DOI: 10.24411/0869-7175-2018-10023

УДК 553.411.068.5(470)
© В.П.Филиппов, А.Н.Краснов, Н.М.Иванов, 2018

Основные черты геолого-металлогенической позиции комплексных золотоносных россыпей центральной части Русской платформы и перспективы их освоения

В.П.ФИЛИППОВ, А.Н.КРАСНОВ, Н.М.ИВАНОВ (Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов» (ФГБУ «ЦНИГРИ»); 117545, г. Москва, Варшавское шоссе, д. 129, корп. 1)

Приведены данные по золотоносности комплексных Ti-Zr россыпей нижнемелового возраста центральной части Русской платформы. Рассмотрены возможные коренные источники формирования россыпей различных формационных типов. Показан ресурсный потенциал попутной золотоносности известных Ti-Zr россыпей, типоморфизм кластогенного золота в них, и оценена экономическая эффективность извлечения попутного золота при отработке россыпей.
Ключевые слова: комплексные Ti-Zr россыпи, самородное золото, Русская платформа, попутное золото, ресурсный потенциал.

Филиппов Виктор Петрович vosp@tsnigri.ru
Краснов Антон Николаевич krasnov@tsnigri.ru
Иванов Николай Михайлович vosp@tsnigri.ru

The main features of the geological and metallogenic position of complex gold-bearing placers in the central part of the Russian platform and prospects for their development

V.P.FILIPPOV, A.N.KRASNOV, N.M.IVANOV (Central Research Institute of Geological Prospecting for Base and Precious Metals)

The data on gold content of Lower Cretaceous complex Ti-Zr placers in the central part of the Russian platform are presented. The article deals with the primary sources of various formation types. The typomorphism of cluster gold particles, the potential of associated gold content and the economic efficiency of gold removal during exploitation of the known Ti-Zr placers are shown.
Key words: complex Ti-Zr placers, native gold, Russian platform, associated gold, resource potential.

В течении фанерозоя областями питания бассейнов осадконакопления Русской платформы служили её складчатое обрамление [15] и выступы основания – Балтийский, Воронежский и Украинский кристаллические массивы. В различные временные периоды в осадочном чехле формировались вещественные комплексы с различной металлогенической специализацией, в том числе золотоносные, которые при повышенных содержаниях полезного компонента можно рассматривать в качестве промежуточных коллекторов [10, 15, 18]. Золото распространено на значительном пространстве Русской платформы в отложениях широкого возрастного диапазона – от ордовика (в фосфоритоносных толщах) и девона (в конгломератах Тиманского кряжа) до неогена (в кварц-глауконитовых песках Ставропольского поднятия) и антропогена (в аллювии и отложениях ледникового комплекса, практически сплошным плащом, перекрывающим значительную территорию центральной части Русской платформы). На различных стратиграфических уровнях платформенного чехла золото накапливалось в промежуточных коллекторах различных литолого-фациальных типов: корах выветривания, прибрежно-морских грубообломочных фациях, с которыми нередко связаны золотосодержащие титано-циркониевые россыпи, фациях мелководных морских бассейнов преимущественно юры и мела, содержащих фосфорит и глауконит, являющихся концентраторами золота, до 0,4 г/т и получивших широкое распространение в центральной части Русской платформы. Наиболее известным примером золотоносности фосфоритов [9, 10] является Егорьевское месторождение (содержание золота до 0,3 г/т, размеры частиц 0,1–0,15 мм). Авторами установлена золотоносность меловых фосфоритов Верхнекамского месторождения.

Нельзя не отметить находки золота в ордовикских фосфоритах Кингисеппского месторождения [4].

Наиболее широко, как показали многолетние исследования авторов [7, 16, 19], на рассматриваемой территории распространено золото из промежуточных коллекторов осадочного чехла платформы. Как правило, такое золото несёт явные следы гипергенных преобразований; оно окатано, с признаками сильного износа, иногда с охрами гидроокислов железа (рис. 1, А, В). Форма золотин комковидная, толстопластинчатая и тороидальная. Золото характеризуется глубокой коррозией поверхности, которая приводит к образованию коррозионной мелкозернистой высокопробной оболочки, практически полностью замещающей первичное золото, иногда сохраняющееся в виде незначительных реликтов. Проба преобразованного золота составляет 960–985‰.

Вместе с тем в рыхлой толще покрова коренного субстрата выделяются участки распространения (иногда довольно значительные по площади) кластогенного золота рудного облика – прямые признаки непосредственной близости золоторудных объектов. Как установлено авторами [16] в результате анализа геолого-металлогенической позиции рассматриваемого региона, участки с распространением рудного золота пространственно тяготеют к зонам авлакогенов. Золото рудного облика обычно представлено неокатанными, трещинно-прожилковидными частицами в сростках с кварцем и сульфидами, иногда отмечаются практически идеальные кристаллы, на которых заметны ступени роста. Для золота характерна зернистая или монозернистая структура, его проба относительно низкая – 750–850‰. По данным ОЖЕ-спектроскопии на поверхности рудного золота установлено серебро, а в преобразованных частицах золота оно отсутствует.

Важную роль авлакогенов (палеорифтов) в формировании оруденения на платформе (рис. 2) отмечали многие исследователи [6, 8, 11]. В пределах платформенного чехла зоны авлакогенов проявляются рядом признаков: системами разрывных нарушений и их пересечений в виде сгущений трещин и микросмещений по всему разрезу осадочного чехла; пликативными нарушениями осадочного чехла в виде валов, флексур и куполов; геофизическими, геохимическими и минералогическими аномалиями; спецификой морфоструктурной позиции территории, отражающей наиболее крупные сквозные линеаменты (концентрические структуры и сводовые сооружения). Образцы рудного золота получены авторами в зоне сочленения Главного девонского поля и Карбонового уступа – на площадях, отвечающих системам крупных разломных структур фундамента: Крестцовского авлакогена и Онежского грабена [12, 14]. В зоне влияния структур Крестцовского авлакогена (рис. 3) на площади развития слабозолотоносных (5–10 мг/м) ледниковых отложений локализован участок (А.А.Казаков, 1999) площадью около 100 км^2 с повышенными концентрациями золота до 200 мг/м^3 (максимально до 2 г/м^3) и высокой частотой встречаемости его частиц рудного облика (см. рис. 1, Б). Золото (максимальный размер 4,5 мм) нередко находится в сростках с кварцем и сульфидами продуктивной золоторудной ассоциации – галенитом, пиритом, сфалеритом, антимонитом – минералами неустойчивыми при длительной транспортировке. В большинстве шлиховых проб, отобранных на участке, отмечен светлый неокатанный пирит. На местное происхождение золота рудного облика указывает и тот факт, что извлечено оно из проб, отобранных из элювия органогенных известняков визейского яруса каменноугольной системы. В юго-восточном плече Крестцовского авлакогена локализовано Осташковское поле [17], перспективное на алмазы, где наряду с последними установлено золото со «свежими» сульфидами [14].

