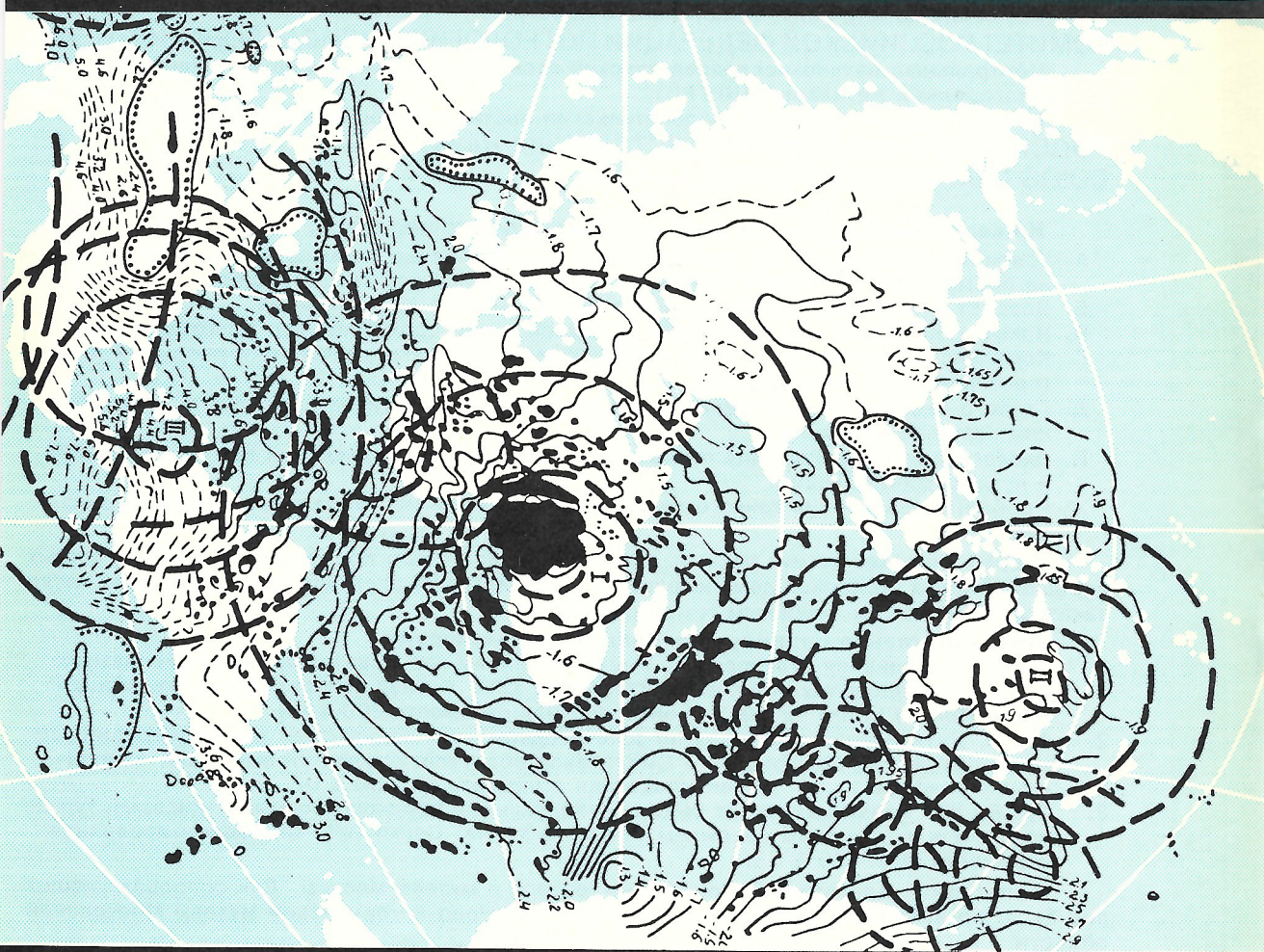


ISSN 0869-7175

Отечественная ГЕОЛОГИЯ



7/1996

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ
КОЛЬЦЕВЫЕ СТРУКТУРЫ И НЕФТЕГАЗОПОИСК
ГРАНИТОИДНЫЕ ФОРМАЦИИ И
РУДЫ РЕДКИХ МЕТАЛЛОВ

