

## НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТИТАНО-ЦИРКОНИЕВЫХ РОССЫПЕЙ ВОРОНЕЖСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ В КОНТЕКСТЕ ИХ СВЯЗИ С ТИПАМИ ЛИТОГЕНЕЗА И МЕГАПРОВИНЦИЯМИ ЗЕМЛИ

В. И. Сиротин, В. М. Ненахов, Г. С. Золотарева, Е. Н. Буравлева,  
С. В. Бондаренко, Е. Е. Белявцева

*Воронежский государственный университет*

Поступила в редакцию 1 февраля 2014 г.

**Аннотация:** рассматриваются эпохи и возможные источники россыпей Воронежской антеклизы. В общетеоретическом аспекте анализируется связь россыпей с типами литогенеза и с мегапровинциями Земли («Континент», «Континент – Океан», «Океан»), предлагается классификация россыпей на основе их принадлежности к мегапровинциям.

**Ключевые слова:** россыпи, эпохи россыпеобразования, источники и генетические типы россыпей, терригенные отложения, типы литогенеза, мегапровинции Земли, классификация россыпей.

**Abstract:** the era of possible sources of placer Voronezh anticline. In general theoretical aspect examines the relationship placers types lithogenesis and megaprovincus Earth («Continent», «Continent – Ocean», «Ocean»), proposed classification placers based on their belonging to megaprovinces.

**Key words:** placer, placer era, sources and types of genetic placers, siliciclastic sediments, types lithogenesis megaprovinces of Earth, classification placers.

Россыпеобразование как кластогенный процесс связан исключительно с терригенными осадками с определенными гранулометрическими классами, а поскольку терригенные осадки в истории стратисферы образовывались всегда, начиная с рубежа возникновения гидросферы, то эта их «всюдность» создает предпосылки для возникновения россыпей. Они могут возникать как в мегапровинции «Континент», включая огромные площади платформ [1], так и в переходной зоне «Континент – Океан» и в мегапровинции «Океан», включая все окраинные и средиземные моря.

В региональном плане формирование россыпей имеет свои климатические, фациальные и тектонические особенности, поэтому необходимо их возникновение привязывать к конкретным тектоническим структурам, на площади платформ таковыми являются антеклизы, синеклизы, авлакогены.

Многие месторождения россыпей на территории России относятся к числу забалансовых из-за относительно низких технико-экономических показателей и недостаточной технологической изученности. В связи с этим переоценка известных титан-циркониевых россыпных месторождений является важнейшей задачей, влияющей на экономику страны.

На Воронежской антеклизе в осадочном чехле известен ряд россыпных месторождений, относящихся к категории забалансовых. Вопрос об источниках известных россыпей, в том числе промежуточных коллекторах, за некоторым исключением, остается до конца нерешенным. Несмотря на большой вклад в изучение россыпей многих известных исследователей, вопросы о коренных источниках россыпей актуальны и в настоящее время, так как их решение в значительной степени позволяет пересмотреть их ресурсный потенциал.

Исходя из работ Н. П. Хожайнова [2–6], И. Н. Быкова и В. А. Канцера [7], А. Д. Савко и др. [8–11], выделяются следующие эпохи россыпеобразования: раннефранская, позднефранская, баррем-аптская, сеноманская, раннесантонская, раннекампанская и олигоцен-миоценовая. Незначительные концентрации (некондиционные) тяжелых минералов отмечаются для батского яруса юры и почти для всех свит палеогена.

Раннефранская эпоха представлена: 1) ястребовским горизонтом, в туфах и туффитах которого постоянно встречаются повышенные содержания, прежде всего, ильменита и других минералов тяжелой фракции (циркона, рутила, анатаза, ставролита, граната). Присутствие в тяжелой фракции хромита, обломков пород основного состава однозначно свидетельствует об участии в формировании состава тяже-

© Сиротин В. И., Ненахов В. М., Золотарева Г. С., Буравлева Е. Н., Бондаренко С. В., Белявцева Е. Е., 2014

лой фракции эндогенного фактора (наземные или подводные извержения вулканов); 2) чаплыгинским и петинским горизонтами. В песках петинского горизонта содержание тяжелой фракции может достигать 2,2 %, а иногда наблюдаются ураганные содержания – до 15 %. Есть основания [10, 12] считать, что формирование фракции произошло вследствие размыва ястребовских отложений, поскольку граница горизонтов фиксируется стратиграфическим несогласием.

