

Сульфидного пояса Финляндии и Северного Прибайкалья [2].

Полученные результаты выявили, с одной стороны, наличие в колчеданных рудах КМА ряда новых, неизвестных ранее минералов Pd и Au, теллуридов, сульфоантимонидов, станнидов, и с другой - многостадийность процесса формирования золото-платиноносных колчеданных рудообразующих систем.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект №98-05-64154).

ЛИТЕРАТУРА

1. Генезис эндогенных рудных месторождений / Ред. В.И.Смирнов. -М., 1968. -719 с.
2. Еремин Н.И., Сергеева Н.Е. Новые данные о редких минералах в рудах колчеданных месторождений Карелии // Геология рудных месторождений. -1990. - №1. -С.117-120.
3. Макарьев Л.Б., Павлов М.В. Некоторые особенности металлогении благородных металлов Байкальской горной области // Проблемы развития МСБ благородных металлов. Третье заседание научно-методического совета по программе «Платина России». - М.,1995. -С.132-139.
4. Нарсеев В.А., Сидоров А.А. О связи золоторудных месторождений с формациями вкрапленных и массивных сульфидных руд // Докл. АН СССР. -1985. -Т.284, №1. -С.189-192.
5. Ручкин Г.В. Некоторые закономерности колчеданной металлогении Балтийского щита // Сов. геология. -1976. -№10. -С.48-58.
6. Рыбаков С.И. Колчеданное рудообразование в раннем докембрии Балтийского щита. -Л.,1987. -С.269.
7. Сахарова М.С., Батракова Ю.А., Ряховская С.К. Зависимость химического состава минералов ряда золото-серебро от физико-химических условий их образования // Научные основы и практическое использование типоморфизма минералов. -М., 1980. -С.213-221.
8. Юшко-Захарова О.Е. Платиноносность рудных месторождений. -М., 1975. -С.250.

УДК 553.068.5

Беляев В.И., Иванов Д.А.

ПРОДУКТИВНЫЕ ТИТАН-ЦИРКОНИЕВЫЕ ФОРМАЦИИ ФАНЕРОЗОЯ ВОРОНЕЖСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ (факторы, прогноз)

На основе формационного анализа рассмотрены распространение, типы, условия и основные факторы образования титан-циркониевых формаций территории Воронежской антеклизы.

Исследования по выявлению и изучению титан-циркониевых россыпей в осадочных отложениях Восточно-Европейской платформы и, в частности, Воронежской антеклизы ведутся с 50-х годов и по настоящее время.

В палеозое и мезокайнозое в пределах Воронежской антеклизы выделяются ранне- и позднефранские, баррем-аптская, сеноманская, раннесантонская, раннекампанская и олигоцен-миоценовая эпохи россыпеобразования [21]. Для этих эпох в разных частях региона известны песчаные отложения, содержащие промышленные концентрации титан-циркониевых минералов (рис.1, табл.1).

Отложения *раннефранской эпохи* распространены на юго-востоке Воронежской антеклизы, где россыпи связаны с вулканогенно-осадочными в различной степени ильменитоносными образованиями ястребовского горизонта. По данным И.Н.Быкова и В.А.Канцерова [7] они залегают на глубинах от первых до 250 м и вскрыты только Павловским гранитным карьером. Мощность их не выдержана и составляет от первых до 40 м. Максимальные отмечены вблизи вулканических аппаратов. Здесь же наблюдаются и наиболее высокие содержания ильменита (до 350 кг/м³). Тяжелая фракция составляет от долей до 15% и состоит из ильменита (10-47%),

обломков эффузивных пород с зернами ильменита (0,02-8,1%), сидерита (1-84%), хромита, граната, ставролита, циркона, рутила, анатаза, лейкоксена, апатита (всех до первых процентов).

Позднефранская эпоха россыпеобразования связана с отложениями петинского горизонта, распространенного в центральной части Воронежской антеклизы (г. Семилуки, с. Петино Воронежской области). Здесь в разнозернистых песках содержание тяжелой фракции составляет 0,4-2,2%, достигая 15%. Основными минералами являются ильменит, лейкоксен, рутил и циркон.

Баррем-аптская эпоха. Барремская часть этой формации продуктивна на юге Рязанской области, где в барремских и аптских отложениях известен ряд россыпей в пределах Скопинской площади (Корневская, Дубасовская, Князево-Петрушинская и др.). Продуктивные пески содержат тяжелые минералы - ильменит, циркон и др. в количестве от 6 до 35 кг/м³.

Более высокие содержания тяжелой фракции связаны с аптскими отложениями [25]. На западе Рязанской и севере Липецкой областей, где в отдельных залежах содержание тяжелых минералов достигает 200 кг/м³ установлен ряд россыпей, относящихся к Липецко-Скопинской зоне. В тяжелой

Полезные ископаемые

Унеча-Крапивенская зона россыпей (IIAB-IIБ)
 Т. фр. % - 0,69-63
 Ilm - 24,7-39,5
 leic - 6,3-20,0
 Rut - 2,6-11,8
 Zr - 4,7-7,2
 P - ср. 21,6

Новозыбковский россыпной район (IIБВ)
 Т. фр. % - 1,4
 Ilm - 48,0
 leic - 7,5
 Rut - 13,0
 Zr - 15,0

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6

Т. фр. % - 0,69-63
 Ilm - 24,7-39,5
 leic - 6,3-20,0
 Rut - 2,6-11,8
 Zr - 4,7-7,2
 P - ср. 21,6

- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14

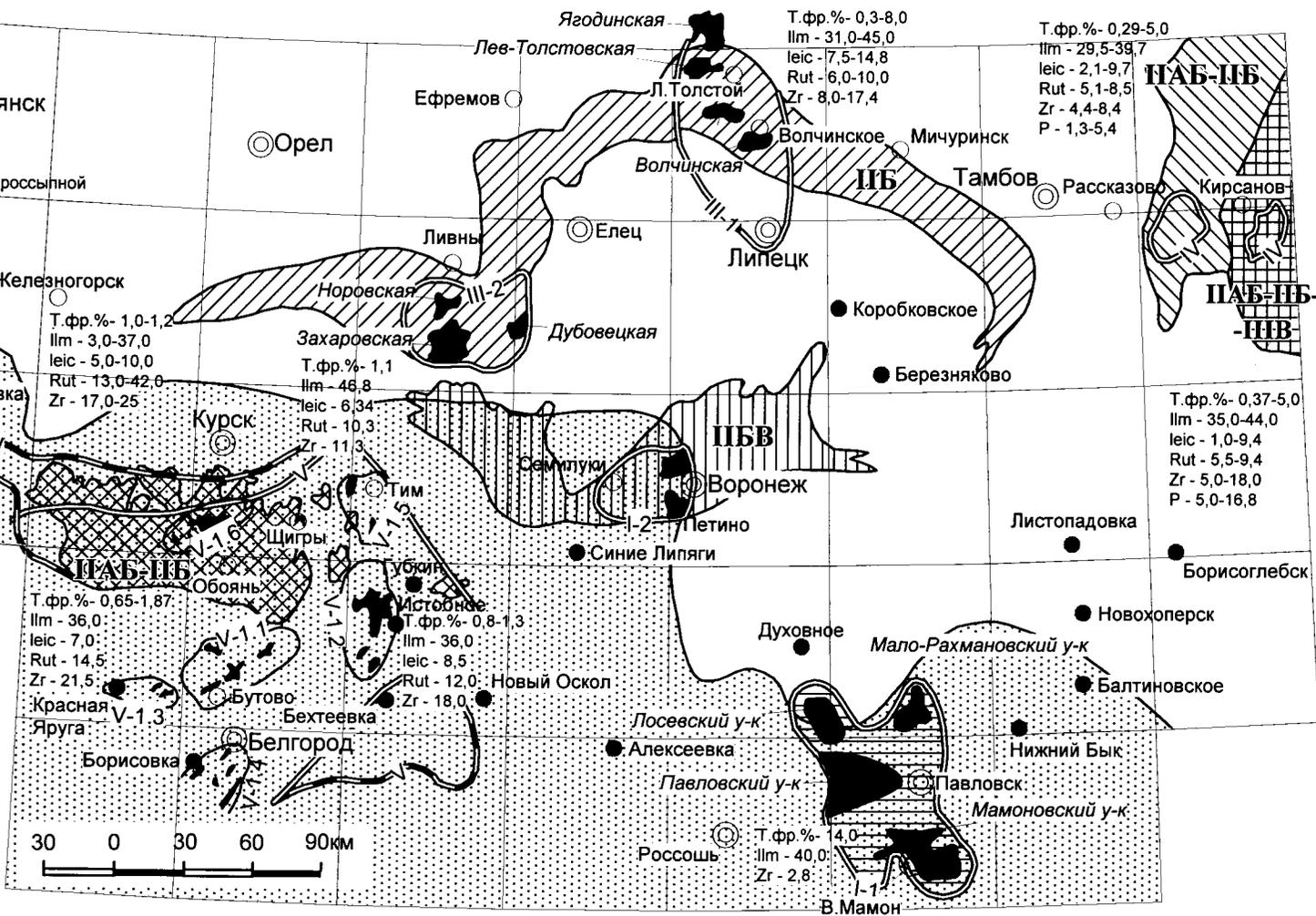


Рис.1 Продуктивные титан-циркониевые формации Воронежской антеклизы и их минеральный состав (по данным разных авторов [1-8,11-13,17,21-26]): 1- россыпи, в которых подсчитаны прогнозные ресурсы (категории P_1, P_2, P_3) и запасы (категория C_2) TiO_2 и ZrO_2 ; 2- рудопоявления N-Q возраста, по данным визуальных наблюдений; 3- границы фациальных зон перспективных (прогнозных) площадей на Ti-Zr россыпи различных эпох россыпеобразования; 4- границы россыпных районов и зон россыпей по Н.Н.Иконникову; I-1 - Павловский, I-2 - Семилукский, III-1 - Липецкий, III-2 - Елецко-Ливенский, IV - Тамбовский, V - Белгородская зона россыпей; 5- Также по В.К.Бартеневу; 6- границы рудных полей: V-1.1 - Бутовское, V-1.2 - Источненское, V-1.3 - Краснояружское, V-1.4 - Борисовское, V-1.5 - Тимское, V-1.6 - Высоконовское; 7- усредненные значения содержаний в продуктивных отложениях: Т. фр. - тяжелой фракции и основных промышленных минералов в ней (%); Ilm - ильменита, Leic - лейкоксена, Rut - рутила, Zr - циркона, P - фосфатов. Области развития продуктивных формаций: 8-раннефранской, 9-позднефранской, 10-баррем-аптской, 11-сеноманской, 12-раннесантонской, 13-раннекампанской, 14-олигоцен-миоценовой. Фациальные обстановки осадконакопления: IIA- мелководно- морские со слабым гидродинамическим режимом, IIБ- то же со средним гидродинамическим режимом, IIВ- то же с активным гидродинамическим режимом; IIAB- то же с переменным (слабым и средним) гидродинамическим режимом; IIIB- прибрежно-морские с активным гидродинамическим режимом

**Продуктивные титан-циркониевые формации
(по Блинову В.А., Дюбюк К.А., Быкову И.Н., Канцерову В.А., Секретареву И.Е., Хожайнову Н.П.,**

Эпохи россылеобразования	Формации	Тип формации по [11] с добавлениями авторов	Россыпные районы, зоны	Россыпи	Возраст	Средняя мощность продуктивной толщи в метрах	Среднее содержание тяжелой фракции в продукт. толще, от-до, среднее в россыпи, %			
								Ильменит	Лейкоксен	Рутил
Поздне-франская	Мономиктовая кварцевая	Петинский	Семилукский	Семилукская Петинская	D ₃ pt	1,4-14,5 ср.5,3	0,4-2,2 ср.1,1	33,7- -69,8	3,79- -9,4	0,14- -2,32
Ранне-франская	Вулканогенно-осадочная	Павловский	Павловский	Нижне- и Верхне-Мамонские, Павловская, Лосевская Мало-Рахмановская	D ₃ js	2-11 ср.6,5	0-15 ср.7,5	10-47 ср.30,4	эффуз. с ильменитом 0,02-8,1	+
Баррем-аптская	Мономиктовая кварцевых песков и каолинитовых глин	Липецкий	Липецкий, Липецко-Скопинская зона	Продуктивная толща в целом, Волчинско-Голожоховская	K _{1a}	0,5-19,0 ср.2,74	0,3-8,0 ср.4,1	31,0- -45,0 ср.33,5	7,5- -14,8 ср.13,5	6,0- -11,0 ср.10,5
Сеноманская	Глауконит-кварцевая	Рассказовский	Тамбовский	Продуктивная толща в целом, Центральная	K ₂ sm	2,0-18,0 ср. 6,5	0,29-5,0 ср. 3,5	29,5- -39,7 ср. 35,7	2,1-9,7 ср.5,2	5,1-18,5 ср.5,5
Ранне-сантонская	Глауконитово-кремнисто-кварцевая	Кирсановский	Тамбовский	Продуктивная толща в целом, Кирсановская	K ₂ s ₁	2,0-20,0 ср.3,67	0,37-5,0 ср.1,4	35,0-44,0 ср.40,1	1,0-9,4 ср.3,7	5,5-9,4 ср.7,7
Ранне-кампанская	Фосфатно-глауконитово-кварцевая	Унечский	Унеча-Крапивенская зона	Продуктивная толща в целом, Унечское	K ₂ km	5,0-18,0	0,69-6,3 ср.4,7	24,7- -39,5 ср.39,0	6,3-20,0 ср. 23,8 +анатаз	2,6-11,8 ср.5,5
Олигоцен-миоценовая	Мономиктово-кварцевая	Белгородский	Белгородская зона россыпей	Высоковская: II-й пласт, I-й пласт	N ₁ np P ₃ -N ₁ ³ pt	1,0-2,0	1,0-4,2	3,0- -37,0	5,0- -10,0	13,0- -42,0
				Истобненская	-"	6,0-8,0	0,8-1,3	36,0	8,5	12,0
			Буговская	-"	0,65-1,87	1,87	36,0	7,0	14,5	
			Тимской	Тимская	-"	0,9	1,1	46,8	6,34	10,3
Рудопроявления P ₃ -Q возраста	Терригенная		Воронежский	Нижний Бык	P ₂ kp	0,8	1,43	47,3	5,7	9,2
				Балтиновская	P ₂ bč	2,0	1,2-4,5	40,0-49,0	-	12,1-20,0
				Новохоперская	Q	2,0	1,8	25,0	-	17,0

фракции песков одной из них - Волчинско-Голожоховской - встречены золото и мелкие алмазы [11,13, 16].

Сеноманская эпоха. Россыпи, образовавшиеся в сеноманскую эпоху, развиты на северо-востоке Воронежской антеклизы и связаны с фосфатонесными глауконит-кварцевыми песками, протягивающимися в виде полосы северо-восточного простирания длиной 200 и шириной 6 км. В ее пределах располагается крупное титан-циркониевое месторождение "Центральное". Продуктивная толща сложена средне- и мелкозернистыми песками с примесью алеврито-глинистого материала со средним содержанием фракции 0,25-0,1 мм 76,2%, а фракции 0,1-0,05 мм - 13,4%. Выход тяжелой фракции колеблется от 14 до 85,3 кг/м³ по различным фаціальным зонам, а в отдельных случаях достигает 200 кг/м³.

По всей толще встречаются рассеянные и сгруженные в отдельные слои фосфориты [26].

Раннесантонская эпоха. Раннесантонские отложения отличаются широким спектром пород, в который входят пески разной зернистости, алевриты, опоки, фосфориты. Титан-циркониевые россыпи этого возраста известны на северо-востоке антеклизы [2,28]. Повышенные содержания тяжелых минералов приурочены к фосфоритонесной пачке. Последняя формировалась в прибрежно- и мелководно-морской фаціальных зонах, где вместе с фосфоритами накапливались тяжелые минералы. Содержание тяжелых минералов в прибрежно-морской зоне составляет 5,0-47,1 кг/м³, а в удаленной мелководно-морской увеличивается до 72 кг/м³. Пески по составу глауконит-кварцевые, среднее содержание глауконита в них 1,2-13%.

