

Рис. 5. Глоточная кость *Rutilus rutilus* L.

альвеолярными отверстиями, на месте утраченных, располагающимися в два ряда.

Глоточная кость и глоточные зубы полностью сходны с таковыми у современной плотвы *Rutilus rutilus* (L.), обитающей ныне на данной территории.

#### Род *Tinca*

Линь - *Tinca tinca* (L., 1758)

Материал: глоточный зуб.

Описание: Глоточный зуб короткий, широкий, со слабо выпуклой жевательной поверхностью.

Глоточный зуб полностью сходен с глоточными зубами современного линя (*Tinca tinca* (L.)), обитающего ныне на данной территории.

#### Обсуждение

В общих чертах видовой состав ихтиофауны «Преображенья» характеризует водоем с достаточно разнообразными условиями существования. В этом

водоеме присутствовали сильно заросшие, илистые, тиховодные участки, прогреваемые солнцем (*Tinca tinca* (L.)) и открытые участки (*Rutilus rutilus* (L.)), местами с глубинами не менее 3 – 5 м (*Lucioperca lucioperca* L.). Так же вероятно водоем имел связь с реками или ручьями с прохладной водой (*Salmo sp*) [3].

В основном систематический состав рыб из местонахождения «Преображение» не отличается от современного, за исключением наличия лосося (*Salmo sp*). Лососевые в настоящее время на территории Тамбовской области не встречается, однако в низовьях некоторых рек бассейна Черного моря встречается обыкновенная форель - *Salmo trutta labrax*. Pallas *trutta fagio* L., сходная своими меньшими размерами и морфологией костей с

найденными остатками лосося.

Характерной особенностью обитания лососевых рыб является приуроченность их к холодноводным бассейнам. Находка остатков лососей в местонахождении «Преображение» свидетельствует о более прохладных условиях водоемов времени захоронения фауны по сравнению с современными.

Работа выполнена при финансовой поддержке программы «Университеты России» (проект УР.07.01.046).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Маркин М.С. Теоретические возможности использования палеонтологического материала по костистым рыбам в четвертичной геологии // Труды молодых ученых. - Воронеж, 2001. - Вып. 1. - С. 181–186.
2. Лебедев В.Д. Пресноводная четвертичная ихтиофауна европейской части СССР. - М., 1960. - 404 с.
3. Сабанеев Л.П. Жизнь и ловля пресноводных рыб. - Киев, 1960. - 668 с.

УДК 551.7:549(470.32)

## МИНЕРАЛЫ ТЯЖЁЛОЙ ФРАКЦИИ АПТСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО СКЛОНА ВОРОНЕЖСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ

А.В. Черешинский, А.Е. Звонарев

Воронежский государственный университет

Изучение минералов тяжёлой фракции на Воронежской антеклизе проводилось в разное время многими геологами. Наиболее полно результаты исследования изложены в работе [1].

Вместе с тем появившиеся новые данные о нахождении минералов-спутников алмазов, самих алмазов, интерметаллидов показывают, что изучение аксессуаров является актуальным и в настоящее

время. Поэтому были исследованы их типоморфные особенности, распространение по площади с прогнозированием источников сноса, где могут быть расположены поля развития высокобарических пород.

При диагностике минералы разделялись на две группы: 1) непрозрачные – ильменит, лейкоксен, гидроокислы железа; 2) прозрачные – циркон, ру-

тил, дистен, ставролит, турмалин, шпинель, гранаты.

Вторая группа была выбрана в качестве основной для изучения, так как её минералы в отличие от таковых первой хорошо диагностируются оптическими методами исследования.

Циркон встречается в виде обломков кристаллов, неправильных угловатых и хорошо окатанных эллипсоидальных зёрен, намного реже в виде округлых форм. Целые кристаллы также встречаются редко. Среди них можно выделить длинопризматические цирконы, составляющие около 52% от общего их количества. Цирконов гиацинтового типа - 33 %, изометрического облика - 15 %. Найдены отдельные хорошо сохранившиеся кристаллы дипирамидального циркона (рис. 1а).

Рутил в пределах района работ представлен окатанными частицами, обломками, кристаллами, для него весьма характерны коленчатые двойники (рис. 1б). По цветовой окраске выделены разности чёрного и красного цвета. Чёрная составляет в среднем 13% от общей доли рутила, красная - 87%. В единичных экземплярах встречена его золотисто-жёлтая разность.

