поздней перми Евразии). М.: Наука, 1986. 174 с.
- Граница перми и триаса в континентальных сериях Восточной Европы (Материалы к Международному симпозиуму “Верхнепермские стратотипы Поволжья”). М.: ГЕОС, 1998. 246 с.
- Добрускина И.А.* Триасовые флоры Евразии. М.: Наука, 1982. 196 с.
- Захаров Ю. Д., Бяков А. С., Хорачек М.* Глобальная корреляция базальных слоев триаса в свете первых изотопно-углеродных свидетельств по границе перми и триаса на Северо-Востоке Азии // Тихоокеанская геология, 2014. Т. 33. С. 3–19.
- Ивахненко М.Ф., Голубев В.К., Губин Ю.М. и др.* Пермские и триасовые тетраподы Восточной Европы. М.: ГЕОС, 1997. 216 с.
- Ивахненко М.Ф.* Тетраподы Восточно-Европейского плаката – позднепалеозойского территориально-природного комплекса // Труды Палеонтологического ин-та РАН. 2001. Т. 238. С. 1–200.
- Игнатъев В.И.* Татарский ярус центральных и восточных областей Русской платформы. Часть I. Стратиграфия. Казань: Изд-во Казанского гос. ун-та, 1962. 334 с.

- Каландадзе Н.Н.* Первая находка листрозавра на территории европейской части СССР // Палеонтол. журн. 1975. № 4. С. 140–142.
- Карасев Е.В.* Смена палеофлористических комплексов в переходном стратиграфическом интервале на рубеже перми и триаса Московской синеклизы // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. 2009. С. 24.
- Карасев Е.В., Красилов В.А.* Позднепермские филлоклады нового рода *Pertmorphyllocladus* и проблемы эволюционной морфологии пельтаспермов // Палеонтол. журн. 2007. № 2. С. 80–86.
- Караулов В.Б., Лозовский В.Р.* О разных подходах к совершенствованию общей стратиграфической шкалы // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2002. Т. 10. № 6. С. 3–19.
- Куркин А.А.* Новые позднепалеозойские дицинодонты вязниковского комплекса наземных тетрапод Восточной Европы // Палеонтол. журн. 2001. № 1. С. 53–60.
- Лозовский В.Р.* О возрасте слоев с *Lystrosaurus* в Московской синеклизы // Докл. АН СССР. 1983. Т. 272. № 6. С. 1433–1437.
- Лозовский В.Р.* Корреляция триасовых отложений Восточно-Европейского и Германского бассейнов и проблема границы перми и триаса // Палеонтология и стратиграфия перми и триаса Северной Евразии. Материалы V Международной конференции, посвященной 150-летию со дня рождения Владимира Прохоровича Амалицкого (1860–1917), Москва, 22–23 ноября 2010 г. М.: ПИН РАН, 2010. С. 86–87.
- Лозовский В.Р.* О разном подходе к стратотипам применительно к континентальным и морским образованиям (на примере верхнепермских отложений окрестностей г. Вязники) // Позвоночные палеозоя и мезозоя Евразии: эволюция, смена сообществ, тафономия и палеогеография. Материалы Конференции, посвященной 80-летию со дня рождения Виталия Георгиевича Очева (1931–2004), Москва, 6 декабря 2011 г. М.: ПИН РАН, 2011. С. 23–26.
- Лозовский В.Р.* Пермо-триасовый кризис и его возможная причина // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 2013. Т. 88. № 1. С. 49–58.
- Лозовский В.Р., Блом Г.И.* Бассейн р. Ветлуги // Граница перми и триаса в континентальных сериях Восточной Европы (Материалы к Международному симпозиуму “Верхнепермские стратотипы Поволжья”). М.: ГЕОС, 1998. С. 7–13.
- Лозовский В.Р., Жарков И.Я.* Опорные разрезы пограничных континентальных отложений перми и триаса Восточной Европы. Бассейн р. Волги // Граница перми и триаса в континентальных сериях Восточной Европы (Материалы к Международному симпозиуму “Верхнепермские стратотипы Поволжья”). М.: ГЕОС, 1998. С. 13–19.
- Лозовский В.Р., Кухтинов Д.А.* Вязниковский ярус – самое молодое подразделение верхней перми Европейской России // Бюлл. МОИП. Отд. биол. 2007. Т. 82. № 6. С. 17–26.