Таблица 1

Воронежской антеклизы и их минеральный состав
Беляеву В.И., Романову И.С., Иконникову Н.Н., Савко А.Д., Мануковскому С.В., Бартеневу В.К.)

Минералогический состав тяжелой фракции, %								Среднее содержание легкой фракции, %	Минералогический состав легкой фракции, %			
Циркон	Дистен	Ставролит+силлиманит	Турмалин	Эпидот	Гранат	Фосфаты	Прочие		Кварц	Полевые шпаты	Глаукоцит	Прочие
4,2-14,3	0,2	0,58-2,4	0,52-5,58	0,58	-	-	пирит 3,79-50,27	97,8-99,6	94,2-98,2	1,8-5,8	-	-
+	+	+	+	+	+	-	сидерит, сфалерит 1-84 ср.1,3	99,8	95,8	4,2	-	-
8,0-17,1 ср.10,5	6,9-15,0 ср.11,5	3,7-13,0 ср.12,5	зн.-8,5	зн.-2,6	зн.-3,85	-	Пирит, лимонит до10%	99,5-95,0	90,0-99,0	0,3-5,6	-	мусковит до 2
4,4-8,4 ср.6,8	5,3-12,8 ср.7,7	2,7-5,3 ср.2,7	2,5-6,4 ср.2,6	5,0-10,8	5,5-12,6 ср.11,4	1,3-5,4	Пирит, сидерит, лимонит до 6%	95-99 ср.96,5	78,8-98,8 ср.89,2	3,7-6,8 ср.6,6	4,6-8,7 ср.5,4	-
5,0-15,8 ср.9,2	6,3-12,6 ср.8,9	2,0-5,7 ср.3,4	2,0-4,0 ср.3,1	зн.-5,2 ср.2,4	4,0-11,8 ср.7,8	5,0-16,8 ср.9,8	Пирит, сидерит, лимонит	95-99	73-88,5 ср.85	зн.-11,5 ср.4,5	3,5-40,0 ср.10,6	-
2,0-7,2 ср.2,2	6,4-11,5 ср.6,1	2,0-9,0 ср.8,8	0,6-4,7 ср.0,6	0,7-2,8	5,1-13,6	13,5-98,5	-	93,7-99,0 ср.95,3	60,0-95,0 ср.92,2	1,2-13,0	2,0-30,0 2,5	до 25
17,0-25,0	10	10-12	3,0	-	-	-	-	95,8-99,0	96,0-97,0	0,5-1,0	-	-
18,0	-	-	-	-	-	-	-	98,0-99,0	95,0	5,0	-	-
21,5	-	-	-	-	-	-	-	94,0	95,0	5,0	-	-
11,3	8,3	12,0	4,15	0,38	-	-	-	98,9	98,0	2,0	-	-
15,0	8,0	14,1	3,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10,2	9,06	9,2	6,9	0,24	0,96	-	-	98,5	35,6	4,02	8,04	-
2,2-6,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32,0	6,0	-	7,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Повышенные концентрации тяжелых минералов наблюдаются и в верхах нижнесантонского подъяруса, представленного фосфорито-опоко-песчаными породами, где в песчаных породах содержание тяжелых минералов колеблется от 7,7 кг/м³ до 225,0 кг/м³. К этим отложениям приурочена Кирсановская россыпь.

Раннекампанская эпоха. Кампанские отложения широко распространены на северо-западе Воронежской антеклизы. Продуктивная толща нижней части кампанского яруса представлена алевритами и тонкозернистыми песками, протягивающимися в виде полосы длиной 120 и шириной 20 км. Она характеризуется своеобразной минералогической ассоциацией, представленной кварцем, фосфатом и тяжелыми минералами ("унечиты" по В.П.Орлову и Н.Н.Иконникову). Фосфат отмечается в виде оболочек на зернах кварца и тяжелых минералов, конкреций, отдельных зерен, биоморфов [12,15]. Содержа-

ние P₂O₅ колеблется от 3 до 28% и находится в тесной связи с количеством тяжелой фракции. К продуктивной толще приурочена Унечская россыпь фосфатов и тяжелых минералов.

Олигоцен-миоценовая эпоха. характеризуется широким распространением песков в разных частях антеклизы. Так, в Брянской области известна комплексная Новозыбковская россыпь, где в стекольных песках отмечается пласт мощностью до 2,5 м с выходом тяжелой фракции до 350 кг/м³. Ю.А. Полкановым в 1971 г. из этой россыпи был выделен 21 алмаз размерностью 0,25-0,1мм. Н.Н. Иконниковым в 1973 г. установлено золото. В Курской области была выявлена и прослежена на 120 м Высоконовская россыпь мощностью 1 м, характеризующаяся высоким содержанием тяжелой фракции (1-4,2%) и своеобразным составом, представленным цирконом (до 25%), ильменитом (3,0-3,7%), рутилом (13-42%), ставролитом (10 - 12%), дистеном (10%). На юго-

западе антеклизы, в Белгородской области, имеются Буговская и целый ряд россыпей, выделенных Н.Н.Иконниковым в Белгородскую зону.

Следует отметить, что для каждой эпохи характерны россыпи со своими индивидуальными особенностями, что определяет прогноз возможного типа россыпей при поисках в отложениях отмеченных выше эпох.

Выявление обстановок, благоприятных для локализации титан-циркониевых россыпей возможно на основе формационного метода, являющегося обоснованием научного прогнозирования месторождений титана и циркония в фанерозойских отложениях Воронежской антеклизы. В основу его применения положены представления Н.С.Шатского [30] о геологических формациях вообще и Г.С.Моджи, В.И.Блинова и др. [9,19] о продуктивных формациях, с которыми связаны древние титан-циркониевые россыпи.

Исходя из этого и в соответствии с эпохами россыпеобразования в пределах Воронежской антеклизы нами выделены следующие продуктивные формации (рис.1):

1. Раннефранская вулканогенно-осадочная и позднефранская мономиктовых кварцевых песков верхнего девона, с которыми связаны месторождения титана в ястребовских отложениях юго-востока ВКМ и титана и циркония в петинских отложениях центральных районов антеклизы.

2. Баррем-аптская мономиктовых кварцевых песков и каолинитовых глин (россыпи титана и циркония в Рязанской и Липецкой областях).

3. Сеноманская глауконитово-кварцевая (россыпное месторождение титана и циркония "Центральное" в Тамбовской обл.).

4. Раннесантонская глауконитово-кварцево-кремнистая, с которой связаны месторождения фосфоритов "губкового горизонта", россыпи титана и циркония (Кирсановская в Тамбовской обл.) и многочисленные месторождения кремнистых пород (опок) на северо-востоке антеклизы.

5. Раннекампанская фосфатно-глауконитово-кварцевая (титан-циркон-фосфатные россыпи Брянской области).

6. Оligоцен-миоценовая мономиктовая кварцевая, с которой связаны месторождения титан-циркониевых россыпей, строительных и стекольных песков (Курская, Белгородская области).

Раннефранская вулканогенно-осадочная формация распространена, главным образом, на юго-востоке Воронежской антеклизы и включает в себя отложения ястребовского горизонта. В структурно-тектоническом отношении они связаны с зоной Лосевско-Мамонского разлома, представляющего собой район фаций эксплозивного вулканизма, сопряженного с осадочными породами.