Баррем-аптская эпоха связывается [12] с корой выветривания на осадочных породах. Продуктивные россыпи этой эпохи установлены на юге Рязанской области, где выделен ряд перспективных площадей. Следует заметить, что связь этой эпохи с корой выветривания требует дополнительных доказательств, поскольку существует единичное описание самой коры выветривания.

Аптская титан-циркониевая эпоха россыпеобразования, детально освещенная в работах Н. П. Хожина [5], известна на западе Рязанской и севере Липецкой области и представлена хорошо сортированными мелкозернистыми песками с содержанием во фракции 0,25–0,1 мм до 200 кг/м<sup>3</sup> тяжелых минералов, что в несколько раз превышает эти содержания для раннефранской и барремской эпох, при этом на территории Тамбовской области повышенные концентрации (до 4 %) тяжелых минералов отмечаются для мелководно-морских обстановок, где отлагались глауконит-кварцевые тонкозернистые пески с заметным количеством полевого шпата (до 37 %) в легкой фракции и с примесью эпидота, что свидетельствует о недостаточной степени зрелости коры выветривания как возможного источника. Что касается аптских каолиновых глин Латненского месторождения, то их образование достаточно убедительно доказывает с позиций проточного гидролиза [13].

Сеноманская эпоха характеризуется россыпями, распространенными на северо-востоке Воронежской антеклизы, они связаны с толщей фосфатоносных глауконит-кварцевых песков, протянувшихся в виде полосы шириной 6 км и длиной около 200 км. В пределах этой полосы располагаются крупное титан-циркониевое месторождение «Центральное» и более мелкие рудопроявления. Предсантонский размыв уничтожил полностью не только турон-коньякские отложения, но и верхнюю часть отложений сеноманского яруса, с которой связана продуктивная толща, сложенная мелко-, средне- и тонкозернистыми песками, местами с примесью алевритового и глинистого материалов. Содержание концентрирующей фракции 0,14–0,05 мм составляет свыше 85 %, фракции менее 0,05 мм – до 15 %. Благодаря высокому содержанию тяжелой фракции (до 200 кг/м<sup>3</sup>), россыпь

оценивается как крупное месторождение титан-циркониевых песков. С сеноманской эпохой связаны также месторождения желваковых фосфоритов в Курской, Воронежской, Брянской и Тамбовской областях [9, 12, 14].

*О возможных источниках накопления минералов тяжелой фракции сеноманских россыпей.* Вопрос об источниках сеноманских россыпей возникает в связи с тем, что подстилающие их альбские отложения имеют повсеместное распространение, и поэтому считается, что они явились защитным экраном, препятствующим попаданию минералов тяжелой фракции из более древних источников (кристаллического фундамента и из промежуточных коллекторов девона и раннего мела). Приведем некоторые аргументы, противоречащие этой точке зрения. Во-первых, сами альбские отложения могли быть источником минералов тяжелой фракции, несмотря на относительную бедность ими. На большей части Воронежской антеклизы распространены мелкозернистые зеленовато-серые глауконит-кварцевые пески с маломощными прослоями гидрослюдисто-монтмориллонитовых глин и фосфоритов. Наши исследования альбских отложений в районе участка Кшень показали широкий спектр минералов тяжелой фракции: магнитная фракция представлена магнетитом; электромагнитная – ильменитом, титанитом, турмалином, гранатом; немагнитная – цирконом, рутилом, лейкоксеном, дистеном. Более детально цирконы были исследованы Г. С. Золотаревой [14]. Краткая характеристика альбских отложений показывает, что альб – это не «безликий песчаный фон», а комплекс достаточно разнообразных осадков.