- Лозовский В.Р., Красилов В.А., Афонин С.А. и др.* О выделении новой пачки в составе вохминской свиты нижнего триаса Московской синеклизы // Бюлл. Региональной межведомственной стратиграфической комиссии по центру и югу Русской платформы. 2001а. Вып. 3. С. 151–163.
- Лозовский В.Р., Афонин С.А., Ерошев-Шак В.* О пепловых горизонтах и продуктах постэруптивных изменений пеплов в нижнем триасе Московской синеклизы // Известия вузов. Геология и разведка. 2001б. Т. 3. С. 19–28.
- Лозовский В.Р., Балабанов Ю.П., Пономаренко А.Г. и др.* Стратиграфия, палеомагнетизм и петромагнетизм нижнего триаса Московской синеклизы. Статья 1. Бассейн р. Юг // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 2014. Т. 89. № 2. С. 62–72.
- Лозовский В.Р., Балабанов Ю.П., Новиков И.В. и др.* Стратиграфия, палеомагнетизм и петромагнетизм нижнего триаса Московской синеклизы. Статья 2. Бассейн реки Ветлуги и Унжи // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 2015. Т. 90. № 3. С. 27–43.
- Мейен С.В.* Эволюция и систематика высших растений по данным палеоботаники. М.: Наука, 1992. 172 с.
- Мишина Е.М.* Детальная стратиграфия отложений ветлужской серии нижнего триаса по остракодам // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1966. Т. 12. С. 85–95.
- Молостовская И.И.* О границе перми и триаса в разрезе Жукова оврага // Известия вузов. Геология и разведка. 2010. № 3. С. 10–14.
- Муравьев Ф.А., Балабанов Ю.П.* Литолого-минералогическая и палеомагнитная характеристика пограничных отложений перми и триаса центральной части Московской синеклизы // Верхний палеозой России: стратиграфия и фашиальный анализ. Материалы Второй Всероссийской конференции, посвященной 175-летию со дня рождения Н.А. Головкинского, Казань, 27–30 сентября 2009 г. Казань: Изд-во Казанского гос. ун-та, 2009. С. 198–199.
- Наугольных С.В.* Вязниковская флора и природа пермо-триасового вымирания // Причинно-следственные связи и факторы глобальных биосферных перестроек в фанерозое. М.: ГЕОС, 2006. С. 83–89 (Тр. ГИН РАН. Вып. 580).
- Олейников А.Н., Гаврилова В.А.* Триасовая система // Состояние изученности стратиграфии докембрия и фанерозоя России. Задачи дальнейших исследований. Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. Вып. 38. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2008. С. 77–85.
- Очев В.Г.* О второй достоверной находке аномодонтов в нижнем триасе Восточно-Европейской платформы // Известия вузов. Геология и разведка. 1992. № 2. С. 132–133.
- Очев В.Г., Шишкин М.А.* Смена континентальной биоты на рубеже палеозоя и мезозоя Восточной Европы. 4.1. Сообщества наземных позвоночных // Граница перми и триаса в континентальных сериях Восточной Европы (Материалы к Международному симпозиуму “Верхнепермские стратотипы Поволжья”). М.: ГЕОС, 1998. С. 59–74.
- Пономаренко А.Г.* Первая находка остатков жуков (*Pertmosynidae*, *Coleoptera*) в верхнетатарских отложениях европейской части России // Палеонтол. журн. 2003. № 2. С. 65–68.
- Пономаренко А.Г.* Новые жесткокрылые (*Insecta*, *Coleoptera*) местонахождения Вязники, терминаль-

- ная пермь Европейской России // Палеонтол. журн. 2011. Т. 4. С. 55–63.
- Пономаренко А.Г.* Новые жесткокрылые (Insecta, Coleoptera) из местонахождения Недуброво, терминальная пермь или базальный триас Европейской России // Палеонтол. журн. 2015. № 1. С. 37–46.
- Расницын А.П., Аристов Д.С., Расницын Д.А.* Насекомые у рубежа перми и раннего триаса (уржумский–оленинский века) и проблема пермотриасового кризиса разнообразия // Журн. общей биологии. 2013. Т. 74. С. 43–65.
- Решение Межведомственного регионального стратиграфического совещания по среднему и верхнему палеозою Русской платформы с региональными стратиграфическими схемами, Ленинград, 1988 г. Ленинград: ВСЕГЕИ, 1990. 48 с.
- Родендорф Б.Б.* Отряд Coleoptera. Жесткокрылые или жуки // Палеозойские насекомые Кузнецкого бассейна. М.: Изд-во АН СССР, 1961. С. 393–469.