И.Н.Быков и В.А.Канцеров [7] отмечают, что в ястребовское время основная часть района представляла прибрежно-морскую мелководную зону, в пределах которой действовало около 15 вулканов

центрального типа. Возникшие во время извержений небольшие конусы насыщенного ильменитом пирокластического материала быстро размывались, а продукты их разрушения отлагались поблизости, не подвергаясь транспортировке. В.А.Блинов и др., ранее изучавшие ястребовские образования, выделили здесь новый генетический тип россыпей - вулканогенно-осадочный. Основными типами пород являются: различные туфы, туффиты, туфопесчаники, туфогравелиты и туфоаргиллиты. Ильменитоносными в той или иной степени являются все выделенные разности, которые слагают вытянутую в северо-западном направлении зону длиной около 100 км и шириной от 20 до 40 км. Мощность обогащенных ильменитом прослоев или пачек пород колеблется от 2-3 до 10-11 м. Во всех породах состав тяжелой фракции одинаков. Изменяется лишь количество отдельных минералов, среди которых В.А.Канцеров и И.Н.Быков установили три генетические группы: вулканогенную, терригенную, аутигенную. В районе распространения вулканогенно-осадочных образований юго-востока ВКМ выявлено несколько россыпей: Шкурлатская, Нижне- и Верхне-Мамонские, Лосевская, Мало-Рахманская. Промышленный интерес представляют участки со средним содержанием ильменита около 100 кг/м³. Технологические исследования, проведенные ГИРЕД-МЕТ-ом показали, что руды россыпей являются труднообогатимыми [18].

Позднефранская формация мономиктовых кварцевых песков широко распространена на территории антеклизы. Основными типами пород являются пески, песчаники и алевриты различной степени зернистости. Ильменитоносны отложения петинского горизонта в р-не г. Семилуки и с. Петино Воронежской области. В районе г. Семилуки нижняя часть разреза петинского горизонта представлена кварцевыми песками мощностью 1,25 м. Пески обогащены тяжелыми минералами. Верхняя часть разреза сложена алевритами с примесью темноцветных минералов. Общая мощность петинских отложений составляет 5,3 м.

Гранулометрический состав песков и алевритов, обогащенных тяжелыми минералами, свидетельствует о хорошей сортировке материала (содержание фракций 0,25-0,1 мм и 0,1-0,05 мм 50% и более). Содержание тяжелых минералов в песках и алевритах составляет 0,4-2,2%, но по данным Н.П. Хожаинова оно может достигать 15%. Основными минералами являются: ильменит, лейкоксен, рутил, ставролит, турмалин и др.

Продуктивные отложения *баррем-аптской формации мономиктовых кварцевых песков и каолинитовых глин* широко распространены в северной и северо-северо-восточной части Воронежской антеклизы в пределах Рязанской и Липецкой областей. В северной и северо-восточной частях Липецкой области аптские морские отложения мощностью до 19 м окаймляют полукругом зону развития дельтовых и озерно-лагунных песчано-глинистых образо-

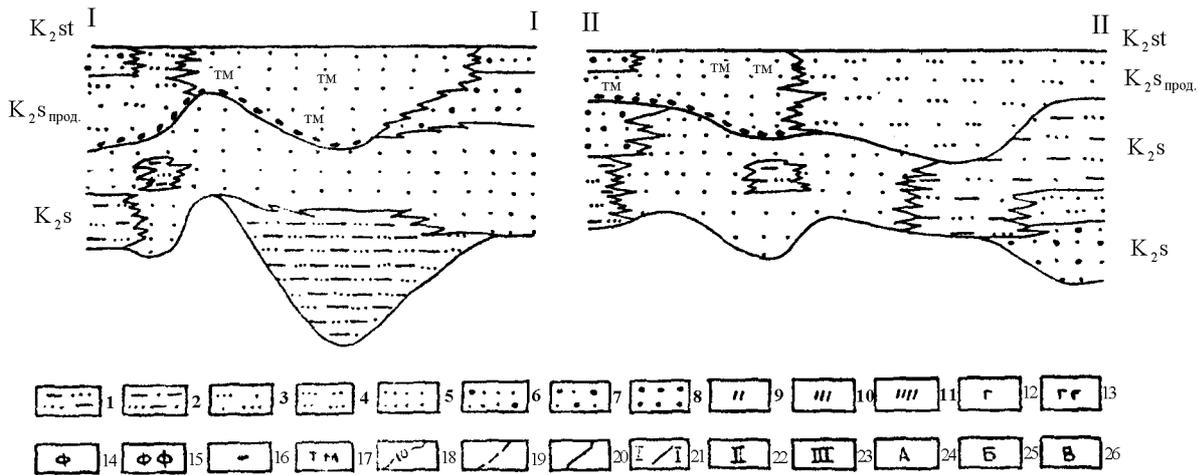


Рис 3. Фациальные профили по линиям I-I, II-II: 1-глинистые, 2-песчано-глинистые; пески: 3-алевритовые, 4-алевритистые, 5-мелкозернистые, 6-средне-мелкозернистые, 7-мелко-среднезернистые, 8-среднезернистые; слюдистость: 9-слабая, 10-средняя, 11-сильная; глауконитистость: 12-слабая, 13-средняя; фосфоритонасность: 14-слабая (включения), 15-средняя (прослои, скопления), 16-галечка и желваки фосфоритов, 17-титан-циркониевая минерализация; 18-изопахиты; 19-границы групп фацций; 20-границы распространения стратиграфических единиц; 21-линии профилей; фациальные зоны: 22-мелководно-морская, 23-прибрежно-морская; гидродинамическая активность: 24-малая, 25-средняя, 26-активная.

Таблица 3

Среднее содержание тяжелой фракции продуктивных сеноманских отложений по фаціальным зонам и гранулометрическим классам, кг/м³

Зоны	Фракции в мм, в %						Сод. т.фр. во фракции 0,25-0,01 среднее кг/м ³	Содержание: ильменит + лейкоксен + рутил+циркон, в %		
	0,25-0,1			0,1-0,01				от	до	среднее
	от	до	среднее	от	до	среднее				
1(ПВ-ПШВ)	0,9	15,5	4,9	0,25	46,0	9,1	14,0	2,9	35,4	7,2
2(ПБ)	1,0	60,8	11,0	0,5	56,0	21,5	32,5	1,0	87,0	17,6
3 (ПАБ-ПБ в целом по зоне)	2,0	50,0	13,4	2,0	71,0	65,1	78,5	2,2	113,0	57,5
в том числе:										
северо-западная часть	2,0	50,0	14,3	2,0	71,0	68,9	85,3	2,2	113,0	57,5
юго-восточная часть	1,7	12,8	6,3	5,1	48,3	34,0	40,4	5,7	33,4	24,2
5(ПШВ)	7,4	27,1	16,2	28,2	44,5	36,8	55,1	25,0	30,2	27,0

Как и для аптской формации, формирование структурного плана и аккумулятивных седиментационных форм сеноманской продуктивной формации связано с альпийским этапом развития всей Восточно-Европейской платформы.

Раннесантонская глауконитово-кремнисто-кварцевая формация распространена на северо-восточном склоне Воронежской антеклизы в зоне сочленения ее с Ульяновско-Саратовской синеклизой. Слагающие ее породы представлены разными типами фосфоритов, песками различной зернистости, опоками и опоквидными алевролитами. Продуктивными являются отложения фосфоритоносной пачки, залегающей в основании нижнесантонского разреза и песчано-алевритовые образования его верхней части. Фосфоритоносная пачка представляет собой базальный горизонт нижнесантонской трансгрессии. Для фосфоритоносной пачки характерны две группы зон ее формирования: прибрежно-морская с активным гидродинамическим режимом и мелководно-морская со средним гидродинамическим режимом [2,22]. Мощность пачки колеблется

от 0,5 до 6 м. Она представлена фосфоритами различного облика и состава, залегающими в средне-мелкозернистых глауконит-кварцевых песках. Внутри зон наблюдаются изменения гранулометрического состава пород и выхода тяжелой фракции, связанные с изменением гидродинамического режима.