Глубокая тектоническая перестройка региона (опускание, превращение в моноклираль Днепровско-Донецкой впадины), начавшаяся с альбского времени, наверняка в той или иной степени является отражением планетарного события – началом распада позднепалеозойской Пангеи, которая сопровождалась усилением вулканической деятельности (с 85 млн лет назад). Таким образом, относительное тектоническое спокойствие альбского времени – видимое, характерное для конкретного региона.

Другим источником вполне могли быть юрские отложения, они широко развиты на территории КМА, но по долинам рек установлены и в Орловской области. Важно отметить, что они установлены и в районе Павловского выступа, где их мощность едва превышает 5 м [12].

В сводовой части Воронежской антеклизы сеноманские отложения на значительных площадях залегают на мамонской толще, которая представлена кварц-каолиновыми отложениями. Полоса этих отложений шириной в несколько десятков км про-

тягивается с северо-запада на юго-восток от Курского грабена на 300–350 км и соответствует речной долине, выделяемой В. Ф. Лукьяновым [15]. И, хотя полоса достаточно далеко расположена от Тамбовской области, важен сам факт возможности поступления минералов тяжелой фракции при размыве мамонской толщи. Эта пролювиально-аллювиальная толща формировалась в условиях широкой палеодолины (до 30–40 км), которая простиралась вдоль южной эрозионно-тектонической границы средневерхнедевонских отложений. Южный борт долины был врезан в кристаллические породы фундамента, а северный – в осадочные породы живетско-среднефранского возраста.

Главным источником обломочного материала для мамонской толщи служила Валуиско-Кантемировская зона глыбово-блоковых поднятий, в пределах которой в дофаменское время на гранитоидах кристаллического фундамента сформировалась мощная каолинистая кора выветривания. Мамонская песчано-глинистая толща, таким образом, представляет собой перетолженную кору выветривания на породах кристаллического фундамента, которая изначально характеризуется повышенной концентрацией тяжелых минералов. В результате предмезозойского размыва значительные площади мамонской толщи были перекрыты отложениями мелового возраста (в частности, песками сеноманского яруса), для которых мамонская толща продолжала выполнять роль главного источника минералов тяжелой фракции. На разных этапах тектонического развития территория антеклизы (более широко – ЦЧЭР) представляла собой кристаллический фундамент (щит) до середины девона, палеозойскую антеклизу в позднем палеозое и раннем мезозое, моноклираль Днепрово-Донецкой впадины в позднем палеозое и палеогене, наконец, Среднерусскую антеклизу и Окско-Донецкую впадину в неоген-четвертичное время [8, 16].

Осмысливая связь россыпеобразования с эпохами благоприятного развития кор выветривания [10, 17, 18], имея в виду последующие фундаментальные исследования по осадконакоплению в пределах континентов [18–21], в том числе работы Н. А. Шило [22], можно заключить: «коровая метка» при образовании россыпей сохраняется, но она явно ослабевает по мере продвижения «фронта россыпеобразования» от мегапровинции «Континент» к переходной мегапровинции «Континент – Океан» и далее к мегапровинции «Океан». *Рассмотрим возможные связи россыпеобразования с типами литогенеза.* Н. А. Шило [22] в предисловии своей монографии обращает внимание читателей на грандиозную версификацию динамики процесса трансформации россыпеобразующих рудных формаций и всех гео-

логических объектов, которые могли быть источником рудного вещества, в энергетически напряженной зоне взаимодействия литосферы, гидросферы и атмосферы. В результате этой трансформации и появляются россыпи, которые, по мнению ученого, должны представляться исследователям двуликим Янусом: одна сторона их истории обращена в сколь угодно геологическое прошлое, вплоть до обособления литосферы, гидросферы и атмосферы и образования гетерофазного планетарного чехла, включающего и биосферу (после зарождения жизни). Другая сторона обращена в настоящее, где геологи изучают сформировавшиеся россыпные месторождения в связи с конкретной фациальной обстановкой.