Дистен наблюдается в виде уплощённых зёрен, как вытянутых, так и изометричных, часто содержит включения других минералов, в основном ильменита (рис. 1в). Ставролит присутствует в виде обломочных частиц различной формы, в ряде обнажений встречены плохо сохранившиеся кристаллы, отмечаются сростки ставролита с кварцем.

Турмалин в большинстве проб представлен обломками различной степени окатанности и кристаллами. Выделяются два его типа, светлоокрашенный - дравит, чёрный - шерл.

Шпинель, несмотря на незначительное распространение, характеризуется довольно большим разнообразием, для неё наиболее характерны кристаллы и обломки кристаллов (рис. 1г).

При изучении непрозрачных минералов были сделаны находки интерметаллидов, золота и хромшпинелидов. Интерметаллиды встречены в одном обнажении на юго-западе изучаемого района. Их размер колеблется в очень широких пределах, от 0,05 мм до 0,6 мм. Всего выделено 42 зерна алевритовой размерности и 7 крупных, более 0,16 мм. Они характеризуются разнообразной формой, представлены зазубренными пластинами, проволочковидными образованиями, в виде зёрен неправильной формы (рис. 1д). Цвет колеблется от латунно-жёлтого и жёлто-бурого до серого.

Среди интерметаллидов было отделено одно зерно, которое было диагностировано как золото. Оно пластинчатого типа, размером 0,3 x 0,6 мм, золотисто-жёлтого цвета, имеет невысокую твёрдость, при нажатии на него иглой на поверхности остаются углубления.

Хромшпинелиды найдены в виде единичных зёрен на юго-западе района, имеют размер около

0,12 мм, представлены кристаллами октаэдрической формы.

Для выяснения распределения минералов тяжёлой фракции, их ассоциаций по площади и возможных прогноза источника сноса были составлены карты с изолиниями равных содержаний, по отдельным минералам и их группам для аптских отложений. Значения приведены в процентах от количества минерала в прозрачной фракции.

Изолинии содержаний циркона характеризуются нелинейным распространением (рис. 2а). При этом отмечается общее увеличение его количества в северном направлении, до 41%. Вместе с тем наблюдается неярко выраженное повышение доли циркона в юго-западной части района.

Рутил в противоположность циркону имеет другую картину распределения, и его наибольшие содержания тяготеют к южной окраине, до 32 % (рис. 2б). Количество рутила изменяются более линейно, от максимума на юге до минимума на севере.

Дистен и ставролит приурочены к метаморфитам в источниках сноса, характеризуются сходством в распределении по площади и были выделены в единую ассоциацию дистен+ставролит (рис. 2в). Для неё наблюдается повышение содержания на западе и востоке площади, при минимумах в центральной части. Для турмалина отмечаются небольшие концентрации на юге и повышение их к северо-западу и северо-востоку, до 6% (рис. 2г).

В целом практически для всех минералов выделяется определённая закономерность в распределении по площади. Основными его факторами являются первичный состав пород источников сноса и условия осадконакопления. Эти два фактора действуют неразрывно, но влияние каждого из них может меняться в широких пределах.

Для контроля седиментогенного фактора дополнительно было составлено ряд карт, по гранулометрическим показателям, из которых наиболее информативным является медианный размер зерна (Md) (рис. 2д).

Циркон и рутил имеют близкие физические свойства, в частности плотность, близкие размеры и форму зёрен. Поэтому при одинаковых условиях осадконакопления они будут вести себя сходным образом. Данная закономерность была установлена давно, и во многих работах эти минералы при построениях подсчитывались совместно [2].

Однако в нашем случае они ведут себя по-разному, поскольку на их распределение большое влияние оказывает состав и расположение источников сноса. Седиментогенный фактор при этом имеет второстепенное значение.