В отличие от продуктивной толщи сеноманского яруса, здесь резко возрастает содержание частиц, размером более 0,25 мм, что связано с формированием фосфоритоносной пачки в условиях более активного гидродинамического режима (фашии прибрежного моря). Выход тяжелых минералов возрастает с увеличением содержания концентрирующих фракций - 0,16-0,05 мм. В северной части зоны, более приближенной к береговой линии, ее количество составляет 10,9-20,9%, а выход тяжелой фракции - 5,6-47,1 кг/м³. К югу содержание фракции 0,16-0,05 мм возрастает до 54,3%, соответственно увеличивается и выход тяжелой фракции до 72,5 кг/м³. Наконец, в самой южной части описываемой зоны, на границе с мелководно-морскими фашиями содержа-

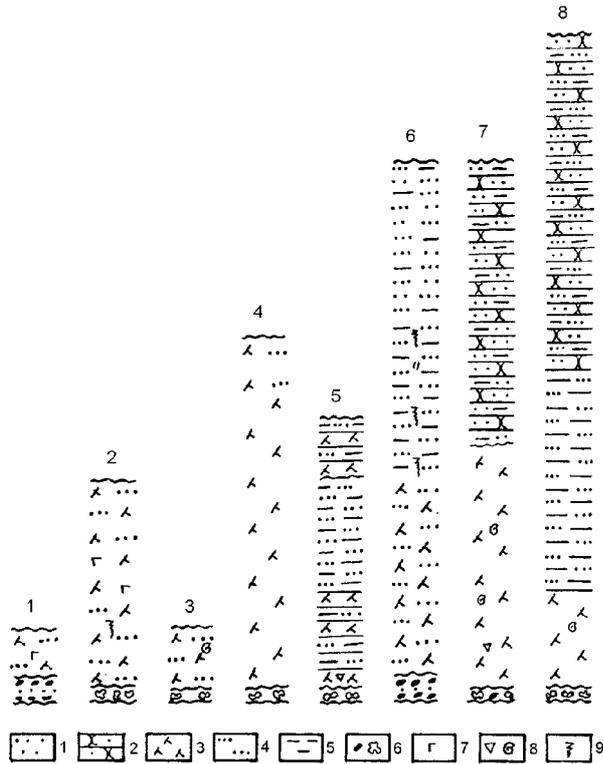


Рис. 4. Типы разрезов нижнесантонского подъяруса: 1-пески; 2-песчаники; 3-кремнистые пески, конгломераты; 4-алевриты; 5-глинистость; 6-фосфориты: а-галля, б-желваки; 7-глауконит; 8-фосфатизированные губки, фауна; 9-ходы ипороев.

ние фракции 0,16-0,05 мм увеличивается до 77,22%, а выход тяжелых минералов до 153,3 кг/м³.

Среди залегающих выше песчано-алеврито-кремнистых образований, представляющих собой отложения различных частей шельфа, выделяются 2 типа разреза - опоково-алевритовый и опоково-глинисто-песчаный (рис.4). Опоково-алевритовый тип разреза (рис.4, колонки 1-4) мощностью от 4,5 до 25 м распространен в пределах северо-восточной, западной и юго-западной частей площади развития нижнесантонской формации.

Повышенные содержания тяжелой фракции отмечаются только в единичных случаях (4-12,15кг/м³) и, таким образом, опоково-алевритовая часть формации не является продуктивной.

Опоково-глинисто-песчаный тип разреза (рис.4, колонки 5-8) мощностью 25-40 м распространен в центральной и восточной частях площади развития раннесантонской формации. Он имеет трехчленное строение: нижняя и средняя части его представлены фосфоритоносными породами ("губковый" горизонт) и опокovidными алевролитами, а верхняя - глинисто-песчаными алевролитами или глинисто-алевритовыми песками, часто переслаивающимися с песчаниками того же состава. К алевро-песчаной части формации приурочены повышенные концентрации тяжелых минералов. Они связаны с верхами раннесантонских отложений и представлены песками и переслаиванием песков и песчаников общей мощностью до 20 м. К этой же

Таблица 4
Содержание тяжелой фракции в различных гранулометрических классах
песчаных пород сантонского яруса

Содержание, кг/м ³	Фракции, %					
	>1,0	1,0-0,63	0,63-0,25	0,25-0,1	0,1-0,01	<0,01
<10	0,30	0,20	0,30	58,00	23,00	18,00
10-20	-	-	0,50	70,00	16,50	13,00
20-30	-	-	1,30	63,50	22,00	12,00
30-40	-	0,02	2,18	64,32	13,40	20,12
40-50	-	0,02	3,66	82,44	7,46	6,42
>50	-	0,04	6,13	54,11	16,30	22,81
Среднее		0,05	2,34	65,3	16,4	15,5

части приурочена титан-циркониевая россыпь - "Кирсановская" в Тамбовской области.

В песках преобладает фракция 0,25-0,1 мм (среднее содержание 65,3%) при значительном содержании алевритистой (среднее- 16,4%) и глинистой (среднее- 15,5%) фракций (табл.4). Песчаники имеют такой же состав и сцементированы кремнисто-глинистым материалом. Содержание тяжелой фракции песчаных пород колеблется в широких пределах - от 6 до 226 кг/м³, при преобладании содержания 20 кг/м³.

Резко выраженной зависимости между гранулометрическим составом и содержанием тяжелой фракции не наблюдается. Несмотря на преобладание невысоких значений тяжелой фракции, верхняя песчаная часть раннесантонского подъяруса может представлять практический интерес. В песках с высоким содержанием тяжелой фракции (более 20 кг/м³) общее содержание фракции 0,25-0,05 мм составляет 60-80%, как и было установлено ранее для апта и сеномана. Легкая фракция раннесантонских песчаных отложений состоит из кварца, глауконита, полевых шпатов, слюд и т.д. В легкой фракции присутствует и опал, придающий песчано-глинистым породам специфический "белесоватый" оттенок. Содержание кварца достигает 88%, содержание глауконита (3,5-40%), полевых шпатов - 4,5% (зн. - 11,5%), слюд - 2,1 %. Тяжелая фракция насчитывает 27 минералов, из них основными являются ильменит, лейкоксен, дистен, гранат, рутил, циркон. В тяжелой фракции отмечается присутствие аутигенных минералов: фосфорита, сидерита, пирита, лимонита.

Структурно-тектоническая обстановка, характерная для глауконитово-кремнисто-кварцевой формации раннего сантона близка к сеноманской, сформированной в альпийский тектоногенез.

Раннекампанская фосфатно-глауконитово-кварцевая формация распространена в северо-западной части Воронежской антеклизы, на стыке последней с северо-восточным крылом Днепровско-Донецкой впадины (Брянская область), где основной структурой является Брянское поднятие. Последнее пространственно совпадает с Брянским блоком кристаллического фундамента и является структурой второго порядка по отношению к Воронежской ан-



Рис.5. Фациальный профиль по линии I-I. Условные обозначения см. рис. 4.

теклизе. В его пределах выделяются локальные поднятия и впадины III-го порядка. Наиболее крупными из поднятий являются Унечское и Стародубское [21,22].

Породы, слагающие формацию, представлены песками, алевритами, мелями и мелоподобными мергелями, образовавшимися в различных частях морского бассейна - от прибрежных (песчано-алевритовые породы) до нижних частей шельфа с глубинами до 250 м ("чистый" мел) [6].

Распространение раннекампанской продуктивной толщи связано со структурами III-го порядка, где пески и алевриты тяготеют к поднятиям. На Стародубском поднятии преобладают пески (до 90%) с уменьшением мощности разреза до 4-10 м, в то время как максимальная мощность нижнекампанских отложений достигает 60 м. На склонах поднятий III-го порядка резко возрастает доля алевритовой составляющей.

В направлении Десянского прогиба на юго-восток разрез раннего кампана становится более известковистым (рис.5, скв.1158). Это особенно характерно для нижней части разреза, сопоставимой с алевритовой для всей территории Брянского поднятия. Еще далее на восток песчано-меловая фациальная зона сменяется зоной мелов.

Песчано-алевритовые породы, с которыми связаны фосфатные титан-циркониевые россыпи, тяготеют к наиболее возвышенной части поднятий. По направлению к отрицательным структурам в разрезе появляются карбонатные породы, которые далее становятся преобладающими. В Унечско-Крапивинской зоне россыпей (Унечское рудное поле) выделяются три основных типа разрезов: песчано-алевритовый, существенно алевритовый и песчаный.