Н. А. Шило [22] для понимания сущности россыпеобразования характеризует степень гипергенной устойчивости минералов по константе (коэффициенту гипергенной устойчивости), которая представляет собой произведение твердости минералов, показывающая их энергетическое состояние, и плотности, отражающую упаковку атомов в кристаллах. В результате была составлена таблица соответствия плотности минералов и коэффициента гипергенной устойчивости, в ней 49 минералов, наиболее высокие значения коэффициента (от 2,17 до 1,65) принадлежат 12 минералам (от платины иридий до касситерита), далее располагаются все остальные с плавным уменьшением коэффициента (от 1,56 до 1,26). Самые устойчивые – это минералы платиновой группы и золото (коэффициент устойчивости 1,65). К минералам с коэффициентом устойчивости 1,65–1,26 относятся 33 минерала, назовем некоторые из них в порядке убывания коэффициента: корунд – 1,56; бадделит – 1,55; циркон – 1,54; алмаз – 1,54; шпинель – 1,49; топаз – 1,46; пироп – 1,42; рутил – 1,4; анатаз – 1,33; киноварь – 1,27; кварц – 1,26. Таким образом, кварц – основной порообразующий минерал россыпей и самый устойчивый минерал в зоне гипергенеза, по коэффициенту устойчивости занимает последнее место [7, 13, 14].

Существует ли связь генетических типов россыпей с типами литогенеза? По мнению Н. М. Страхова, существуют 4 типа литогенеза: нивальный (ледовый), гумидный, аридный и вулканогенно-осадочный [23]. Нивальный тип литогенеза, по мнению Н. М. Страхова, является исключительно непродуктивным для образования полезных ископаемых и получил соответствующее определение для пород (осадков) – «мусорные породы», «свалка». Гумидному типу литогенеза, напротив, придавалась исключительная роль: зрелые коры выветривания каолинистые и латеритные, в которых должны накапливаться и трудно разлагаемые минералы тяжелой фракции. Такой минеральный состав обеспечивает и особен-

ности осадков, по крайней мере, ближнего переотложения (осыпные, делювиальные, пролювиальные, аллювиальные). Аридный тип литогенеза характеризуется фактически теми же фаціальными типами на площади мегапровинции «Континент», но с некоторыми особенностями возрастает интенсивность формирования делювиальных и пролювиальных отложений. Аллювий также приобретает некоторые своеобразные черты. Наибольшее сходство с гумидными отложениями приобретают терригенные осадки озер и морей. Терригенные осадки (песчаные и алевритовые) по гранулометрическому и минеральному составу сходны с аналогичными породами гумидных зон, поскольку чаще всего они образуются при их перемыве. Но, наряду со сходством, терригенные осадки чаще имеют полимиктовый состав, реже – мезомиктовый и еще реже – олигомиктовый состав.

Характерные особенности имеют эоловые отложения пустынь и полупустынь, здесь главным фактором их образования является ветер. Поскольку эоловые отложения возникают за счет перевевания более древних песчано-алевритовых пород, то их гранулометрический и минеральный состав должен быть аналогичен. Однако в ходе эоловой переработки он может заметно изменяться. А. В. Сидоренко [18, 21] установил два варианта таких изменений: перевеваемые пески сохраняют связь с материнскими породами, т.е. не отрываются от площадей их распространения; второй – пески перемещены значительно и потеряли связь с площадью распространения исходных песков. В перемещенных песках уменьшается содержание фракций (0,05–0,10 мм и 0,10–0,15 мм), а процент более крупных фракций увеличивается, т.е. в ходе ветровой деятельности происходит удаление более тонких фракций. В перемещенных песках содержание алевритовых и тонко-мелкопесчаных частиц не уменьшается, а иногда даже увеличивается с одновременным улучшением сор-тировки. В ходе перевевания изменяется и минеральный состав. В перемещенных песках содержание минералов тяжелой фракции увеличивается в 1,5–2,0 раза. В песках перемещенных, напротив, содержание тяжелой фракции заметно уменьшено (иногда до 20 %). Но в целом при перевевании в обоих случаях уменьшается содержание кальцита, гипса, роговой обманки, пироксенов, эпидота, но заметно увеличивается содержание более устойчивых минералов: кварца, граната, циркона, дистена, силлиманита, магнетита.