В зоне влияния Онежского грабена (южное Прионежье) авторами [14] установлено золото (см. рис. 1, Г–Е), поступавшее, несомненно, из местного коренного источника (возможно сульфидно-кварцевого типа). Золото представлено неокатанными частицами (иногда идеальными кристаллами с выраженной структурой роста) в срастании с кварцем и сульфидами − пиритом и антимонитом. Содержание россыпного золота в пробе составляет 70 мг/м^3. Долина реки, из аллювия которой отобрана проба, пересекает зону глубинных разломов, ограничивающих Онежский грабен. Современный рельеф контрастный, представлен резко ограничивающимся уступом Андомской возвышенности. Ранее [12] в прибрежной зоне выявлены шлиховые ореолы минералов-спутников алмазов, совмещённых с комплексными ореолами кластогенного золота, минералов меди, сфалерита, галенита, платины, киновари. В аналогичной структуре (Пашско-Ладожском грабене), расположенной в непосредственной близости, установлены вулканогенно-осадочные образования кратерных фаций [2], а также «точки проявлений золота и ртути», иногда кристаллы киновари [1].

Тесная ассоциация перспективных золотоносных площадей с глубинными разломами зоны Пачелмского авлакогена отмечается в Воронежской металлогенической провинции, известной широким развитием (более 50) комплексных титано-циркониевых россыпей (А.М.Болотов, 1964), в том числе золотосодержащих (табл. 1).

Возможными коренными источниками кластогенного золота для промежуточных коллекторов фанерозоя данной территории предполагаются золоторудные проявления различных типов, сосредоточенные главным образом в структурно-формационных комплексах докембрия Воронежского кристаллического массива (табл. 2). По данным работ ЦНИГРИ (А.П.Ясырев, 1975), формации, вмещающие золотое оруденение, представлены железистыми кварцитами, кварцевыми конгломератами, чёрными углистыми сланцами и породами зеленокаменных толщ докембрия. По результатам

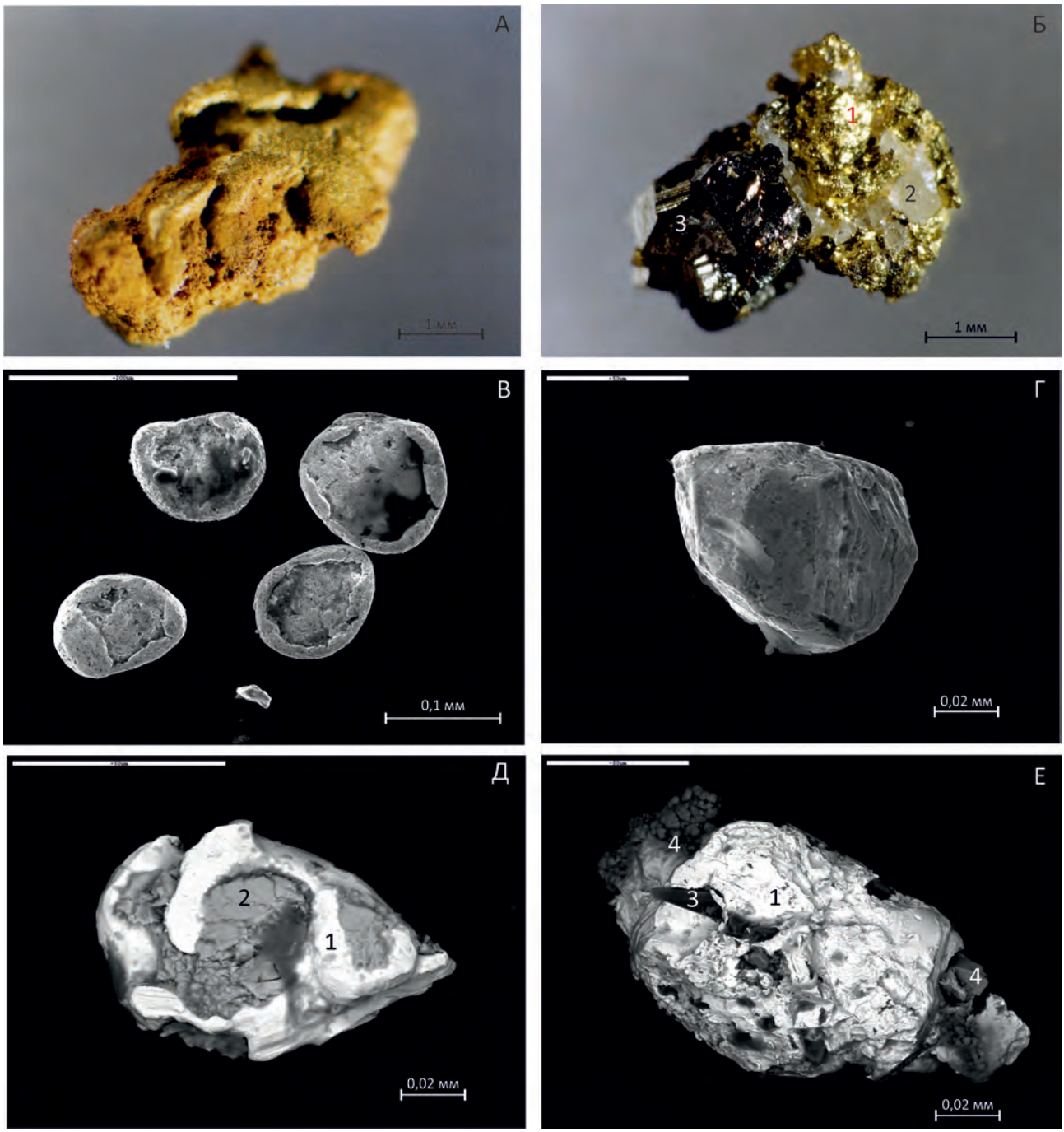


Рис. 1. Оптическая (А, Б) и сканирующая электронная (В–Е) микроскопия:

А – золото окатанное с охрами гидроокислов железа; Б – неокатанный сросток золота (1) с кварцем (2) и пиритом (3); В – окатанное золото тороидальное; Г – кристалл золота со ступенями роста; сростки золота: Д – сложный сросток самородного золота (1) с антимонитом (2), Е – с кварцем (3) и пиритом (4)

геологоразведочных работ для ряда рудопроявлений на сечении 1,1–6,7 м установлены средние содержания золота 3,2–7,6 г/т (максимально 32,3 г/т). Сульфиды в рудах представлены пиритом, халькопиритом, пирротином суммарным содержанием 3–12%. В сульфидах присутствуют тонкодисперсные вкрапления золота. Кроме золота в рудопроявлениях установлены платиноиды, содержащиеся в пределах 0,01–0,04 г/т, до