Фациальная обстановка всех типов разрезов характерна для мелкого моря нормальной солёности. Активность же гидродинамического режима в бассейне изменялась как по площади, так и во времени. В пределах Унечского рудного поля выделены три фациальные зоны: алевритовая (ПАБ), песчаная (ШБ) и алеврито-песчаная (ПАБ,Б) (рис.5).

Формирование россыпей происходило в песчаных породах верхней части толщи, являющейся продуктивной и имеющей 3-х членное строение. Верхний слой (1,5-4 м), залегающий в кровле подъяруса, представлен кварцевыми мелкозернистыми песками с включениями фосфатных и темноцветных минералов. Пески хорошо отсортированы. Содер-

жание фракции 0,25-0,1 мм в среднем составляет 57,5% при колебаниях от 50 до 80%. Алевритовые фракции (0,1-0,05 мм) в среднем составляют около 25%, изменяясь от 15 до 37%. Фракций менее 0,05 мм - около 10% и представлены они в основном карбонатным материалом. Средне- и крупнозернистые фракции составляют 3-4%, их содержание увеличивается от подошвы к кровле.

Средний слой представляет собой пачку (1,5-7 м) разнозернистых, тонко-мелкозернистых и мелко-тонкозернистых песков, в которых нет преобладающей (более 50%) фракции, что свидетельствует о гораздо худшей сортировке пород этого слоя.

Нижний слой сложен тонкозернистыми песками (до 9м) с преобладающей фракцией 0,1-0,05мм, содержание которой в среднем составляет около 62%. Значительна примесь фракций 0,25-0,1 мм (до 28%). Фракций менее 0,05мм содержится 18,5% и их количество растёт сверху вниз.

Фосфатные зерна и тяжелые минералы в верхней части составляют до 0,6-6,3%, в отдельных случаях до 15%. Максимальные выходы тяжелой фракции приурочены к кровле и достигают 16,0-29,5%. С точки зрения промышленной оценки, вся песчаная часть раннекампанского разреза, сформированная в условиях переменной гидродинамической обстановки (ШБ), с содержанием тяжелой фракции более 1%, перспективна на фосфатно-титановые россыпи. В тяжелой фракции помимо фосфатных имеются терригенные минералы [3,21].

Структурно-тектонический план, характерный для продуктивной формации раннего кампана, как и для предыдущих формаций, определяется альпийским тектогенезом, наиболее контрастно проявившимся в формировании основных рудоконтролирующих структур этого периода, в частности - Брянского поднятия. Образование собственно фосфатно-титан-циркониевых россыпей связано с возникновением локальных структур более высокого порядка (Унечское поднятие), где располагается Унечско-Крапивинская зона россыпей (Унечское рудное поле). Образование же самих россыпей, а точнее аккумулятивных форм подводного рельефа (положительных и отрицательных) связано, вероятно, с подвижками еще более высоких порядков.

Отложения олигоцен-миоценовой мономиктовой кварцевой формации широко распространены вдоль северо-восточного склона Днепровско-Донецкой впадины, а также вдоль северо-западных, юго-западных и восточных районов Воронежской

антеклизы в пределах Брянской, Курской и Белгородской областей. Объем формации определяется различными авторами по разному [17]. Нами в эту формацию включены отложения полтавской серии олигоцена и средненовопетровской подсвиты миоцена (II-ой рудный пласт Высоконовского месторождения по данным Ю.А.Иосифовой [14]), залегающие выше харьковской свиты и ниже горизонта пестрых глин неогена.

Продуктивными здесь являются пески полтавской серии, наиболее детально изученные в Белгородской области И.С.Романовым [17] и В.К.Бартевым [1]. Мощность отложений полтавской серии колеблется от 8-10 до 45 м. По литолого-фациальным и другим особенностям указанные отложения возможно разделить на три горизонта: нижний, средний и верхний.

Нижний - представлен континентальными песчано-глинистыми отложениями, выполняющими обычно эрозионные понижения - долины и ложбины в рельефе подстилающих пород. Он сложен кварцевыми песками, реже глинами и каолинами. Пески неравномерно-зернистые, глинистые, косослоистые.

Средний горизонт распространен наиболее широко и представлен однородной толщей хорошо отсортированных песков с косою пологонаклонной и горизонтальной слоистостью. По составу пески мономинеральные, кварцевые. Полевые шпаты, слюды и карбонаты присутствуют в незначительных количествах. В тяжелой фракции преобладают ильменит, рутил, циркон, лейкоксен, дистен, ставролит, турмалин, монацит, анатаз и др.

Верхний горизонт, как и нижний, развит слабо. Он представлен мономинеральными кварцевыми аллювиальными, в меньшей степени аллювиально-озерными песками и песчаниками с подчиненными им глинами.

В гранулометрическом составе песков суммарное содержание фракции 0,05-0,1 и 0,1-0,25 мм составляет от 62 до 100%. Иногда в породе могут полностью отсутствовать фракции более 0,25 мм, менее 0,05 мм и даже менее 0,01 мм. Обычно смесь глинистого материала невелика (до 10%), но иногда достигает 30-35% породы. Преобладающими разновидностями, к которым приурочены повышенные концентрации тяжелых минералов, являются пески прибрежно-морских и мелководно-морских фаций со средним размером зерен 0,05-0,12 мм и сортировкой 0,05-0,18.

Пески мономинеральные, кварцевые. Другие минералы легкой фракции (полевые шпаты, слюды, карбонаты) почти отсутствуют или отмечаются в незначительных количествах. Суммарное содержание их не превышает 5%.

Количество тяжелой фракции в песках изменяется от 0,01 до 2,8%. Всего в тяжелой фракции полтавских отложений установлено свыше 40 минералов [17]. Главные россыпные минералы рудных песков представлены: ильменитом, рутилом, цирконом, лейкоксеном.

Структурно-тектонический план времени формирования олигоцен-миоценовой формации связан с альпийским тектогенезом. Основная часть формации отнесена к позднеолигоценному этапу, ознаменованному общим опусканием Днепровско-Донецкой впадины и формированием в ее пределах мелководно-морского бассейна. По мнению В.К.Бартева [1], И.С.Романова и др. [17], среднеполтавский бассейн покрывал центральную часть Днепровско-Донецкой впадины, и все прилегающие склоны Воронежской антеклизы, куда море проникло преимущественно по долинам раннеполтавских рек, образуя глубоко впадающие мелководные заливы. Береговая линия проходила по направлению Путивль-Суджа-Короча; она была относительно слабо изрезанной. В завершающий этап трансгрессии процессы абразии уступили место процессам аккумуляции. Создаются благоприятные условия для дифференциации обломочного материала. На отдельных участках, вероятно отвечающих неровностям подводного рельефа, такая дифференциация привела к образованию комплексных титан-циркониевых россыпей. В связи с недостаточной степенью изученности в настоящее время не представляется возможным связать более точный контроль со структурами II-го и III-го порядков.

С формацией олигоцен-миоценового возраста связан целый ряд выявленных россыпей и рудопроявлений, к числу которых относятся: Н.Быковское рудопроявление (Воронежская обл.), Новозыбковская россыпь (Брянская обл.), Высоконовская россыпь (Курская обл.), а также многочисленные проявления в Белгородской области (Бутовское, Яковлевское, Скородненское, Бахтеевское и др.) (рис. 1).

Формирование титан-циркониевых россыпей определяется рядом факторов: структурно-тектоническим, фациальным, палеогеографическим, стратиграфическим, эволюционным. Значение каждого из них далеко не равнозначно [20].

Структурно-тектонический фактор. Рассматриваемые титан-циркониевые россыпи обычно приурочены к районам Воронежской антеклизы, граничащим с отрицательными структурами. Так Скопинская и Волчинско-Голожоховская россыпи располагаются на границе Московской синеклизы и северо-северо-восточного склона Воронежской антеклизы - структур 1-го порядка. На их сочленении выделяется крупная структура 2-го порядка - Сухиничи-Труфаново-Скопинская зона поднятий и прогибов. В пределах этой зоны устанавливается блоковая структура 3-го порядка - Скопинско-Липецкая подзона, в которой и обнаружено подавляющее большинство продуктивных залежей. Она распадается на большое число положительных и отрицательных структур 4-го порядка.