Н. А. Шило выделил [22] перигляциальный литогенез как самостоятельный, примерно соответствующий холодному гумидному Н. М. Страхова. Однако по содержанию, физико-химическим процессам и их результатам он значительно отличается от страховского холодного гумидного. Установлены закономер-

ности эволюции перигляциального литогенеза на разных стадиях его развития – от водосборных пространств до участков седиментации. Двудинное состояние воды в жидкой и твердой фазах способствует выделению водорода, кислорода и является катализатором реакций, усиливает миграцию вещества. Происходит криогенная трансформация (измельчение) вещества, в результате периодического перемещения воды к фронту промерзания. География перигляциального литогенеза включает все зоны вечной мерзлоты и приледниковые области. Рассматриваются перигляциальные процессы на водосборных площадях, склонах, равнинах, при формировании речной сети. В характеристику ледового (гляциального) литогенеза вносится новое содержание. В частности, доказываем, что так называемые ледниковые формы рельефа (троги, плечи трогов, боковые, донные и конечные морены), а также зандровые поля возникли без энергичного механического воздействия ледников, а все экзарационные и аккумулятивные формы рельефа были созданы до образования ледников в результате взаимодействия экзогенных и тектонических процессов. Значение ледников в образовании россыпей ничтожно мало. Но при этом вызывает удивление утверждение Н. А. Шило об исчезающей малой экзарационной работе ледников на площади гляциального литогенеза. Коллектив зарубежных исследователей [20], напротив, в гляциальном литогенезе в ледниковой обстановке четко выделяет три активные зоны. Базальная (субгляциальная) зона находится в нижней части ледника, где проявляется влияние контакта с ледниковым ложем. В этой зоне имеет место как экзарация, так и отложение. Надледниковая (супрагляциальная) зона включает верхнюю поверхность ледника, которая испытывает влияние сезонных колебаний и содержит отдельные массы мертвого льда, они более характерны для участков абляции, сосредоточенных у края ледника. Кроме того, выделяется околледниковая (предледниковая) обстановка, не имеющая прямого контакта с ледником, но испытывающая его сильное влияние. Непосредственно примыкает к леднику приледниковая обстановка (зона) с большим количеством мертвого льда. Приледниковая обстановка сменяется перигляциальной, в которой усиливается влияние климатических зон, примыкающих к ледниковому щиту. Но самое главное – при рассмотрении строения базальной зоны обнаруживается, что она находится в резком противоречии с выводами Н. А. Шило. На генетической основе эти авторы выделяют [19, 20]:

1) собственно ледниковую (гляциальную) обстановку, включающую в себя все площади, находящиеся в непосредственном контакте с ледниковым льдом. В ней различают следующие три зоны: 1) базальная

(субгляциальная) зона находится в нижней части ледника, в пределах которой могут иметь место как эрозия, так и отложения; 2) надледниковая (супрагляциальная) зона включает верхнюю поверхность ледника, которая испытывает влияние сезонных колебаний. Надледниковые отложения (поверхностные морены) приурочены к участкам абляции, которые концентрируются главным образом у края ледника; 3) внутренняя зона (часть), или внутриледниковая зона, содержит в неизменном виде осадок, попавший в тело ледника (внутренние подвижные морены);

2) приледниковую обстановку, она включает площади, непосредственно примыкающие к леднику, на суше в ней в большом количестве может сохраняться погребенный мертвый лед, который больше уже не течет вместе с ледником;