Используя коэффициент отношения циркона к рутилу (Zr/Ru) можно более наглядно показать влияние источников сноса на распространение этих минералов по площади, поскольку данное отношение не зависит от условий осадконакопления (рис. 2е). Этот коэффициент показывает наличие

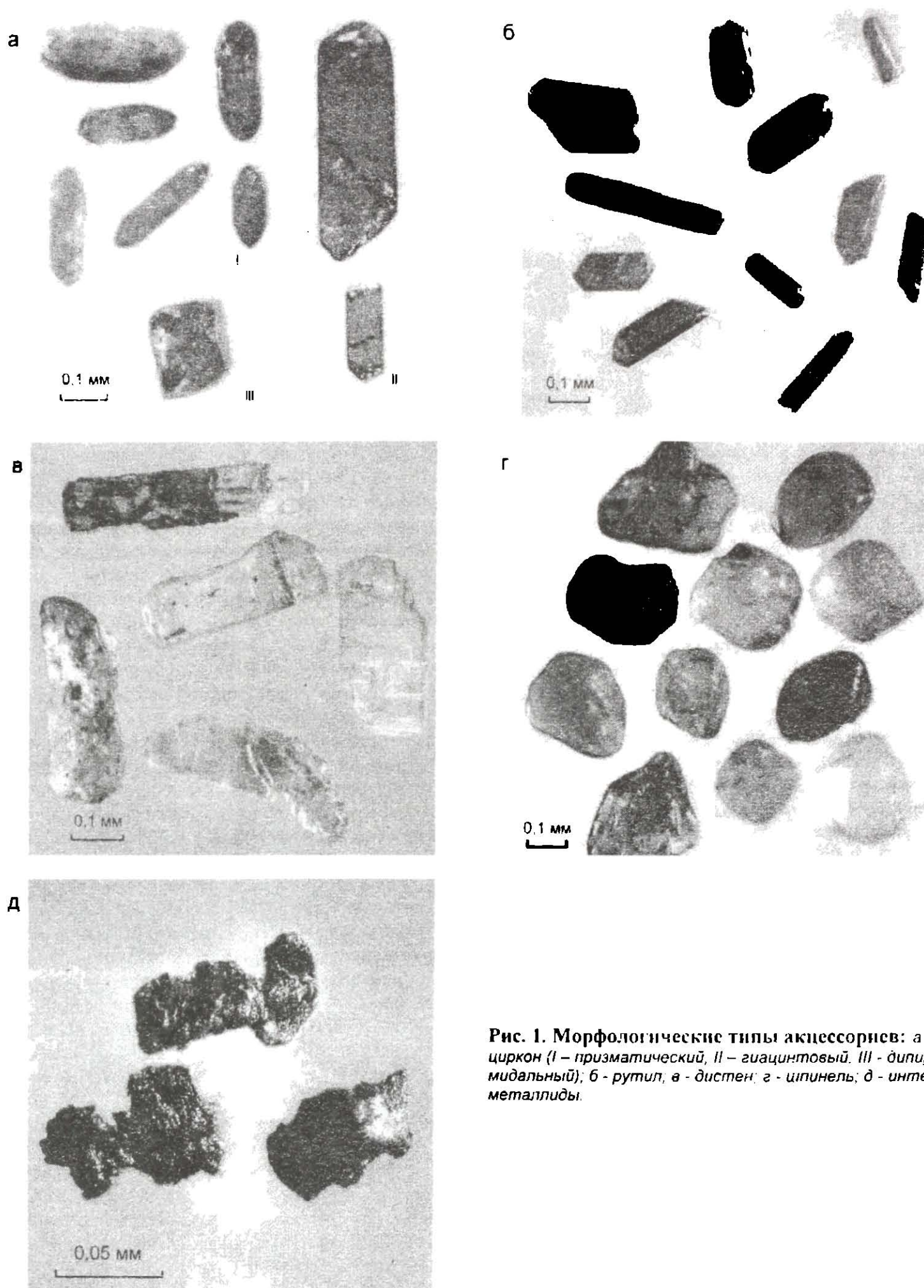


Рис. 1. Морфологические типы аксессуаров: а - циркон (I - призматический, II - игловый, III - дипирамидальный); б - рутил; в - дистен; г - ильменит; д - интерметаллиды.

двух максимумов, локального на юго-западе и крупного на севере. Характер изменения изолиний Zr/Ru с нарастанием значений к северу, позволяет признать правомерность заключения о сильном влиянии северного источника сноса для циркона. Рутил в противоположность характеризуется чётко выра-

женным максимумом, и поступление его в осадок происходило с одного источника - юга.