- Селезнева А.А., Лозовский В.Р.* Первая находка Perleidiidae в нижнем триасе Восточно-Европейской платформы // Палеонтол. журн. 1986. № 2. С. 113–116.
- Сенников А.Г., Голубев В.К.* Позднепермская эпоха: речная равнина // Геологическая история Подмосковья в коллекциях естественно-научных музеев Российской академии наук. М.: Наука, 2008. С. 60–79.
- Сенников А.Г., Голубев В.К.* Пограничные отложения перми и триаса района гг. Вязники и Гороховец (Владимирская область) // Палеонтология и стратиграфия перми и триаса Северной Евразии. Материалы V Международной конференции, посвященной 150-летию со дня рождения Владимира Прохоровича Амалицкого (1860–1917), Москва, 22–23 ноября 2010 г. М.: ПИН РАН, 2010. С. 102–107.
- Сенников А.Г., Голубев В.К.* Находки древнейших быстровианид Axitestum и протерозухид Vonhuenia // Палеострат-2014. Годичное собрание (научная конференция) секции палеонтологии МОИП и Московского отделения Палеонтологического общества, Москва, 27–29 января 2014 г. М.: ПИН РАН, 2014. С. 60–61.
- Сенников А.Г., Новиков И.В.* Раннетриасовые дицинодонты Восточной Европы // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 2011. Т. 86. № 5. С. 61–64.
- Стратотипический разрез татарского яруса на реке Вятка. М.: ГЕОС, 2001.
- Шевырев А.А., Лозовский В.Р.* Граница перми и триаса в морских сериях // Граница перми и триаса в континентальных сериях Восточной Европы (Материалы к Международному симпозиуму “Верхнепермские стратотипы Поволжья”). М.: ГЕОС, 1998. С. 184–210.
- Шишкин М.А.* О трехчленном подразделении верхнетатарского подъяруса верхней перми по фауне наземных позвоночных // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1990. Т. 65. № 2. С. 117.
- Шишкин М.А., Очев В.Г., Твердохлебов В.П.* Биостратиграфия континентального триаса Южного Приуралья. М.: Наука, 1995. 202 с.
- Ярошенко О.П., Лозовский В.Р.* Изменение палинофлоры на границе перми и триаса Московской синеклизы // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1997. Т. 5. № 3. С. 43–57.
- Afonin S.A.* A palynological assemblage from the transitional Permian–Triassic deposits of European Russia // Paleontol. J. 2001. V. 34. Suppl. 1. P. 29–34.
- Afonin S.A.* Latest Permian palynological assemblage from Vyazniki, European Russia: stratigraphic and palaeoecological significance in relation to the Permo-Triassic boundary // The Nonmarine Permian. New Mexico Mus. Nat. Hist. Sci. Bull. 2005. № 30. P. 5–8.
- Afonin S.A., Barinova S.S., Krassilov V.A.* A bloom of Tympanicysta Balme (green algae of zygnetatalean affinities) at the Permian–Triassic boundary // Geodiversitas. 2001. V. 23. № 4. P. 481–487.
- Alberti F.* von Beitrag zu einer Monographie des bunten Sandsteins, Muschelkalks und Keupers: und die Verbindung dieser Gebilde zu einer Formation. JG Cotta’schen Buchhandlung, 1834. 366 p.
- Arefiev M.P., Golubev V.K., Balabanov Y.P. et al.* Type and reference sections of the Permian–Triassic continental sequences of the East European Platform: main isotope, magnetic, and biotic events // XVIII Int. Congress on Carboniferous and Permian (August 4–10, 2015). Sukhona and Severnaya Dvina Rivers Field Trip. Moscow: PIN RAS, 2015.
- Aristov D.S., Bashkuev A.S., Golubev V.K. et al.* Fossil insects of the middle and upper Permian of European Russia // Paleontol. J. 2013. V. 47. № 7. P. 641–832.
- Bashkuev A.S.* Nedubroviidae, a new family of Mecoptera // Zootaxa. 2011. № 2895. P. 47–57.
- Benton M.J., Tverdokhlebov V.P., Surkov M.V.* Ecosystem remodelling among vertebrates at the Permian–Triassic boundary in Russia // Nature. 2004. V. 432. № 7013. P. 97–100.
- Botha J., Smith R.M.* Lystrosaurus species composition across the Permo-Triassic boundary in the Karoo Basin of South Africa // Lethaia. 2007. V. 40. № 2. P. 125–137.