3) околледниковую (предледниковую) обстановку, она включает площади, уже не имеющие контакта с ледником, но все же испытывает на себе его влияние;

4) перигляциальную обстановку, она включает площади за пределами околледниковой обстановки, частично перекрывается с предледниковой; характерная ее черта – влияние на нее климатических зон (гумидной, субгумидной, аридной). Таким образом, во всех выделенных обстановках, в том числе и в собственно ледниковой, протекают процессы, весьма характерные для ледникового типа литогенеза. Для доказательства активности процессов в гляциальной обстановке приведем более развернутую характеристику базальной зоны. Здесь процессы тесно связаны, во-первых, с температурным режимом ледника и его ложа и, во-вторых, с фазовыми переходами в системе лед – вода у основания ледника, т.е. в каком состоянии находится основание ледника: в замерзшем ли, в состоянии замерзания, таяния или равновесия. Простейшим примером может служить холодный ледник с сухим контактом в основании, т.е. лед, примерзший к холодному субстрату. Малые скорости сдвиговых деформаций позволяют предполагать, что эрозия будет минимальной и отложения из ледника не будут происходить. Другое дело – мокрые контакты, т.е. с водой у основания ледника. Здесь возможны варианты: 1) теплый ледник скользит по холодному субстрату (в случае вечной мерзлоты); 2) теплый ледник скользит по теплomu субстрату, в этом случае имеют место три варианта условий: чистое (суммарное) таяние, чистое замерзание и равновесие. «Теплые» ледники имеют очень тонкий слой богатого дебрисом материала, холодные (полярные) и субполярные ледники (арктическая Канада, Гренландия, Шпицберген) обычно сильно насыщены дебрисом, который распространяется на расстояние от нескольких метров до нескольких десятков метров вверх от основания ледника [19, 20].

*Так что же необходимо сделать для расширения прогноза поисков россыпей?* Ответ на этот вопрос, возможно, даст привязка песчаных и алевритовых толщ к мегапровинциям «Континент», «Континент – Океан» и «Океан».

**Мегапровинция «Континент».** В этой мегапровинции установлены или возможны (т.е. требуют специального изучения) следующие типы россыпей: 1) гляциальные, включают подледные гляциофлювиальные отложения, а также отложения околледниковой и предледниковой зон (зандры, камовые террасы), ледниково-озерные отложения; 2) перигляциальные, в том числе ледниково-озерные отложения; 3) элювиальные; 4) делювиальные, в том числе делювиально-солифлюкционные; 5) пролювиальные (конусы выноса равнинных и горных районов), в том числе селевых потоков; 6) коллювиальные, осыпные; 7) аллювиальные, современные и древние; 8) озерные; 9) пустынные (аридного климата).

**Мегапровинция переходная: «Континент – Океан».** Сюда относятся следующие отложения: побережий с преобладанием волновой деятельности – супралиторальные и литоральные: 1) современные побережные, затопляемого пляжа; 2) современные микроприливные, барьерных островов (шеньеров и лагун); 3) древние побережные, наступающие, трансгрессивные; 4) грядово-ложбинные (прибрежных равнин);

– побережий со смешанным волновым и приливно-отливным режимом – отложения: 1) современные, в том числе трансгрессивные; 2) древние трансгрессивные;

– побережий преимущественно с приливно-отливным режимом – отложения: 1) эстуарные современные; 2) эстуарные древние;

– дельтовые (конструктивных и деструктивных дельт): 1) современные; 2) древние.

**Мегапровинция «Океан».** К ней отнесены отложения: 1) сублиторальные; 2) нижнешельфовые; 3) континентального склона; 4) подножия континентального склона, включая контуриты; 5) глубоководные терригенные.