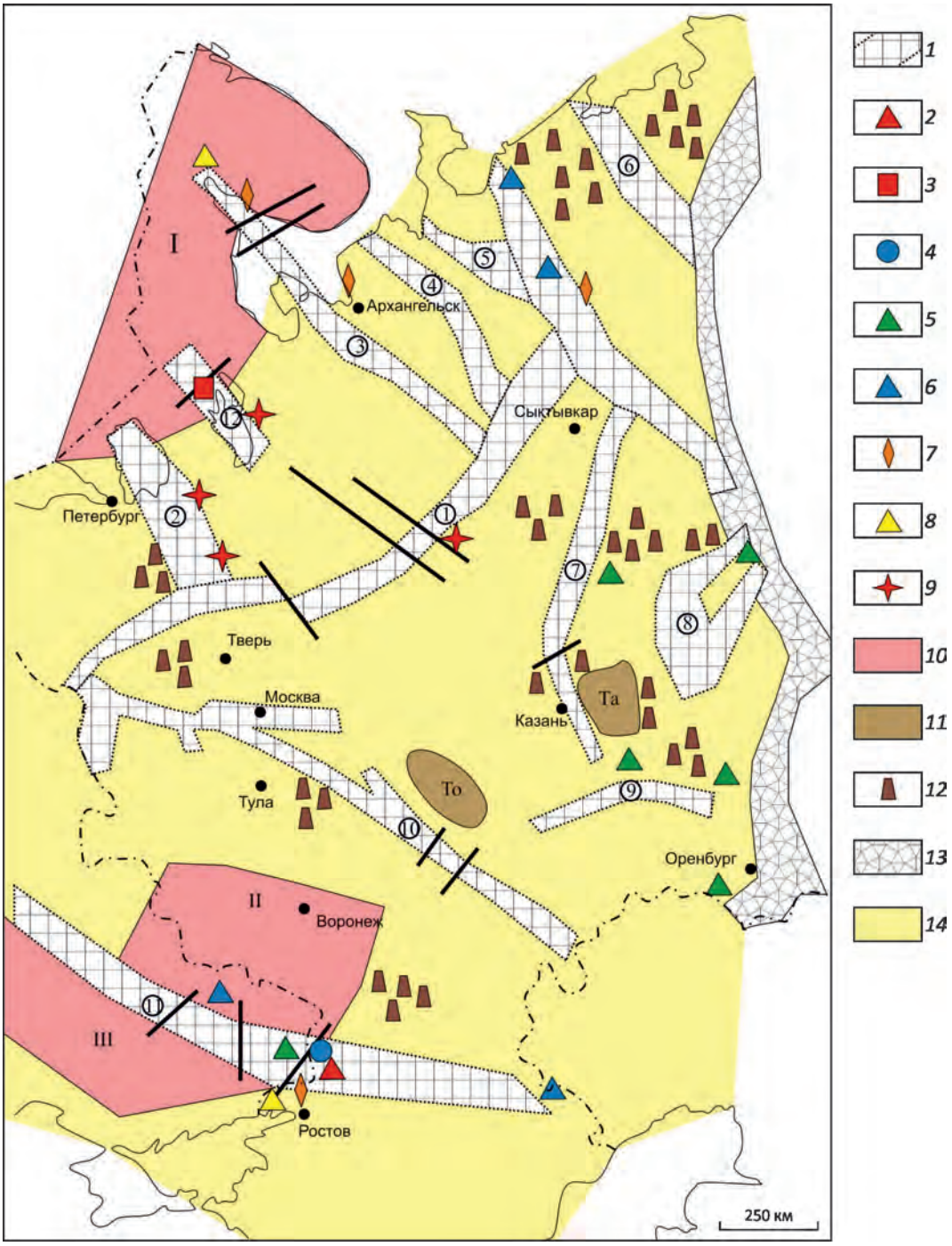


Рис. 2. Схема авлакогенов и пространственно связанных с ними месторождений полезных ископаемых. *С использованием данных А.А.Кременецкого, Д.И.Горжевского,* 1996 *и др.*:

1 – сложнопостроенные рифтовые троги; месторождения и рудопроявления: *2* – золото-кварц-сульфидной формации, *3* – комплексное золото-платиноидное, *4* – ртутные, *5* – медистых песчаников, *6* – свинцово-цинковые, *7* – алмазоносных кимберлитов, *8* – редкометалльных карбонатитов; *9* – находки золота рудного облика (в том числе с использованием данных ЦНИГРИ); *10* – щиты и кристаллические массивы (I – Балтийский щит, II – Воронежский кристаллический и III – Украинский кристаллический массивы); *11* – выступы фундамента (То – Токмовский, Та – Татарский); *12* – проявления внутриплитного вулканизма; *13* – Предуральский краевой прогиб; *14* – осадочный чехол платформы; цифры в кружках – авлакогены: 1 – Среднерусский, 2 – Ладожский, 3 – Кандалакшско-Двинский, 4 – Мезенский, 5 – Тиманский, 6 – Колво-Денисовский, 7 – Вятский, 8 – Камско-Бельский, 9 – Сергеевско-Абдулинский, 10 – Пачелмский, 11 – Днепровско-Донецкий, 12 – Онежский