Отечественная ГЕОЛОГИЯ

Ежемесячный научный журнал

Основан в марте 1933 года

7/1996

Учредители:

Комитет по геологии
и использованию недр РФ
Российское геологическое общество
Центральный
научно-исследовательский
геологоразведочный институт
цветных и благородных металлов

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор А. И. Кривцов

Бюро: И. Ф. Глумов, Р. В. Добровольская (зам. главного редактора),
В. А. Ерхов, В. И. Казанский, А. А. Кременецкий, Г. А. Машковцев,
Н. В. Милетенко, Л. В. Оганесян (зам. главного редактора), М. В. Ро-
гачева (отв. секретарь), А. Ю. Розанов, Г. В. Ручкин (зам. главного
редактора), Б. А. Соколов, В. И. Старостин, А. А. Шпак, А. Д. Щеглов
(председатель редсовета)

Редсовет: А. Н. Барышев, Э. К. Буренков, В. С. Быкадоров, Г. С. Вартанян,
Н. Н. Ведерников, И. С. Грамберг, А. Н. Еремеев, А. И. Жамойда, А. Н. Золо-
тов, А. Б. Каждан, М. М. Константинов, Т. Н. Корень, Л. И. Красный,
Н. К. Курбанов, Н. В. Межеловский, И. Ф. Мигачев, В. М. Питерский,
В. Ф. Рогов, Е. И. Семенов, В. В. Семенович, В. С. Сурков, В. Я. Ярмолюк

МОСКВА

ОРГАНИЗАЦИЯ, УПРАВЛЕНИЕ, ЭКОНОМИКА, НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ		РУДНЫЕ И НЕРУДНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ	
<i>Зайченко В.Ю.</i> Геологические информационные ресурсы — понятия и определения		3	<i>Лядский П.В., Балдин В.Ф.*</i> Оценка перспективности зон рудной минерализации по содержаниям элементов-примесей в пиритах
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВЫЕ РЕСУРСЫ			34
<i>Баранов В.К., Галимов А.Г.*</i> Литологические критерии нефтеносности верхнедевонских отложений юга Оренбургской области		11	ЛИТОЛОГИЯ, ПЕТРОЛОГИЯ, МИНЕРАЛОГИЯ, ГЕОХИМИЯ
<i>Соколов А.Г.*</i> Способ оценки структур раннекаменноугольного возраста		17	<i>Бескин С.М., Жабин А.Г., Кудрявцев Ю.К., Филатов Е.И.</i> Использование петрохимических и геохимических особенностей гранитоидных формаций при прогнозе редкометалльного оруденения
<i>Пантелеев А.С., Малиновский И.Н., Гришин Е.С.*</i> Методика оценки активных запасов водонефтяных зон		20	39
<i>Жуков И.М., Яхимович Н.Н.*</i> Концентрические (кольцевые) дислокации и поиски нефти и газа		22	<i>Зиновьев В.Б.*</i> Перспективы развития геохимических поисков углеводородов
СТРАТИГРАФИЯ, РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ И ТЕКТНИКА			48
<i>Яхимович Н.Н.*</i> Геодинамика Соль-Илецкого тектонического выступа на юго-востоке Русской платформы		24	<i>Балдин В.Ф.*</i> Литолого-фациальные особенности отложений черноморского горизонта эйфельского яруса
<i>Макарова С.П., Яхимович Н.Н.*</i> О стратиграфических несогласиях в девонских отложениях в области сочленения Русской плиты, Прикаспийской впадины и Предуралья краевого прогиба		32	52
			ГИДРОГЕОЛОГИЯ, ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ
			<i>Луговая Т.А.*</i> Формирование химического состава подземных вод верхней гидродинамической зоны юго-востока Русской плиты
			53
			РЕЦЕНЗИИ
			<i>Кривцов А.И.</i> Картографические основы анализа геологического развития и нефтегазоносности Сибири
			56
			<i>Старицкий Ю.Г.</i> О формационных рядах чехла Русской платформы
			57
			К 90-летию Ивана Ивановича Краснова
			57
			К 80-летию Давида Иосифовича Горжевского
			59
			К 70-летию Виктора Семеновича Суркова
			60

* Статьи подготовлены в целевой номер «Минерально-сырьевые ресурсы Оренбургской области»

Редакция: Р.В. Добровольская, Г.В. Вавилова, М.В. Рогачева

Сдано в набор 18.03.96. Подписано в печать 25.05.96. Формат 70×108/8. Бумага мелованная. Печать офсетная. Тираж 1000 экз.