И, хотя поиски россыпей в мегапровинции «Океан» не являются актуальными по экономическим соображениям, в будущем отслеживание концентрации тяжелых минералов в этой мегапровинции может стать насущной задачей. Что касается промышленно значимых россыпей сеномана Воронежской антеклизы, то их формирование однозначно контролировалось на стадии освобождения рудных минералов из материнских пород и дальнейшего их переноса в условиях гумидного климата и последующего накопления в условиях мелководного эпиконтинентального моря.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сиротин В. И. Учение о фациях : учеб. пособие / В. И. Сиротин [и др.]. – Воронеж : Изд.-полиграф. центр Воронеж. гос. ун-та, 2011. – 156 с.
2. Хожайнов Н. П. Литология терригенных толщ палеозоя и мезозоя и проблемы их рудоносности : дис. ... д-ра геол.-минерал. наук / Н. П. Хожайнов. – Ростов н/Д., 1972. – 350 с.
3. Хожайнов Н. П. Полевые шпаты и терригенные минералы тяжелой фракции в обломочных породах палеозоя и мезозоя Воронежской антеклизы как показатели источников сноса и эпох рудообразования / Н. П. Хожайнов // Металлогенические исследования в Центральном районе Русской платформы. – М., 1976. – С. 170–178.
4. Хожайнов Н. П. Литолого-фациальные особенности песчаных толщ сеномана и сантона в связи с локализацией цирконий-титановых россыпей / Н. П. Хожайнов, В. И. Беляев // Методы металлогенических исследований Центральном районе Русской платформы. – Л., 1976. – С. 170–177.
5. Хожайнов Н. П. Литолого-фациальные критерии локализации цирконий-титановых россыпей в отложениях апта и сеномана северо-восточного склона Воронежской антеклизы / Н. П. Хожайнов, В. И. Беляев // Древние погребенные россыпи СССР. – М., 1977. – Ч. 1. – С. 113–118.
6. Хожайнов Н. П. Титан-циркониевые россыпи / Н. П. Хожайнов, В. И. Беляев // Полезные ископаемые Воронежской антеклизы : факторы локализации и формирования. – Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1989. – С. 135–149.
7. Быков И. Н. Новые данные о строении вулканогенных образований ястребовского горизонта на юге Воронежской области / И. Н. Быков, В. А. Канцеров // Литология и стратиграфия осадочного чехла Воронежской антеклизы. – Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1974. – С. 40–41.
8. Савко А. Д. Титан-циркониевые россыпи Центрально-Черноземного района / А. Д. Савко [и др.]. – Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1995. – 148 с.
9. Савко А. Д. Воронежская антеклиза. Справочное руководство и путеводитель для участников геологических экскурсий совещания «Литология и полезные ископаемые Центральной России» (3-8.07.2000) в г. Воронеже и XII Международного совещания по геологии россыпей и кор выветривания (25-29.09.2000) в г. Москве / А. Д. Савко ; Российская академия наук ; Воронежский государственный университет. – Воронеж, 2000. – 129 с.
10. Савко А. Д. Эпохи коро- и россыпеобразования в фанерозое Русской платформы / А. Д. Савко [и др.] // Отечественная геология. – 1998. – № 3. – С. 40–47.
11. Савко А. Д. Циркониево-титановые россыпи Воронежской антеклизы : типы, эпохи и факторы формирования / А. Д. Савко, А. Е. Звонарев, Д. А. Иванов // Геол. рудн. месторождений. – № 1, т. 54. – 2012. – С. 71–94.
12. Савко А. Д. Эпохи россыпеобразования титан-циркониевых минералов / А. Д. Савко, В. И. Беляев, Д. А. Иванов. – Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. – 1996. – № 1. – С. 20–25.
13. Бушинский Г. И. Латеритно-осадочная гипотеза происхождения бокситов / Г. И. Бушинский // Латериты. – М. : Недра, 1964.
14. Золотарева Г. С. Циркон как индикатор условий формирования титан-циркониевых россыпей в системе коренной источник – кора выветривания – промежуточный коллектор – россыпь (на примере россыпных объектов Воронежской антеклизы) / Г. С. Золотарева, В. М. Ненахов. – Воронеж : Изд.-полиграф. центр «Научная книга», 2013. – 264 с.
15. Лукьянов В. Ф. Некоторые структурные и генетические особенности песчано-каолиновой «мамонской» толщи в пределах юго-восточной части Воронежской антеклизы / В. Ф. Лукьянов, Г. И. Раскатов // Геологический сборник. – Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1968. – С. 87–93.
16. Патык-Кора Н. Г. Минерагенция россыпей : типы россыпных провинций / Н. Г. Патык-Кора. – М. : ИГЕМ РАН, 2008. – 528 с.
17. Ненахов В. М. Интегральная модель россыпеобразования на территории Воронежской антеклизы / В. М. Ненахов, Г. С. Золотарева // Литология и полезные ископаемые. – 2012. – № 1. – С. 26–40.
18. Сидоренко А. В. Эоловая дифференциация вещества в пустыне / А. В. Сидоренко // Изд-во АН СССР. Серия : География. – 1956. – № 3.
19. Долгушин Л. Д. Ледники / Л. Д. Долгушин, Г. Б. Осипова. – М. : Мысль, 1989. – 448 с.
20. Обстановки осадконакопления и фации : в 2 т. / под ред. Х. Рединга. – М. : Мир, 1990. – Т. 1. – 352 с. ; Т. 2. – 384 с.
21. Сидоренко А. В. Два типа эоловых песков / А. В. Сидоренко // Докл. АН СССР, 1949. – Вып 3.
22. Шило Н. А. Учение о россыпях. Теория россыпеобразующих рудных формаций и россыпей / Н. А. Шило. – Владивосток : Дальнаука, 2002. – 576 с.
23. Страхов Н. М. Основы теории литогенеза : в 3 т. / Н. М. Страхов. – М. : Изд-во АН СССР. – 1962. – Т. 1. – 212 с. ; Т. 2. – 574 с. ; Т. 3. – 550 с.