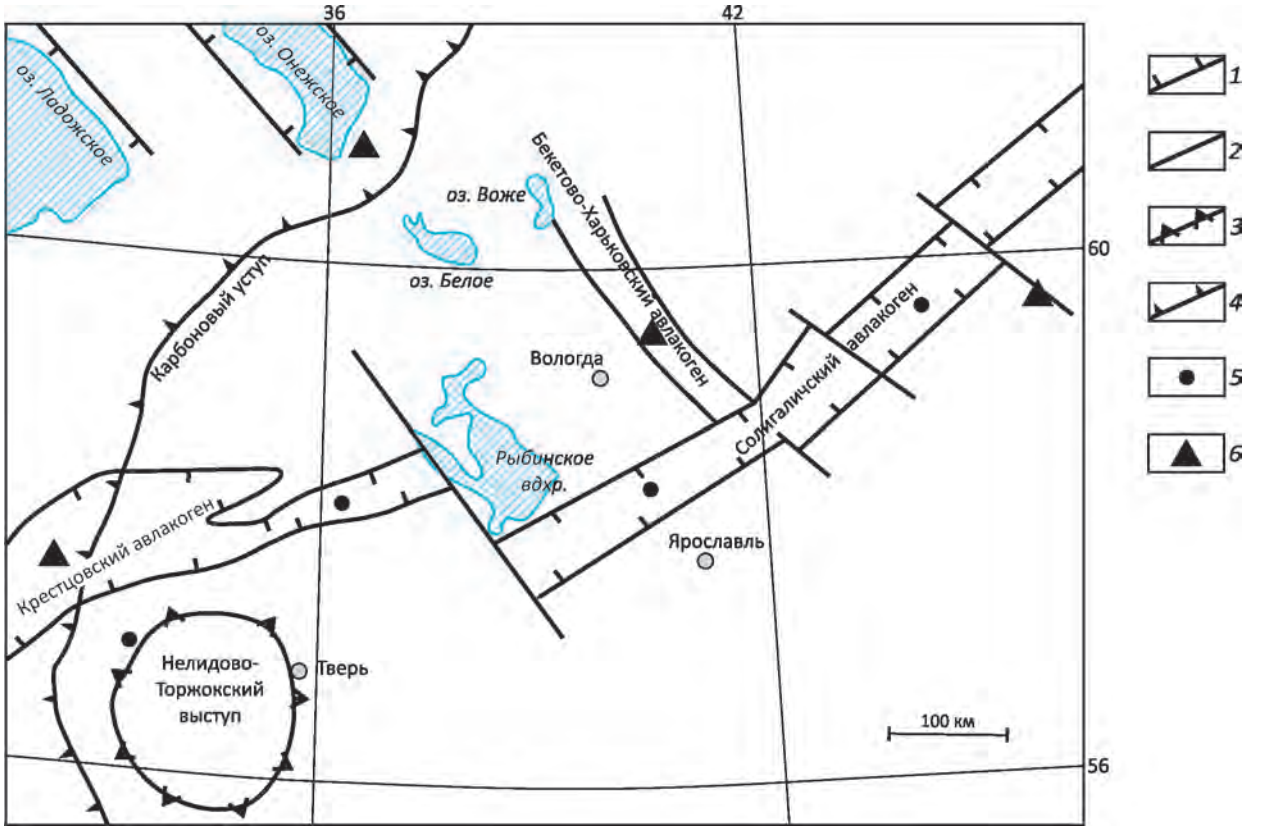


Рис. 3. Схема размещения площадей с признаками золотого оруденения в структурах платформенного чехла. *С использованием материалов В.Б.Зверевой, 2003*:

разломы: *1* – ограничивающие рифейские авлакогены и грабены, *2* – поперечные; *3* – поднятия в осадочном чехле; *4* – карбоновый уступ; места находок: *5* – алмазов, *6* – рудного золота

50% в виде дендритовых выделений и выделений неправильной формы, их размер 0,1–0,7 мм. Из рудных минералов отмечается также гематит и магнетит; последний в срастании с золотом. Платиноиды установлены в продуктивных титано-циркониевых песках россыпей (в частности, месторождение Центральное), что подтверждает тесную генетическую связь россыпей Воронежской провинции с рудно-формационным комплексом кристаллического основания Воронежского массива. В какой-то мере о характере золотоносности железистых кварцитов можно судить по данным технологической оценки [13] попутного извлечения золота из хвостов железорудного месторождения Михайловского ГОК (КМА). В исследованной групповой пробе (весом 200 кг), по данным пробирно-спектрального анализа, содержание золота составило 0,3–0,35 г/т. Золото в пробе преимущественно свободное – мелкое (0,05 мм и крупнее) и тонкое (менее 0,05 мм).

Типичными представителями золоторудных объектов (источников кластогенного золота для титано-циркониевых россыпей) в железнорудном бассейне КМА являются проявления (Кшенское, Верхнеберёзовское, Липовское, Рогозецкое) Воскресенской рудной зоны (В.И.Мяснянкин, 1993). Наиболее значимым является Кшенское с содержаниями золота от 4,3 до 14,6 г/т (при среднем 4,06 г/т). Золото мелкое (0,01–0,7 мм), пластинчатой и чешуйчатой формы, локализовано в нерудных минералах, реже в пирите. Авторские прогнозные ресурсы категории P_2 рудопроявления составляют 23 т [3], а всего по Тимско-Погоженскому перспективному

1. Золотосодержащие титано-циркониевые россыпи Воронежской провинции

Месторождение	Возраст	Содержание золота, г/м^3
Центральное	K_2c	0,05–0,2
Кирсановское	K_2c	до 0,15
Корневское	K_1a	до 0,15
Волчинское	K_1a	до 0,26

2. Типы золотой минерализации Воронежского массива. *По Ю.С.Ляховкину,* 2002

Тип	Содержание золота, г/т	
	среднее	максимальное
Золото-сульфидный вкрапленный: малосульфидный умеренносульфидный	 0,5–2,0 0,3–1,0	 33,9 11,3
Медно-никелевый сульфидный	0,5	4,8
Стратиформный золотой	0,5	5,0
Стратиформный медный	0,3	2,8
Стратиформный свинцово-цинковый	0,3	2,8
Золото-кварцевый жильный	1,0	32,3
Золотомедно-порфировый	0,5	3,1
Золотоносные «железные шляпы»	0,5	10,9

рудному району, согласно авторской оценке, прогнозные ресурсы категории P_3 составляют 70 т. (С.П.Молотков и др., 1999)

Аналогичная обстановка, благоприятная для формирования золотого оруденения, сформировалась в зоне Днепрово-Донецкого авлакогена (в его Донецком сегменте), где месторождения частично отрабатывались с конца XIX вв. шахтным способом [11]. Золотое оруденение представлено штокверковыми зонами с сульфидно-кварцевыми жилами, залежами сложной формы с прожилково-вкрапленной минерализацией с содержаниями золота до 9,7–31,0 г/т; их прогнозные ресурсы могут составлять десятки тонн.

Обширная область, перспективная на попутное золото в комплексных россыпях Воронежской провинции, приурочена к северо-восточной части Воронежской антеклизы (рис. 4), геолого-металлогеническая обстановка которой обусловлена развитием системы приразломных валов и поднятий в прибортовых зонах Пачелмского авлакогена и наложенного на него Окско-Донского прогиба. В восточной части территории проявлены структуры Окско-Цнинской системы валов северо-западного простирания (в соответствии со структурами Пачелмского авлакогена). В западной части (вдоль прибортовой зоны Окско-Донского прогиба) выделяются два поднятия субмеридионального простирания – Данковское и Зимаровское. Валы и поднятия, осложняющие моноклиналь Воронежской антеклизы, играли определяющую роль при образовании в прибрежно-морских фациях комплексных россыпей на различных стратиграфических уровнях меловой толщи. С указанными системами положительных структур связаны известные россыпные поля золотосодержащих титано-циркониевых месторождений Рязанской, Липецкой, Пензенской и Тамбовской областей [5].