Сравнивая характер изолиний циркона, рутила, отношения Zr/Ru и изолиний Md видно, что в общем случае с повышением размера зёрен, содержания циркона увеличиваются. Однако это наблю-

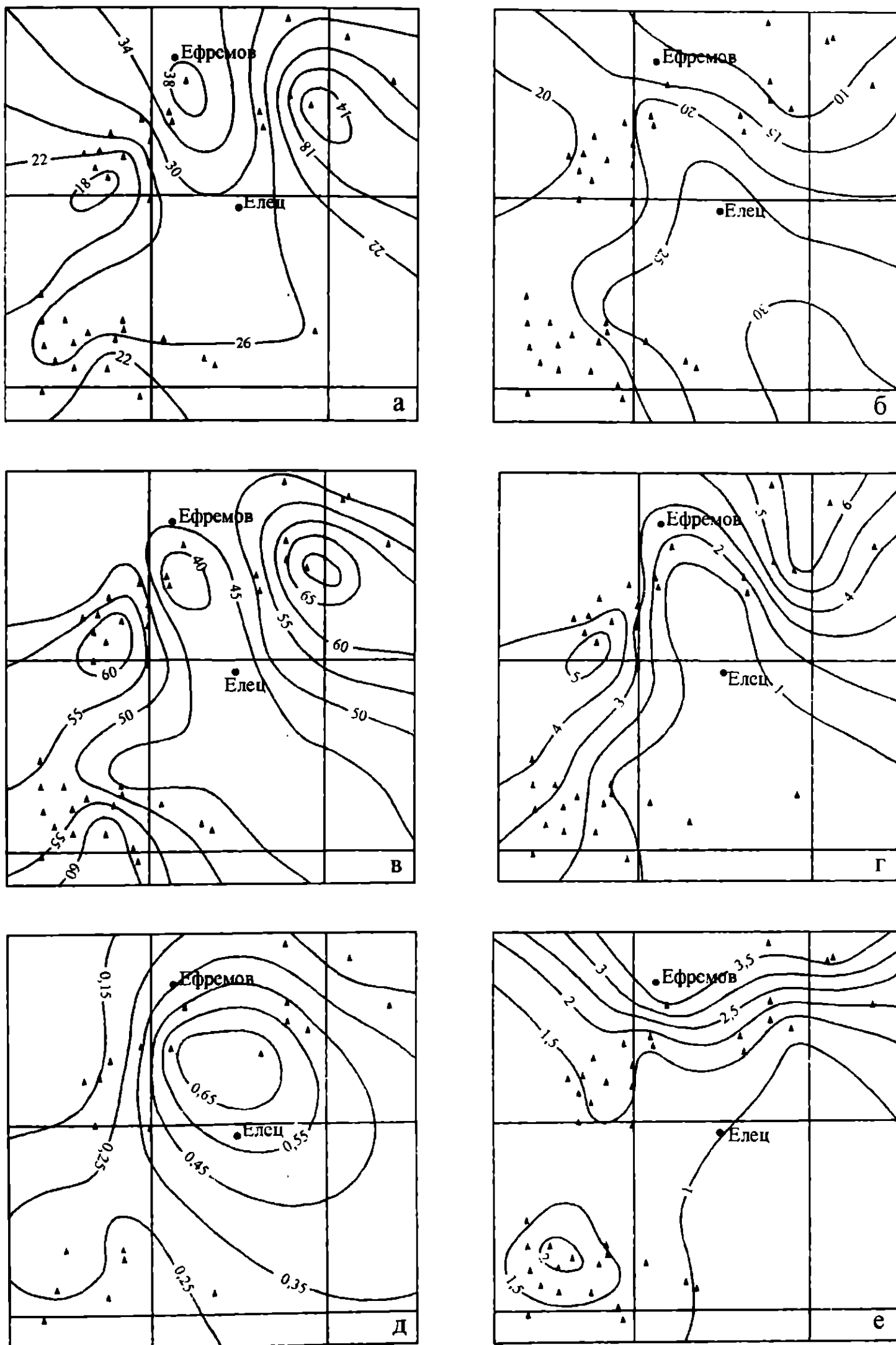


Рис. 2. Схемы распределений циркона (а), рутила (б), отношения Dis+St (в), турмалина (г), Mn (д), отношения Zr/Ru (е).