- Hermann E., Hochuli P.A., Bucher H. et al.* A close-up view of the Permian–Triassic boundary based on expanded organic carbon isotope records from Norway (Trøndelag and Finnmark Platform) // Global Planet. Change. 2010. V. 74. № 3–4. P. 156–167.
- Hermann E., Hochuli P.A., Bucher H., Roohi G.* Uppermost Permian to Middle Triassic palynology of the Salt Range and Surghar Range, Pakistan // Rev. Palaeobot. Palynol. 2012. V. 169. P. 61–95.
- Hochuli P.A., Vigran J.O., Hermann E., Bucher H.* Multiple climatic changes around the Permian–Triassic boundary event revealed by an expanded palynological record from mid-Norway // Geol. Soc. Am. Bull. 2010. V. 122. № 5–6. P. 884–896.
- Karasev E.V.* New genus Navipelta (Peltaspermales, Pteridospermae) from Permian–Triassic boundary of Moscow Syncline, Russia // Paleontol. J. 2009. V. 43. № 10. P. 1262–1271.
- Karasev E.V., Turnau E.* Early Triassic (Induan) megaspore assemblage from the marly clay of the Sholga locality, Kirov region, Russia // 9th European Palaeobotany–Palynology Conference. Padova: Coop. Libreria Editrice Università di Padova, 2014. P. 109.
- Korte C., Kozur H.W.* Carbon-isotope stratigraphy across the Permian–Triassic boundary: a review // J. Asian Earth Sci. 2010. V. 39. № 4. P. 215–235.

- Kozur H.W., Bachmann G.H.* Correlation of the Germanic Triassic with the international scale // *Albertiana*. 2005. V. 32. P. 21–35.
- Krassilov V.A., Karasev E.V.* First evidence of plant–arthropod interaction at the Permian–Triassic boundary in the Volga Basin, European Russia // *Alavesia*. 2008. № 2. P. 247–252.
- Krassilov V.A., Karasev E.V.* Paleofloristic evidence of climate change near and beyond the Permian–Triassic boundary // *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 2009. V. 284. № 3–4. P. 326–336.
- Krassilov V.A., Afonin S.A., Barinova S.S.* Tympanicysta and the Terminal Permian events // *Permophiles*. 1999a. V. 35. P. 16–17.
- Krassilov V.A., Afonin S.A., Lozovsky V.R.* Floristic evidence of transitional Permian–Triassic deposits of the Volga–Dvina Region // *Permophiles*. 1999b. № 34. P. 12–14.
- Kukhtinov D.A., Lozovsky V.R., Afonin S.A., Voronkova E.A.* Non-marine ostracods of the Permian–Triassic transition from sections of the East European Platform // *Boll. Soc. Geol. It. (Ital. J. Geosci.)*. 2008. V. 127. № 3. P. 717–726.
- Kustatscher E., Bauer K., Butzmann R. et al.* Sphenophytes, pteridosperms and possible cycads from the Wuchiapingian (Lopingian, Permian) of Bletterbach (Dolomites, Northern Italy) // *Rev. Palaeobot. Palynol.* 2014. V. 208. P. 65–82.
- Lin Q.-B., Nel A., Huang D.-Y.* The first agetopanorpine mecopteroid insect from Middle Permian of China (Insecta: Mecoptera: Permochoristidae) // *Ann. soc. entomol. Fr. (n.s.)*. 2010. V. 46. № 1–2. P. 62–66.
- Lozovsky V.R., Korzhagin O.A.* The Permian period ended with the impact of a “Siberia” comet on Earth // *The Carboniferous–Permian Transition*. New Mexico Mus. Nat. Hist. Sci. Bull. 2013. № 60. P. 224–229.
- Lucas S.G.* Dicynodon (Reptilia: Therapsida) from the Upper Permian of Russia: biochronologic significance // *The Nonmarine Permian*. New Mexico Mus. Nat. Hist. Sci. Bull. 2005. № 30. P. 192–196.
- Marcinkiewicz T., Fiatkowska-Mader A., Peñkowski G.* Megaspore zones of the epicontinental Triassic and Jurassic in Poland – overview // *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego*. 2014. V. 457. P. 15–42.
- Metcalfe I., Foster C.B., Afonin S.A. et al.* Stratigraphy, biostratigraphy and C-isotopes of the Permian–Triassic non-marine sequence at Dalongkou and Lucaogou, Xinjiang Province, China // *J. Asian Earth Sci.* 2009. V. 36. № 6. P. 503–520.