Наиболее широкое площадное распространение в Воронежской провинции имеют продуктивные формации мелового отдела, с которыми связано большинство россыпных объектов. Они приурочены к аптским отложениям нижнего мела (Липецкий россыпной район), а также сеноман-сантонским толщам верхнемелового отдела (Тамбовский россыпной район). Россыпи характеризуются повышенным фоновым содержанием золота в перекрывающих их отложениях неогена. В шлиховых пробах неогеновых песков (усманские слои) отмечены повышенные содержания титано-циркониевых минералов, что указывает на возможное присутствие в песках попутного золота. В трёх отобранных пробах (А.И.Романчук, В.П.Филиппов, 1998) из усманских песков на территории Липецкой области, отмечено золото с содержаниями 40, 180 и 220 мг/т.

В результате проведённых поисковых работ (ГГП «Центргеология», 1983) в пределах Липецкого россыпного района была выделена Липецко-Скопинская зона (рис. 5) комплексных титано-циркониевых россыпей в песчаных отложениях нижнего мела. Зона занимает благоприятную геолого-металлогеническую позицию, располагаясь на восточном крыле Воронежской антеклизы в прибортовой части Пачелмского авлакогена; протяжённость зоны составляет около 100 км при ширине 25 км.

Впервые золотоносность россыпей Липецко-Скопинской зоны была установлена на месторождении Волчинское Воронежской металлогенической провинции (ВИМС, 1976). В 2000–2002 гг. ЦНИГРИ проводил работы по изучению золотоносности титано-циркониевых россыпей, в том числе и Корневской россыпи. Для определения содержаний золота из продуктивного пласта было отобрано и проанализировано 15 бороздовых проб, каждая объёмом до 20 литров. Во всех пробах установлено золото с максимальным содержанием до 1,5 г/м^3. К настоящему времени в пределах Липецкой зоны наиболее перспективными золотосодержащими объектами следует считать Волчинскую, Корневскую и Дубасовскую россыпи, а в целом в пределах зоны локализовано 5 россыпей и 14 слагающих их залежей.

Волчинская россыпь хорошо изучена на участках, где установлены наиболее богатые продуктивные

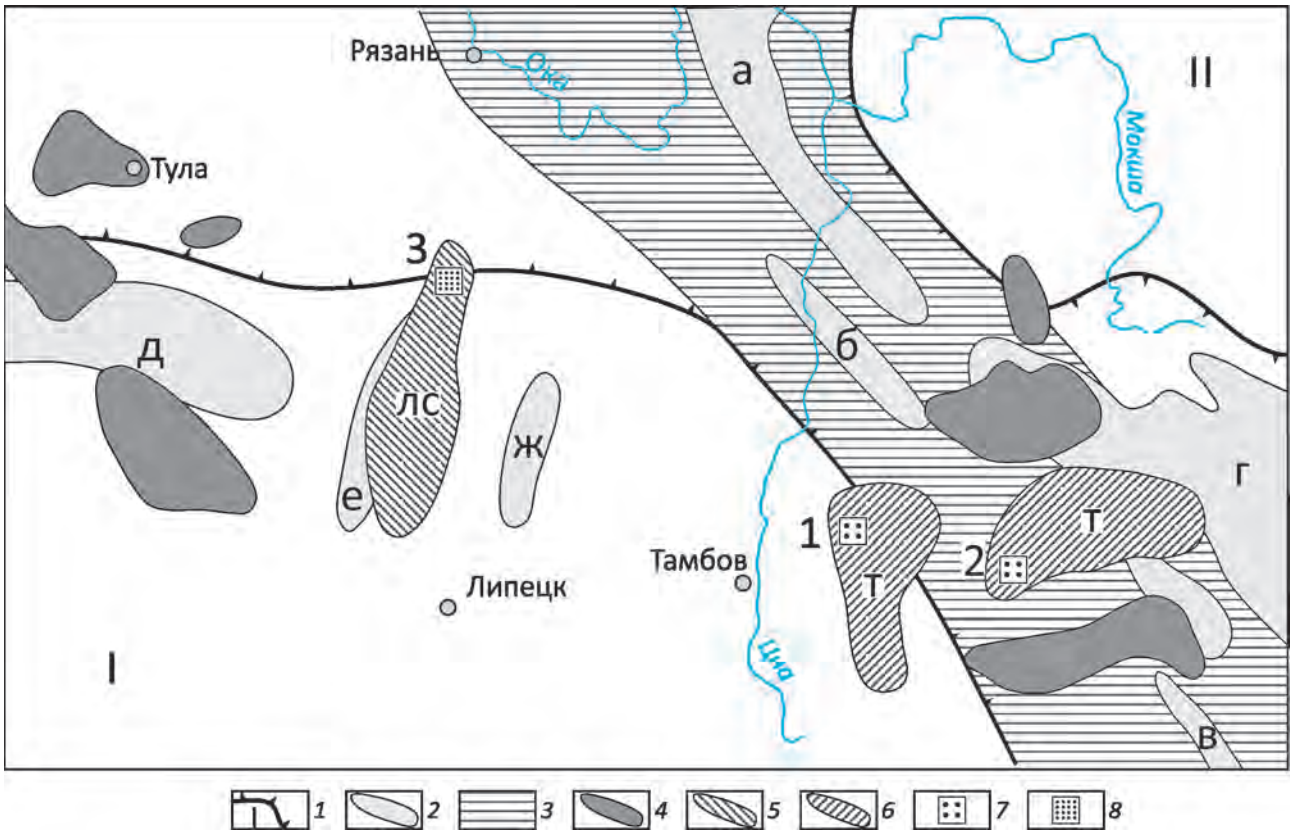


Рис. 4. Схема размещения комплексных золотосодержащих россыпей Окско-Донского междуречья. *Структурная основа по данным В.В.Дашевского, Л.И.Фадеева*:

1 – контуры антеклиз: I – Воронежская, II – Волго-Уральская; *2* – валы и поднятия: валы: *а* – Окско-Цнинский, *б* – Славинский, *в* – Ртищевско-Баландинский, *г* – Керенско-Чембарская система валов; поднятия: *д* – Чернское, *е* – Данковское, *ж* – Зимаровское, *з* – Мачинское; *3* – зона Пачелмского авлакогена; россыпные поля комплексных титано-циркониевых россыпей, Липецко-Скопинский (ЛС) и Тамбовский (Т) районы; площади развития комплексных россыпей с ресурсным потенциалом золота (в т): *4* – до 1, *5* – до 10, *6* – до 100; *7* – месторождения титано-циркониевого сырья, близкие к промышленным: Центральное (1), Кирсановское (2); *8* – комплексная россыпь Корневская (3)

горизонты. Продуктивные пески россыпи прослежены на расстояние до 4,5 км при средней ширине залежи 450 м и средней мощности пласта 3,3 м. Средняя мощность вскрыши пород 14 м. В целом по россыпи по категории P_2 оценено 100 млн. м^3 продуктивных песков, содержащих 1,5 млн. т титановых минералов и циркона. Приведённые параметры относятся к части месторождения и характеризуют только Овражную залежь. Таким образом, перспективы Волчинской россыпи как наиболее перспективного золотосодержащего объекта Липецко-Скопинской зоны далеко не исчерпаны как на основной продукт, так и на попутное золото.