Адрес редакции: 113545, Москва, Варшавское шоссе, 1296.
Телефон: 315-28-47

Отпечатано Государственным картографо-геодезическим предприятием «Поликарт»

Геологические информационные ресурсы — понятия и определения

В.Ю.ЗАЙЧЕНКО (ВНИИГеосистем)

В связи с выходом Закона Российской Федерации «Об информации, информатизации и защите информации» от 20 февраля 1995 г. № 24-ФЗ были законодательно закреплены некоторые термины, используемые в теории информатики, что является знаменательным событием, но требующим упорядочения понятий и определений, применяемых в прикладных областях знаний.

В геологии широко используются такие термины как *геологическая информация*, *геологические информационные ресурсы*, *геологические информационные технологии*, *банки данных*, *информационные системы* и т.д., определения которых стали формироваться лишь в последнее время [2, 7, 9, 12]. Это обстоятельство предопределило различное толкование данных терминов и как следствие субъективное изложение их понятий и определений в научно-технической литературе и официальных документах. В результате настоятельной необходимостью настоящего времени стала систематизация применяющихся в геоинформатике терминов, а также научное обоснование их определений, способствующее упорядочению лексики субъектов, использующих и создающих информационные ресурсы и телекоммуникационные системы при геологическом изучении и использовании недр.

Прежде чем приступить к рассмотрению отдельных геологических информационных терминов напомним, что согласно [7, 9]: *понятие* — это форма мышления, отражающая существенные свойства, связи и отношения предметов и явлений; *определение* — это установление смысла незнакомого термина (слова) с помощью терминов (слов) знакомых и уже осмысленных. Данные определения мы привели не случайно, т. к. многие, к сожалению, их понимают по-разному, что создает определенные трудности в общении специалистов геологической отрасли.

Форма мышления присуща индивидууму и является субъективной, динамичной и переменной, а определения — это отработанный многими индивидуумами смысл того или иного термина, который на данную эпоху развития стабилен, статичен и до некоторой степени нормативен. Из этих положений мы и будем исходить в дальнейшем.

Информация. В настоящее время бытуют различные *понятия* термина *информация*, которые значительно расходятся по семан-

тике. Вместе с тем, уже имеются научные и прикладные *определения* данного термина. Приведем некоторые из них. Так, в соответствии с Законом «Об информации, ...»: *информация — это сведения о лицах, предметах, фактах, событиях, явлениях и процессах независимо от формы их представления*. Необходимо обратить внимание на словосочетание: *сведения ... независимо от формы их представления*, т.е. сведения (информация) могут быть зафиксированы, извлекаться, накапливаться и передаваться в языковой или иных формах и функционировать в пространстве и времени. Такая трактовка данного словосочетания позволяет вложить самое широкое понятие в определение данного термина *Информация*. Для геоинформатики, как будет показано ниже, это имеет особое значение. В научной литературе имеются и другие определения. Так, согласно [14], *Информация* — есть сырой материал и состоит из простого собрания данных, тогда как знание предполагает некоторое размышление и рассуждение, организуемое данные путем их сравнения и классификации. Вместе с тем, авторы отмечают, что такое понятие информации весьма ограниченное, но вполне достаточное для обоснования следующих терминов.

Научная информация — это получаемая в процессе познания логическая информация, которая адекватно отображает закономерности объективного мира и используется в общеисторической практике. Наряду с тем, что научной может быть только информация, получаемая в процессе познания закономерностей объективной действительности, они подчеркивают, что основу процесса познания составляет практика, производственная деятельность людей. К практике относятся материальное производство, научный эксперимент и т.д., т.е. все виды активной деятельности людей по преобразованию природы и общества. Существенным замечанием является так же и то, что не всякая информация, получаемая в процессе познания внешнего мира — есть научная информация. А.И.Жигарев и другие [5] утверждают, что: информация — это сообщение о состоянии и свойствах объекта, явления, процесса. Имеются и иные авторские трактовки данного термина.