- Mojsisovics E., Waagen W., Diener C.* Entwurf einer Gliederung der pelagischen Sedimente des Trias-Systems // *Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften Wien*. 1895. V. 104. № 1. P. 1271–1302.
- Naugolnykh S.V.* Upper Permian flora of Vjazniki (European part of Russia), its Zechstein appearance, and the nature of the Permian/Triassic extinction // *The Nonmarine Permian*. New Mexico Mus. Nat. Hist. Sci. Bull. 2005. V. 30. № 30. P. 226–242.
- Naugolnykh S.V.* Vetlugospermum and Vetlugospermaceae: a new genus and family of peltasperms from the Lower Triassic of Moscow Syncline (Russia) // *Geobios*. 2012. V. 45. № 5. P. 451–462.
- Newell A.J., Sennikov A.G., Benton M.J. et al.* Disruption of playa–lacustrine depositional systems at the Permo–Triassic boundary // *J. Geol. Soc.* 2010. V. 167. № 4. P. 695–716.
- Novokshonov V., Sukacheva I., Aristov D.S.* An Early Triassic Scorpionfly (Panorpida = Mecoptera) of the Vologda Region // *Paleontol. J.* 2004. V. 38. № 12. P. 214–215.
- Olson E.C.* Problems of permo-triassic terrestrial vertebrate extinctions // *Historical Biology*. 1989. V. 2. № 1. P. 17–35.
- Remane J., Bassett M.G., Cowie J.W. et al.* Guidelines for establishment of global chronostratigraphic standards by International Commission on Stratigraphy (ISC) // *Permophiles*, 1996. V. 29. P. 25–30.
- Retallack G.J., Smith R.M., Ward P.D.* Vertebrate extinction across Permian–Triassic boundary in Karoo Basin, South Africa // *Geol. Soc. Am. Bull.*, 2003. V. 115. № 9. P. 1133–1152.
- Schneebeil-Hermann E., Kürschner W.M., Hochuli P.A. et al.* Evidence for atmospheric carbon injection during the end-Permian extinction // *Geology*. 2013. V. 41. № 5. P. 579–582.
- Schneebeil-Hermann E., Kürschner W.M., Kerp H. et al.* Vegetation history across the Permian–Triassic boundary in Pakistan (Amb section, Salt Range) // *Gondwana Res.* 2015. V. 27. № 3. P. 911–924.
- Smith R., Botha J.* The recovery of terrestrial vertebrate diversity in the South African Karoo Basin after the end-Permian extinction // *C. R. Palevol.* 2005. V. 4. № 6–7. P. 623–636.
- Takahashi S., Kaiho K., Oba M., Kakegawa T.* A smooth negative shift of organic carbon isotope ratios at an end-Permian mass extinction in pelagic Panthalassa // *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 2010. V. 292. P. 532–539.
- Tillyard R.J.* Upper Permian Coleoptera and a new order from the Belmont beds, New South Wales // *Proc. Linn. Soc. N. S. W.* 1924. V. 49. P. 429–435.
- Tozer E.T.* A Standard for Triassic Time // *Geol. Surv. Can. Bull.* 1967. V. 156. P. 1–103.
- Tozer E.T.* The earliest marine Triassic rocks: their definition, ammonoid fauna, distribution and relationship to underlying formations // *Bull. Can. Petrol. Geol.* 1972. V. 20. № 4. P. 643–650.
- Ward P.D., Botha J., Buick R. et al.* Abrupt and gradual extinction among Late Permian land vertebrates in the Karoo Basin, South Africa // *Science*. 2005. V. 307. № 5710. P. 709–714.
- Yin H. (Ed.)*. The Paleozoic–Mesozoic boundary candidate of Global Stratotype Section and Point of the Permian–Triassic boundary. Wuhan: China University Geosciences Press, 1996.
- Yin H., Zhang K., Jinnan T. et al.* The Global Stratotype Section and Point (GSSP) of the Permian–Triassic Boundary // *Episodes*. 2001. V. 24. № 2. P. 102–114.
- Yin H., Jiang H., Xia W. et al.* The end-Permian regression in South China and its implication on mass extinction // *Earth-Sci. Rev.* 2014. V. 137. P. 19–33.
- Zakharov Y.D., Biakov A.S., Baud A., Kozur H.* Significance of Caucasian sections for working out carbon-isotope standard for Upper Permian and Lower Triassic (Induan) and their correlation with the Permian of North-Eastern Russia // *J. China University*. 2005. V. 16. № 2. P. 141–151.

Рецензенты А.С. Алексеев, А.В. Гоманьков