Технологические исследования песков Волчинской россыпи проводились ВИМС (1959) и ЦЛ «Центргеология» (1973, 1976). Установлено, что пески россыпи хорошо обогатимы гравитационными методами. В качестве обогатительного аппарата применялся концентрационный стол КЦ-30А.

Для обогащения рудных песков была принята гравитационная схема, предусматривающая получение коллективного концентрата минералов плотностью более 3 г/см из отвальных хвостов. Одновременно выделялась «головка» концентрата, содержащая наиболее тяжёлые минералы, в том числе золото и алмазы (см. таблицы 3 и 4). Среднее содержание золота в песках россыпи составило 0,075 г/т или около 0,15 г/м^3.

Следует отметить комплексность титанового сырья, ценность которого увеличивается за счёт дефицитных циркониевых продуктов, а также алюмосиликатов, абразивных материалов (гранатов) и других полезных компонентов (см. табл. 4). Основное количество ценных минералов сосредоточено в классе крупности от 0,063 до 0,5 мм.

В целом с учётом оценённых прогнозных ресурсов продуктивных песков и среднего содержания золота в них ресурсный потенциал попутной золотоносности

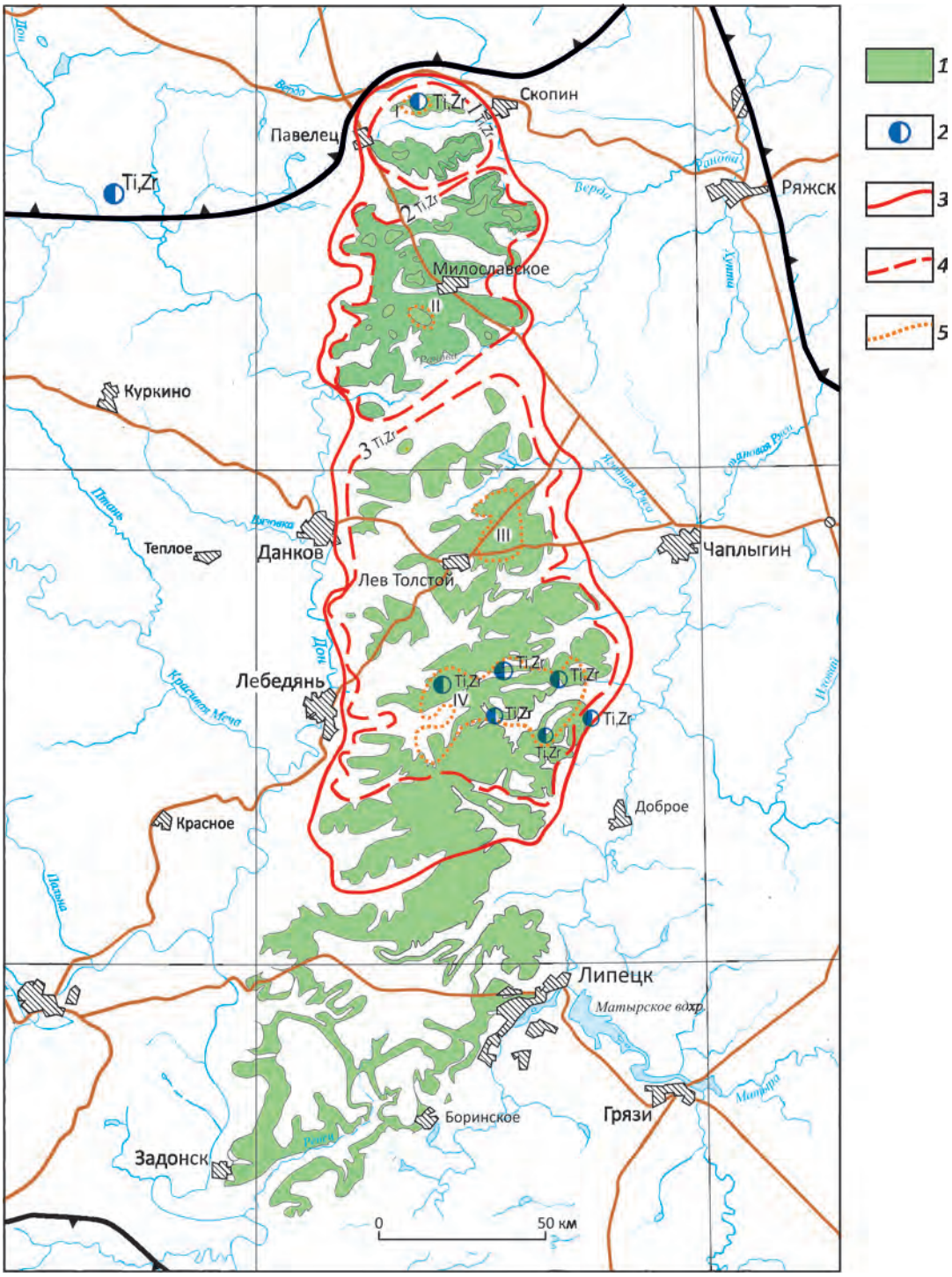


Рис. 5. Схема размещения золотосодержащих полей Липецкого россыпного района:

1 – отложения аптского яруса нижнего отдела меловой системы – пески с глауконитом, алевролиты, глины; *2* – точечные шлиховые пробы с промышленным содержанием минералов титана и циркония (>20 кг/м^3 условного титана); границы: *3* –Липецко-Скопинской россыпной зоны, *4* – россыпных полей: 1 – Скопинского, 2 – Милославского, 3 – Первомайского; *5* – известные Ti-Zr россыпи с попутным золотом (в том числе предполагаемым): I – Корневская, II – Дубасовская, III – Лев-Толстовская, IV – Волчинская

3. Характер обогатимости песков титано-циркониевого месторождения Волчинское

Номера проб	Содержание золота (г/т)			Извлечение, %
	Извлечение	В хвостах	Общее	
1	0,044	0,069	0,113	38,9
2	0,022	0,003	0,025	88,0
3	0,044	0,018	0,062	71,0
4	0,408	0,020	0,128	84,4
5	0,044	0,006	0,050	88,0

4. Минеральный состав продуктивных песков Волчинской россыпи

Концентраты	Выход, %	Содержание основных компонентов, %	Извлечение, %
Ильменитовый	1,6	33,1	88,3
Рутил-лейкоксеновый	0,13	88,4	79,6
Цирконовый	0,18	86,6	78,1
Монацитовый	0,00014	76,0	70,8
Гранат-ставролитовый	1,66	Гранат 13,5; ставролит 49,0	51,0
Кианит-силлимонитовый	1,89	Кианит 10,3; силлиманит 48,0	52,2

может составить около 15 т категории P_2. На площади россыпи, кроме Овражной залежи, существуют богатые локальные горизонты с содержанием полезного компонента около 100 кг/м^3. Наибольший интерес представляют южный и западный фланги россыпи, где по редким скважинам встречены содержания рудных минералов 50–80 кг/м^3.