Трансформация понятия термина *информация* во времени приведена в [17]. Информация — (от латинского *informatic* — раз-

яснение, изложение) первоначально — сведения, передаваемые людьми устным, письменным или другим способом; с середины XX в. — общенаучное понятие, включающее обмен сведениями между людьми, человеком и автоматом, автоматом и автоматом, обмен сигналами в животном и растительном мире, передача признаков от клетки к клетке, от организма к организму (генетическая информация); одно из основных понятий кибернетики.

Это подтверждает вывод, сделанный нами по сути понятия термина информация, приведенного в Законе «Об информации, ...». Он также согласуется и с философским понятием информации в материалистической интерпретации, которая исходит из первичной материальной информации по отношению к идеальной и ее глубокой связи с отражением, как формы отражения, связанной с самоуправляемыми системами, и как аспекта стороны отражения, которая может передаваться и объективизироваться [19]. Таким образом, определение термина *информация*, приведенного в Законе «Об информации, ...», с учетом указанных разъяснений может использоваться в практической деятельности в различных областях естествознания. Данный нормативный документ содержит определение и второго немаловажного термина — *документированная информация*, который определяет категорию материальности информации. *Документированная информация (документ) — это зафиксированная на материальном носителе информация с реквизитами, позволяющими ее идентифицировать*. Введение термина *документированная информация* в этом случае является необходимостью фиксации формы существования информации наряду с другими видами, имеющимися в природе. Их можно объединить под общим названием *недокументированная информация* в том понимании, что она не имеет реквизитов. Напомним, что *реквизиты* — это данные, которые должны быть в акте или ином документе для признания его действительным, а *идентификация* — это признание тождественности или опознавание [17]. В данном случае к недокументированной информации можно отнести: наскальные рисунки, отпечатки древней фауны и флоры, память горных пород (одной из разновидностей которой является палеомагнетизм), генную информацию, сигнальный обмен, фиксацию генетических и постгенетических процессов в горных породах и многое другое. Оба указанных вида информации объединяют *материальность* носителей информации и единство законов отражения и обращения [17].

Геологическая информация. Термин состоит из двух слов, значение которых различно, а в сочетании друг с другом определяет целевую направленность информации, т.е. определяет ее специализацию. Термин

геологическая информация введен в практику общения сравнительно недавно, в связи с чем многие авторы опубликованных работ вкладывают в его определения различные понятия. Приведем некоторые из них:

геологическая информация — это единственный неубывающий вид ресурсов геологоразведочной деятельности, как, впрочем и любой другой человеческой деятельности. Основа получения информации — измерение и наблюдение [12];

к *геологической информации* о недрах относятся сведения (данные) о геологическом строении и истории развития недр, составе, свойствах и условиях залегания горных пород, подземных вод, полезных ископаемых и других геологических образований, о геофизических и геохимических полях и процессах, протекающих в недрах, а также о способах и результатах изучения и использования недр и извлекаемых из них продуктов;*

геологическая информация — это получаемая в процессе познания строения Земли, ее происхождения и развития логическая информация, адекватно отражающая закономерности объективного мира и использующаяся в науке и практике [9].

Как видно, авторы вольно или невольно связывают геологическую информацию с недрами Земли как основного предмета изучения. Отсюда, очевидно, проистекают и неточности в определении данного термина, и различия в его понимании. Геологическая информация, как и другая видовая информация, имеет предметную и целевую направленность.

Науки, изучающие строение Земли, ее происхождение и развитие, объединены в раздел «Науки о Земле» в который входят геология, геофизика, геохимия, геодезия (картография) и география [3]. Каждая из перечисленных наук рассматривает большой круг проблем, в т.ч. и не связанных со строением Земли. Поэтому сведения геологического содержания должны относиться к предмету изучения, так как геологическая информация присуща всем геологическим образованиям (геологическим телам) независимо от мест их существования — в Солнечной планетарной системе или в других галактиках, в связи с чем термин *геологическая информация* нуждается в более широком определении, понятие которого отражало бы уровень познания окружающего нас мира на текущий момент времени. Изложенное позволяет дать определение данному термину: *Геологическая информация — это сведения, получаемые в процессе познания геологических образований, адек-*

* Временное положение о порядке хранения, использования и передаче информации о недрах, полученной за счет государственных средств Роскомнедра, 1994

ватно отражающие процессы и явления материального мира.