Формирование рудных залежей Скопинского участка в барремское и аптское время происходило на склонах локальных подводных поднятий. Для Волчинско-Голожоховской россыпи выделяются три уровня структурно-палеогеоморфологического

контроля ее локализации [21]. Из выделенных уровней контроля достоверен второй, устанавливаемый на Скопинской площади.

На северо-восточном склоне Воронежской антеклизы расположено "Центральное" месторождение. Согласно распределению фаций для продуктивной толщи сеноманского возраста формирование титан-циркониевой россыпи происходило в нижних частях склонов двух вытянутых в юго-восточном направлении валов и в пологой впадине между ними [21]. В современных россыпях и в россыпях, моделированных в лабораторных условиях, тяжелые минералы так же концентрируются на склонах штормовых и подводных поднятий, сложенных песчаными породами, а также на перегибах аккумулятивных валов и их гребнях [24].

На северо-западном склоне Воронежской антеклизы, на стыке ее с Днепровско-Донецкой впадиной и Московской синеклизой, располагается Унечско-Крапивенская зона месторождений. В ее пределах на Унечском месторождении продуктивные нижнекампанские песчано-алевритовые отложения приурочены к Брянскому поднятию (структура 2-го порядка), где расположены структуры более высоких (3-го и 4-го) порядков, контролирующее распределение фосфатно-титан-циркониевых россыпей. Здесь выделяются конседиментационные Унечское, Стародубское и более мелкие поднятия и разделяющие их впадины. Анализ содержания P_2O_5 и выхода тяжелой фракции показал, что фосфатно-титан-циркониевые продуктивные образования приурочены к средним и нижним частям поднятий.

На юго-западном склоне Воронежской антеклизы Н.Н.Иконниковым выделена "Белгородская зона россыпей" олигоцен-миоценового возраста. На литолого-палеогеографических картах, построенных Ю.И.Иосифовой и др. [14] для полтавской серии, видно, что участки повышенного содержания минералов титана и циркона приурочены к локальным поднятиям в пределах прибрежной зоны. Одно из месторождений - Высоконовское непосредственно связано с Высоконовским поднятием.

Таким образом, основным условием концентрации тяжелых минералов является наличие положительных форм подводного рельефа. В большинстве своем это структуры высоких (3-го и 4-го) порядков в пределах разных склонов Воронежской антеклизы на границах с обрамляющими ее структурами.

Фациальный фактор. Принадлежность алевропесчаных пород к тем или иным фациальным обстановкам устанавливается по текстурным особенностям, гранулометрическому и минералогическому составу. Для всех продуктивных толщ характерны разные типы косой слоистости, отражающие различные гидродинамические режимы среды осадконакопления, в том числе волнения средней (ПБ) и переменной (ПАБ) активности и течения. Тип слоистости указывает на значительную роль подводных течений при формировании отложений зон ПАБ-ПБ,

к которым приурочены месторождения. Слоистость песков Волчинско-Голожиховской и Корневской россыпей отражает преимущественно колебательные движения водной среды. Следует отметить протяженность и большие размеры слоев в песках зоны (ПБ), что свидетельствует о более активной гидродинамике в прибрежно-мелководно-морской зоне при формировании этого месторождения. Типы слоистости, характерные для фациальной зоны Высоконовского месторождения, свидетельствуют об активной колебательной динамике среды, свойственной прибрежным и пляжевым условиям россыпеобразования (ПБВ).

Повышение концентрации тяжелых минералов связано с хорошо отсортированными мелкозернистыми алевритистыми, слабглинистыми песками, где содержание фракции 0,25-0,05 мм составляет 60-80% при преобладании фракции 0,16-0,1 мм (40-60%) и 0,1-0,05 мм (25-40%). Размер основных полезных минералов (ильменита, рутила, циркона) 0,1-0,074 и 0,074-0,043 мм, что соответствует в 1,7 раза большим по размеру зернам кварца. Следовательно, основной рудоконцентрирующей является фракция 0,25-0,05 мм. При увеличении содержания фракций более 0,25 мм или менее 0,05 мм до 20-30% происходит резкое уменьшение общего содержания тяжелой фракции. Многократные перемывы и шлихование песков на неровном рельефе прибрежной зоны и мелководного шельфа - одно из главных условий накопления тяжелых минералов. В противном случае пески такого же гранулометрического состава нерудоносны.

Таким образом, формирование россыпей шло в разных частях мелководно-морского бассейна. Минеральный состав продуктивных формаций различен: мономиктовыми кварцевыми песками сложены продуктивные отложения баррем-аптской и полтавской формаций, глауконитово-кварцевыми - сеноманской и нижнесантонской, глауконитово-кварцево-фосфатная формация характерна для нижнекампанских отложений.

Вблизи береговой линии, в прибрежно-пляжевых условиях, формировалась своеобразная по минеральному составу Высоконовская россыпь. Волчинско-Голожиховская россыпь также образовалась в прибрежной и мелководно-морской зоне, тяготеющей к берегу. Скопинские россыпи - на некотором удалении от берега. В нижних частях шельфа формировались Центральная, Кирсановская и Унечская россыпи. Анализируя значение фациального фактора, следует отметить следующие критерии поисков повышенных концентраций тяжелых минералов в песках: наличие прибрежных и мелководно-морских фаций с переменной и средней гидродинамической активностью водной среды; преобладание в песках фракций 0,25-0,05 мм; приуроченность отложений к нижним частям шельфа, в том числе "фосфатного". Но эти критерии не имеют первостепенного значения при отсутствии хорошо выраженных положительных форм подводного рельефа или

пляжной зоны. Одно из основных условий шлихования тяжелых минералов - многократный и длительный перемыв песков при устойчивой береговой линии.

Палеогеографический фактор. Формирование титан-циркониевых россыпей мела и палеогена происходило в разных частях шельфа за счет перемыва и шлихования алевро-песчаного материала. Титан-циркониевые россыпи относятся к россыпям дальнего переноса. Источниками сноса для них в мезокайнозой служили более древние осадочные палеозой-мезозойские породы Воронежской антеклизы и расположенные севернее территории Балтийского щита, Московской синеклизы и Волго-Уральской антеклизы.

Использование палеогеографического фактора в нашем случае имеет некоторые особенности. Для титан-циркониевых россыпей важно не только расстояние от источников сноса, но и степень зрелости размываемых и транспортируемых в мел-палеогеновые бассейны пород. Она была высокой для слагающих области питания юрских и палеозойских отложений. Другая особенность определяется трудностью выявления положения береговой линии, вблизи которой могли формироваться россыпи. Для аптских отложений установлены участки развития континентальных дельтовых и морских образований, поэтому возможно выделение зоны мелководных отложений севернее широты г. Липецка, где могли формироваться россыпи. Более или менее достоверно установлено положение береговой линии для продуктивных толщ полтавской серии, где также выявлены россыпи и определена их фациальная прибрежно-морская пляжная принадлежность. Использование палеогеографического фактора при прогнозе титан-циркониевых россыпей в остальных случаях применимо только для регионального обзора (выявление прибрежно-морских, мелководных и относительно глубоководных фациальных обстановок).

Стратиграфический фактор. Повышенные концентрации тяжелых минералов и россыпей в мезокайнозой Воронежской антеклизы отмечаются в отложениях барремского, аптского, сеноманского, сантонского и кампанского ярусов меловой системы и полтавской серии олигоцен-миоценового возраста. Определение возраста россыпей произведено с точностью до подъярусов (нижнеаптский, нижнесантонский, нижнекампанский).

Вместе с тем возраст продуктивных толщ в объеме ярусов и подъярусов охватывает слишком широкий диапазон различных стадий россыпеобразования. Поэтому значение стратиграфического фактора возможно при детализации существующих стратиграфических схем с выделением свит, подсвит, горизонтов и т.д. внутри ярусов или подъярусов. Так, для продуктивных отложений нижнекампанского подъяруса определен возраст нижней алевро-песчано-карбонатной толщи в объеме унечской свиты. Для продуктивной толщи полтавской

серии Воронежской антеклизы Ю.И.Иосифовой с точностью до подсвиты определен возраст рудных пластов и Высоконовской дистен-циркон-рутиловой россыпи [14].