Другой объект, перспективный на попутное золото, представлен Дубасовской россыпью. Золото в ней не установлено, поскольку в задачу поисковых работ это не входило. Россыпь характеризуется высокими содержаниями титано-циркониевого сырья в продуктивных горизонтах и комплексом благоприятных геолого-экономических факторов. Содержание суммы титано-циркониевых минералов в отдельных интервалах достигает 78 кг/м^3 при общем содержании полезных компонентов до 93 кг/м^3. Максимальное содержание циркона по отдельным скважинам – 35–45 кг/м^3. Технико-экономические показатели геолого-экономической оценки продуктивных песков россыпи, приведённые ВИМС, отвечают эффективности вовлечения их в промышленную отработку при условии комплексного использования песков продуктивной толщи. С большей долей вероятности золото в продуктивных песках россыпи присутствует, если учитывать, что её геолого-геоморфологическая обстановка аналогична позиции Корневской и Волчинской россыпей, где установлено золото в концентрациях, обеспечивающих эффективную эксплуатацию титано-циркониевых месторождений с попутным извлечением золота. Таким образом, Дубасовская россыпь является достаточно перспективной для доизучения и последующей комплексной разработки песков. Разведанные прогнозные ресурсы титано-циркониевого сырья по категории P_1 составляют около 19,4 млн. м^3. При ожидаемых содержаниях золота, близких к их значениям в Корневской и Волчинской россыпях, прогнозные ресурсы попутного золота в Дубасовском месторождении могут составить не менее 4 т категории P_1.

В Липецко-Скопинской зоне наиболее подробно изучена Корневская россыпь. Прогнозные ресурсы её титано-циркониевых песков оценивают по категории P_1 – 1,9 млн. м^3 (нижний пласт), а разведанные запасы по категории C_2 – 3,2 млн. м^3 (верхний пласт). Ранее, до работ авторов, золото в ней не отмечалось. Одним из признаков предполагаемой золотоносности послужили высокие содержания в продуктивных песках её тяжёлой фракции (до 700 кг/м^3). Авторами была опробована верхняя залежь россыпи. По всему опробованному разрезу установлено золото (табл. 5) с содержанием

5. Результаты опробования на золото продуктивных песков Корневской россыпи

Номера проб	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Вес проб, кг	18	18	18	18	12	16	18	18	13	19	16	16	20	18	50
Содержание золота, мг/м^3	480	160	80	80	80	480	160	80	320	80	80	120	240	200	1500

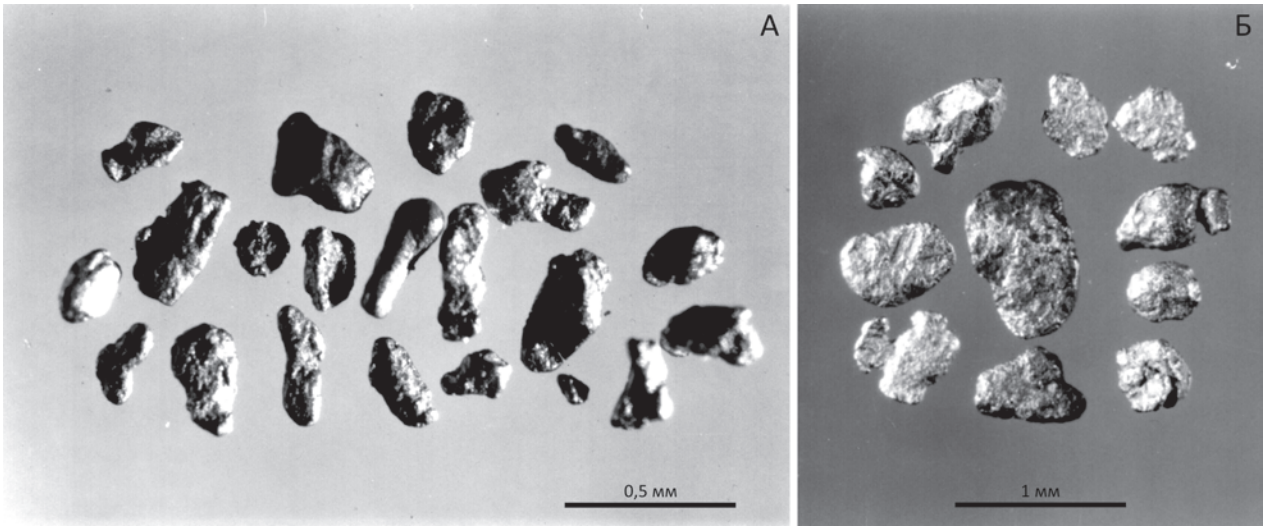


Рис. 6. Окатанное (А) и слабоокатанное (Б) золото из месторождения Корневское. *Сканирующая электронная микроскопия*

от 80 до 1500 мг/м^3 при среднем – около 280 мг/м^3. Ситовой анализ навески показал присутствие относительно крупных разностей золота размером до 1×0,5×0,1 мм и 0,51×0,25×0,1 мм, представленных преимущественно толстопластичными выделениями овальных или угловатых очертаний, с короткими тупыми выступами (рис. 6). Золото в целом слабо- и полуокатанное, основная масса золотин сохраняет скульптуры первичного роста (ступени, воронки, огранённые выступы), свидетельствующие о слабой обработанности металла. Пробность золота варьирует от 720 до 985‰.

Следует подчеркнуть, что относительно высокий уровень среднего содержания золота в продуктивных песках месторождения Корневское, позволяет рассматривать его в качестве потенциального промышленного собственно золотороссыпного объекта (по аналогии с месторождением Русская Журавка). С учётом оценённых прогнозных ресурсов титано-циркониевого сырья ресурсы попутного золота в нём по категории P_1 могут составить около 1 т.