Геологическая информация о недрах. Целевая направленность геологической информации в данном случае связывается с недрами. Как правило, под недрами понимают недра Земли, хотя это, как было показано, некорректно. Поэтому правильно было бы при употреблении данного термина указывать предметную принадлежность недр, например: *Геологическая информация о недрах Луны, Геологическая информация о недрах Земли* и т.д. Дело в том, что понятие термина *недра* также имеет различное толкование. Что касается Земли, то целевая направленность термина *недра* определена в Законе РФ «О недрах».*

Согласно этому Закону, *часть земной коры, расположенной ниже почвенного слоя, а при его отсутствии — ниже земной поверхности и дна водоемов и водотоков, простирающейся до глубин, доступных для геологического изучения и освоения.* Как видно, данное определение имеет не только предметную направленность, но и целевую — для изучения и освоения определенного объема геологических образований. Целевая направленность геологической информации о недрах предполагает использование ее не только для научных целей, но и практических. В этом случае она должна удовлетворять требованиям отрасли науки о Земле — геологии, призванной заниматься изучением эндогенных процессов. При этом явления должны получать не только качественную, но и количественную оценку [3].

Изложенное позволяет дать следующее определение термину: *Геологическая информация о недрах Земли — это сведения, получаемые при изучении эндогенных процессов и явлений в геологических образованиях до глубин, доступных для освоения.*

Информационные ресурсы. Ресурсы (в переводе с французского — вспомогательное средство) — это деньги, средства, ценности, *запасы, возможности, источники средств, доходов, например, природные ресурсы, экономические ресурсы* [17].

Определение понятия *информационных ресурсов* приведено в Законе РФ «Об информации, информатизации и защите информации» от 20 февраля 1995 г., где сказано: *информационные ресурсы — это отдельные документы и отдельные массивы документов, документы и массивы документов в информационных системах (библиотеках, архивах, фондах, банках данных, других информационных системах)* [3]. Как видно, данный термин в такой редакции не раскрывает полного значения ресурсов как понятия, которое включает не только конкретные запасы — деньги, средства, ценно-

сти, но и потенциальные возможности пополнения запасов — источники средств, доходы и т.д.

В геологии термин *ресурсы* обычно связывают с минеральным сырьем, водными и другими материальными запасами и потенциальными возможностями их пополнения. *Запасы полезных ископаемых — это: количество минерального сырья в недрах Земли или на ее поверхности, определяемое по данным геологической разведки.* Определяются в весовом или в объемном исчислении [3], а потенциальные возможности — *это ресурсы, которые еще нужно перевести в запасы путем дополнительного изучения недр.* Если эти понятия перенести на область информатики, то в общем виде *информационные ресурсы* можно представить как *запасы и потенциальные возможности природы по созданию и накоплению информации за определенный отрезок времени.* Если запасы можно представить в виде уже накопленных человечеством данных и знаний, закрепленных на материальных носителях, в том числе и в памяти живущих субъектов, то потенциальные возможности можно представить как ресурсы, которые существуют, но еще не переведены в запасы из-за определенного уровня нашего развития или отсутствия потребности. В этом, на наш взгляд, заключается принципиальное отличие термина *ресурсы* в области информатики от понятия аналогичного термина в других областях знаний.