Воронежский государственный университет

Сиротин В. И., доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры общей геологии и геодинамики

E-mail: ogg@geol.vsu.ru

Тел.: 8-473-220-86-82

Ненахов В. М., декан геологического факультета, доктор геолого-минералогических наук, профессор

E-mail: deanery@geol.vsu.ru

Тел.: 8-473-220-89-26

Voronezh State University

Sirotin V. I., Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor of the General Geology and Geodynamics Department

E-mail: ogg@geol.vsu.ru

Tel.: 8-473-220-86-82

Nenakhov V. M., Dean of Geological Faculty, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor

E-mail: deanery@geol.vsu.ru

Tel.: 8-473-220-89-26

*Золотарева Г. С., кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры общей геологии и геодинамики*

*E-mail: ogg@geol.vsu.ru*

*Тел.: 8-473-220-89-26*

*Буравлева Е. Н., аспирант кафедры общей геологии и геодинамики*

*E-mail e.n.buravleva@gmail.com*

*Тел.: 8-920-467-90-81*

*Бондаренко С. В., кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры общей геологии и геодинамики*

*E-mail: ogg@geol.vsu.ru*

*Тел.: 8-473-220-89-26*

*Белявцева Е. Е., кандидат геолого-минералогических наук, преподаватель кафедры общей геологии и геодинамики*

*E-mail: ogg@geol.vsu.ru*

*Тел.: 8-473-220-85-88*

*Zolotareva G. S., Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor of the General Geology and Geodynamics Department*

*E-mail: ogg@geol.vsu.ru*

*Tel.: 8-473-220-89-26*

*Buravleva E. N., Post-graduate student of General Geology and Geodynamics Department*

*E-mail: e.n.buravleva@gmail.com*

*Tel.: 8-920-467-90-81*

*Bondarenko S. V., Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor of the General Geology and Geodynamics Department*

*E-mail: ogg@geol.vsu.ru*

*Tel.: 8-473-220-89-26*

*Belyavtseva E. E., Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, teacher of the General Geology and Geodynamics Department*

*E-mail: ogg@geol.vsu.ru*

*Tel.: 8-473-220-85-88*