дается не для всей площади, и к северу, где наблюдаются максимумы концентраций циркона, происходит уменьшение медианного размера зёрен. Отсутствие прямой зависимости распределения циркона от Md зёрен ещё раз подтверждает заключение о большом влиянии источников сноса.

А сам характер распределения Md, по-видимому, объясняется поступлением более грубого материала с дополнительных источников сноса, которые могли располагаться на не очень большом удалении. Это подтверждается приуроченностью к крупно- и грубозернистым пескам с плохой сортировкой цирконов преимущественно в виде кристаллов.

Сходство в характере изолиний и содержаний дистена и ставролита объясняется близостью удельного веса и размеров этих минералов. Об этом свидетельствует наличие двух относительных максимумов вдали от источников сноса (см. рис. 2в).

Турмалин по основным физическим признакам близок к дистену и ставролиту, они гидравлически эквивалентны. Изолинии его содержаний сходны с таковыми этих минералов. Следовательно и для турмалина важным фактором в распределении является седиментогенный, хотя общий рост его содержания в северном направлении, вероятно, связан с наличием там источника сноса. Таким обра-

зом, для турмалина два фактора, седиментогенный и влияние источников сноса, действуют примерно в равных соотношениях.

Анализ Md зёрен для дистена, ставролита и турмалина показывает увеличение их содержаний в мелко- и среднезернистых песках, и уменьшение в крупнозернистых. Для этих минералов наблюдается более прямая зависимость их содержаний от медианного размера зёрен по сравнению с цирконом и рутилом.

Таким образом, анализ распределения акцессориев в аптских образованиях северо-восточного склона Воронежской антеклизы позволяет судить об источниках сноса и составе последних, а также прогнозировать поиски ряда видов минерального сырья.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Савко А.Д., Беляев В.И., Иконников Н.Н., Иванов Д.А. Титан-цирконовые россыпи Центрально-Чернозёмного района. - Воронеж, 1995. - 147 с.
2. Хожанов Н.П., Стоянов Ю.Г. Основные закономерности распределения терригенных минералов в нижнемеловых песках северо-восточного склона Воронежской антеклизы // Литология и полезные ископаемые Воронежской антеклизы. - Воронеж, 1982. - С. 125-135.

УДК 550.837

## СПОСОБ РЕШЕНИЯ НЕУСТОЙЧИВЫХ ЗАДАЧ (НА ПРИМЕРЕ ОЗ ВЭЗ)

Н.М. Пятин

ФГУПП "Воронежгеология"

Предлагаемый способ является дальнейшим развитием алгоритма управляемой эквивалентной стабилизации (УЭС), обоснование которого приведено в работе [1]. Дополнительные исследования 2001–2003 гг. подтвердили реальность и надёжность алгоритма УЭС, а также значительный потенциал расширения его возможностей, реализованных в алгоритме УЭС1, улучшенном варианте алгоритма УЭС (рисунок).

Задача исследований заключалась в том, чтобы алгоритм УЭС1 был устойчив к более широкому интервалу неустойчивости параметров реальных геoeлектрических разрезов, чем алгоритм УЭС, что весьма важно для практики. Необходимо было также разработать новый вариант алгоритма оперативной оценки устойчивости решений обратной задачи ВЭЗ (ОЗ ВЭЗ), без дополнительных затрат времени геофизика. Вероятностный подход к решению об-

ратной задачи ВЭЗ, применённый в алгоритме ЭС УЭС, был сохранён и усилен в алгоритме УЭС1.

Изложенные в работе [1] пять ключевых моментов (КМ) алгоритма УЭС, остались и в алгоритме УЭС1. Некоторые из них расширены (КМ3, 5) или существенно видоизменены (КМ4), о чём речь пойдет ниже в более детальном виде, но в том же порядке, как эти ключевые моменты были изложены в работе [1].

КМ 1. *Использование явления эквивалентности как генератора сложной и неустойчивой эквивалентной квазистатистики.*

Остался качественно без изменений. Но количество подборок на точке ВЭЗ может быть увеличено до сотен тысяч и более. Это обусловлено необходимостью улучшения детальности исследования разреза, что конкретно определяется и задается геофизиком.