Таким образом, роль стратиграфии в факторном анализе сводится к выявлению узких временных интервалов, отвечающих времени образования рудных пластов и россыпей с выделением свит, подсвит, биостратиграфических зон в пределах ярусов, подъярусов и серий.

Эволюционный фактор. Анализ минерального и петрографического состава фанерозойских россыпей показывает приуроченность их к вулканогенным и различным осадочным формациям эволюционирующим в пространстве и во времени (табл.1). Для меловой эпохи характерно смещение россыпеобразования от пляжной зоны к низам шельфа, а для полтавской - снова возвращение в пляжную зону. В эпохи трансгрессий часть россыпей связана с прибрежно-морскими фациями. Для регрессий характерна локализация россыпей в мелководно-морской зоне и в разных частях фосфатного шельфа. Это влияет на минеральный состав россыпей и количественные взаимоотношения минералов. Изменение состава может быть связано также со сменой источников сноса и составом размываемых пород.

Сравнение средних содержаний основных минералов тяжелой фракции в разновозрастных песках показывает их близкие значения. Вместе с тем, в некоторых палеогеновых россыпях отмечаются более высокие содержания рутила и циркона, а в песках Высоконовского месторождения первый преобладает среди минералов тяжелой фракции. В пляжных песках, к которым относятся аптские и полтавские россыпи, наблюдаются пониженные количества эпидота и граната и повышенные содержания метаморфических минералов - дистена, ставролита, силлиманита.

Анализ основных факторов формирования россыпей показывает ведущую роль фациального и структурно-тектонического. Эволюционный фактор сказывается на изменении во времени и пространстве локализации и состава россыпей. Прогноз потенциально рудоносных площадей основан на выборе оптимальных сочетаний формационного метода и факторного анализа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бартенев В.К. Литология и полезные ископаемые палеогена Воронежской антеклизы: Автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. - Воронеж, 1999. - 24 с.
2. Беляев В.И. Фосфоритность альб-сантонских отложений северо-востока Воронежской антеклизы (в пределах междуречья Цны и Вороны): Автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. - Воронеж, 1970. - 28 с.
3. Беляев В.А., Иванов Д.А. Вещественный состав и особенности генезиса продуктивных отложений нижнекампанского подъяруса Брянской области // Вестн. Воронеж. ун-та. Сер. геол. - 1995. - Вып. 1. - С. 104-114.

4. Блинов В.А., Калюжная С.Н. Закономерности размещения комплексных титан-циркониевых россыпей в мезозойско-кайнозойских отложениях // Литология и полезн. ископаемые. - 1964. - № 6. - С. 19-26.
5. Блинов В.А., Дюбюк К.А. Титаноносность Русской платформы // Россыпные месторождения титана СССР. - М., 1976. - С. 41-82.
6. Бурькин В.Н. Литология верхнемеловых отложений юго-востока Воронежской антеклизы: Автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. - Воронеж, 1998. - 28с.
7. Быков И.Н., Канцеров В.А. Новые данные о строении вулканогенных образований ястребовского горизонта на юге Воронежской области // Литология и стратиграфия осадочного чехла Воронежской антеклизы. Воронеж, 1974. - С.40-41.
8. Гурвич С.И., Болотов А.М. Титано-циркониевые россыпи Русской платформы и вопросы их поисков. - М., 1968. -185с.
9. Дмитриев В.П., Секретарев И.Е., Иконников Н.Н. Минеральные типы россыпей на Русской плите и их размещение в осадочном чехле // Тез. докл. VIII междунар. совещ. по геологии россыпей. -Киев, 1987. -С.249-251.
10. Древние и погребенные россыпи СССР., Изд-во "Наукова думка", Киев, 1977, ч.1,II, - 196 с
11. Иконников Н.Н. Россыпные продуктивные формации осадочного чехла Русской плиты // Тез. докл. VIII междунар. совещ. по геологии россыпей. - Киев, 1987. - С.240-241.
12. Иконников Н.Н., Мефиц Я.Г., Осауленко О.В. и др. Фосфатные пески нижнекампанского подъяруса - новый тип комплексных россыпей на юге Русской платформы // Тез. докл. VIII междунар. совещ. по геологии россыпей. - Киев, 1987. - С. 259-261.
13. Иконников Н.Н., Осипов А.П. Перспективы выявления титан-циркониевых россыпей в центральной части Восточно-Европейской платформы // Перспективы расширения минерально-сырьевой базы центральных районов РСФСР. - М., - 1989. -С.53-57.
14. Иосифова Ю.И., Маклина М.Х., Олферьев А.Г. Значение стратиграфического изучения осадочного чехла для регионального и локального прогноза // Перспективы расширения минерально-сырьевой базы центральных районов РСФСР. -М., -1989. - С. 81-89.
15. Орлов В.П., Иконников Н.Н. Фосфатные титан-циркониевые россыпи на Русской плите // Разведка и охрана недр. -1993. - №3. - С. 5-7.
16. Петрова З.Н., Иконников Н.Н., Яхонтова Л.К. Геолого-минералогическая характеристика Волчинской россыпи // Вестн. МГУ. Сер. 4. Геология. - 1978. - №5. - С.78-82.
17. Романов И.С., Романова Л.А., Кузнецов А.П. Изучение минералогии и лито-фациальных особенностей песков полтавской серии Белгородской области.- Киев, 1978, -С.139.
18. Россыпные месторождения России и других стран СНГ / Н.Г.Патык-Кара, Б.И.Беневольский, Л.З.Быховский и др. - М., 1997. -479 с.
19. Россыпные месторождения титана СССР. - М., 1976. -285 с.
20. Савко А.Д., Беляев В.И., Бартенев В.К. Основные факторы формирования титан-циркониевых россыпей // Сов. геология. - 1992. - №3. -С. 21-28.
21. Савко А.Д. и др. Титан-циркониевые россыпи Центрально-Черноземного района. - Воронеж, 1995. -148с.
22. Савко А.Д., Беляев В.И., Мануковский С.В. Фосфориты Центрально-Черноземного района. -Воронеж, 1994. -182 с.
23. Секретарев И.Е., Китаев В.В. Новые данные о геологическом строении Центрального титан-циркониевого месторождения и технологическая оценка его руд // Экспресс-информ. ВИЭМС. - 1971. -Вып. 3. - 43 с.
24. Секретарев И.Е. Титано-циркониевые меловые россыпи северо-восточной части Воронежской антеклизы // Процессы образования россыпей в береговых зонах древних и современных морей и океанов. - Рига, 1997. - С. 149-151.
25. Хожайнов Н.П. Литология терригенных толщ палеозоя и мезозоя Воронежской антеклизы и проблемы их рудоносности: Дис. ... д-ра геол.-минерал. наук. - Воронеж, 1970. - 360 с.
26. Хожайнов Н.П., Беляев В.И. Закономерности терригенного осадконакопления и россыпеобразования в сеномане на северо-восточном склоне Воронежской антеклизы // Вопросы геологии и полезные ископаемые Воронежской антеклизы. - Воронеж, 1970. - С. 42-64.
27. Хожайнов Н.П., Беляев В.И. Литология сеноманского яруса и закономерности концентрации тяжелых минералов в песчано-алевритовых породах северо-восточного склона Воронежской антеклизы // Сов. геология. - 1969. - № 3. - С. 13-25.
28. Хожайнов Н.П., Беляев В.И. Литолого-фациальные особенности песчаных толщ сеномана и сантона северо-восточного склона Воронежской антеклизы в связи с локализацией цирконий-титановых россыпей // Методы металлогенических исследований центральных районов Русской платформы. - М., 1976. - С. 179-186.
29. Хожайнов Н.П., Беляев В.И. Титан-циркониевые россыпи // Полезные ископаемые Воронежской антеклизы. - Воронеж, - 1989. - С 135-149.
30. Шатский Н.С. Геологические формации и осадочные полезные ископаемые. Избр. труды. Т.III. -М., 1965. -С. 7-13, 52-137.