В целом, учитывая содержания попутного золота в россыпях Липецко-Скопинской зоны (Волчинская и Корневская), а также в отдельных титано-циркониевых россыпях центральной части Русской платформы (месторождения Центральное, Кирсановское, Лукояновское и др.), для оценки ресурсного потенциала золота Липецко-Скопинской зоны принято среднее содержание в 0,22 г/м^3. Совокупный объём продуктивных песков Липецко-Скопинской зоны составляет по категории P_1 63 млн. м^3, P_2 около 300 млн. м^3.

Положительный экономический эффект при эксплуатации месторождений россыпной зоны с попутной добычей золота может быть получен, как показали расчёты отдела геолого-экономической оценки ЦНИГРИ, при содержании его в продуктивных песках месторождения 0,12–0,14 г/т, что практически соответствует фактическим концентрациям золота в отдельных россыпях Липецко-Скопинской зоны. Широкое развитие на рассматриваемой территории комплексных золотоносных россыпей, среди которых установлены объекты с содержаниями золота, достаточными для его эффективного извлечения, даёт основание полагать, что они являются реальным источником попутного золота в случае их эксплуатации. При этом достаточно велика вероятность выявления комплексных россыпей, где золото может быть основным компонентом (как месторождения Русская Журавка и Корневское).

Следует также отметить, что в настоящее время минерально-сырьевая база титана и циркония (особенно последнего) сильно истощена – многие отрасли, связанные с их потреблением, в значительной степени зависят от импорта титановых и циркониевых концентратов (Л.З.Быховский, 2000). Наличие на Окско-Донском междуречье и сопредельной площади (территории Рязанской, Тамбовской, Липецкой, Пензенской, Воронежской, Волгоградской и Нижегородской областей) значительных невостребованных ресурсов золотосодержащего титано-циркониевого сырья – благоприятная предпосылка для промышленной добычи попутного золота из комплексных россыпей, в то же время достаточно высокий золотороссыпной потенциал создаёт инвестиционную привлекательность освоения комплексных титано-циркониевых россыпей.

Таким образом, несмотря на отчётливо проявленный комплекс прогнозно-поисковых критериев, в том числе

прямых признаков коренной и россыпной золотоносности, ресурсный потенциал золота рассмотренного региона явно недооценён.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Афанасов М.Н.* Неотектоника и голоценовое проявление золота, самородной ртути и других эндогенных минералов в Ленинградской области // Отечественная геология. 2011. № 2. С. 55–59.
2. *Афанасов М.Н.* Перспективы золотоносности карельского перешейка (Западное Приладожье) // Региональная геология и металлогения. 2003. № 18. С. 116–121.
3. *Геология* и полезные ископаемые Россиии. Т. 1 Запад России и Урал. Кн.1. Запад России / Под ред. Б.В.Петрова, В.П.Кирикова. – С.-Пб.: ВСЕГЕИ, 2006.
4. *Золото* в фосфоритах Кингисеппского месторождения Русской платформы / В.М.Константинов, А.А.Казаков, ВМ.Новиков, Н.В.Трубкин // Отечественная геология. 2005. № 6. С. 48–51.
5. *Комплексные* титано-циркониевые россыпи центральной части Русской платформы – резерв минерально-сырьевой базы золота / Е.В.Матвеева, В.П.Филиппов, Н.М.Иванов и др. // Отечественная геология. 2005. № 2. С. 33–38.
6. *Магматические* формации и эндогенная минералогения Восточно-Европейской платформы / Р.Н.Валеев, В.Г.Чайкин, Б.С.Ситдиков, М.А.Урасин // Обзор. Общая и региональная геология, геологическое картирование. – М.: ВИЭМС, 1989.
7. *Матвеева Е.В., Филиппов В.П.* Типовые геологические обстановки формирования россыпных проявлений центральной части Русской платформы // Отечественная геология. 1998. № 3. С. 34–40.
8. *Месторождения* цветных и благородных металлов осадочных бассейнов чехлов древних платформ и геологические предпосылки их открытия на Русской платформе / Д.И.Горжевский, Г.В.Ручкин, Р.Н.Володин, А.И.Донец // Руды и металлы. № 2. 1996. С. 17–25.
9. *Никитин Н.М., Ясырев А.П., Трушин И.А.* Особенности формирования золотоносных осадочных образований в мезо-кайнозойском чехле Русской платформы // Древние и погребённые россыпи СССР. Ч. 2. – Киев, 1977. С. 45–48.
10. *Основные* типы золотосодержащих месторождений осадочного чехла центральной части Восточно-Европейской платформы / С.С.Кальниченко, Н.М.Иванов, В.П.Филиппов и др. // Руды и металлы. 1995. № 6. С. 5–15.
11. *Перспективы* золотоносности Припятско-Днепрово-Донецкого авлакогена / Г.В.Зеленщиков, Н.К.Курбанов, П.Г.Кучеревский, Т.П.Радаева // Руды и металлы. 2001. № 2. С. 26–35.
12. *Перспективы* полезных ископаемых прибрежной зоны Онежского озера / А.А.Макарьев, Е.Н.Макарьева, А.И.Погорельский, Е.К.Серов // Разведка и охрана недр. 2002. № 9. С. 61–64.
13. *Предварительная* технологическая оценка попутного извлечения золота из хвостов руд железистых кварцитов и песчано-гравийно-галечных образований / А.Н.Шелехов, В.В.Бедим, М.Н.Сычёва и др. // Руды и металлы. 1966. № 6. С. 74–74.
14. *Признаки* золотоносности осадочного чехла центральной части Русской платформы / В.П.Филиппов, Е.В.Матвеева, С.В.Яблокова и др. // Отечественная геология. 2005. № 6. С. 42–47.
15. *Филиппов В.П., Иванов Н.М., Агибалов О.А.* Золотосодержащие месторождения Приуралья и Зауралья в осадочных комплексах Русской и Западно-Сибирской платформ – резерв восполнения минерально-сырьевой базы // Мат-лы VII Межрегиональной геологической конференции. – Уфа, 2008.
16. *Филиппов В.П., Иванов Н.М., Сычкин Н.И.* Россыпное золото Русской платформы, его источники и перспективные типы // Разведка и охрана недр. 1998. № 9–10. С. 20–26.
17. *Центральная* часть Восточно-Европейской платформы – новая алмазо-перспективная территория / В.И.Ваганов, В.А.Варламов, Ю.К.Голубев и др. // Руды и металлы. 1996. № 8. С. 11–17.
18. *Экзогенная* золотоносность и платиноносность Российской Федерации / Объяснительная записка к комплекту карт // Под ред. А.И.Кривцова. – М.: ЦНИГРИ, 1998.
19. *Экзогенная* золотоносность северо-востока Русской платформы: предпосылки освоения / Е.В.Матвеева, В.П.Филиппов, О.А.Агибалов, Н.М.Иванов // Руды и металлы. 2002. № 4. С. 16–26.