Информационные ресурсы статичны и одновременно динамичны, так как представляют собой часть информационного пространства, постоянно изменяющегося во времени независимо от деятельности общественных формаций [6]. С учетом изложенного можно утверждать, что определение термина *информационные ресурсы*, примененное в Законе «Об информации, ...», относится к массивам документированной информации, т.е. статических сведений, зафиксированных на материальных носителях, имеющих реквизиты и хранящихся в архивах фонда, библиотеках и других массивах информационных систем. При наличии недокументированной информации, определение термина *информационные ресурсы* следует принимать в уже изложенной редакции. Применительно к геологии их в общем виде можно назвать *геологические информационные ресурсы*, а применительно к толще земной коры, подлежащей изучению и использованию — *геологические информационные ресурсы недр.*

Геологические информационные ресурсы (геоинформационные ресурсы). Выше было показано, что геологическая информация — это сведения, получаемые в процессе изучения геологических образований. Значит геологические образования являются основным источником информации, которая подразделяется на уже извлеченную и за-

* Закон РФ «О недрах» от 03.03.95 г. № 27-ФЗ
Сб. законодательных нормативных актов о недрах.
Вып. 4, 1995

фиксируемую на материальных носителях (бумага, магнитная лента, фотография и др.) с указанием реквизитов (документированная информация); на извлеченную, но зафиксированную только в памяти живущих специалистов, являющихся также материальными носителями, но не имеющих реквизитов (недокументированная информация), и на неизвлеченную — потенциальную, которая существует, но не извлечена из геологических образований из-за отсутствия необходимости или отсутствия знаний для ее извлечения. Эта часть также может быть отнесена к недокументированной информации, так как она существует независимо от субъектов в силу своей материальности. Разница заключается только в том, что данная информация зафиксирована в форме отличной от принятой человеком при составлении обычных документов. Например, генетические и постгенетические процессы наложили четко фиксированные отпечатки на геологические образования, которые специалисты пытаются расшифровать путем изучения закономерностей изменения физических и геологических параметров (пористости, плотности, степени метаморфизма и т.д.), на образцах (кернах) или в обнажениях современных геологических образований, используя собственный аппарат (технологии) познания. Следуя данной логике, термину *геоинформационные ресурсы* можно дать следующее определение: *это сведения в информационных системах различного вида, адекватно отражающие процессы и явления в геологических образованиях*. Согласно Закону «Об информации ...», под информационными системами следует понимать не только организационно упорядоченную совокупность документов (массивов документов) и информационных технологий, в том числе с использованием вычислительной техники и связи реализующих информационные процессы, что присуще только библиотекам, архивам, фондам, банкам данных и другим видам хранилищ документированной документации, но и как совокупности источников информации, средств сбора, передачи, обработки и ее хранения, находящихся в прямых и обратных связях друг с другом. Недокументированная информация хранится, функционирует и видоизменяется в природных информационных системах, к которым относится и человек, а также в искусственно созданных хранилищах источников информации, таких как кернохранилища, минералогические и палеонтологические музеи, коллекции минералов и шлифов и т.д.

Геоинформационные ресурсы недр. Как было показано, информация может иметь предметную и целевую направленность, что должно учитываться при формировании понятий и разработке определений терминов. В данном случае предметной направленностью геоинформационных ресурсов являют-

ся недра, что должно быть отражено в формулировке определения рассматриваемого термина. С учетом доказательств термину *геоинформационные ресурсы недр* можно дать следующее определение — *это сведения, находящиеся в информационных системах различного вида, адекватно отражающие эндогенные процессы и явления в геологических образованиях до глубин, доступных для освоения*.

Информационные ресурсы находятся в информационных системах различного вида, которые подразделяются на природные и искусственно созданные. Если исходить из определения, что система (от греческого *systema* — целое, составленное из частей; соединение) — это множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, образующих определенную целостность, единство, то определение, приведенное в Законе «Об информации, ...» в редакции: *Информационная система — это организационная упорядоченная совокупность документов (массивов документов) и информационных технологий, в том числе с использованием средств вычислительной техники и связи, реализующих информационные процессы*, относится исключительно к искусственно созданным системам, а не к природным, которые имеют существенные отличия.

Информационные системы содержат базу данных как неотъемлемый элемент, с которой идет общение в процессе обращения пользователей, а также ее пополнение по мере накопления новых сведений. В связи с бурным развитием компьютерных информационных систем появились такие термины, как *база данных*, *база знаний*, *банк данных* и другие, которые пользователями трактуются по-разному, а их определения еще неустоявшиеся. Приведем некоторые из них, взятые из официальных опубликованных источников.

База данных (БД) — это совокупность организованных с помощью логических связей данных, хранящихся в основном на магнитных дисках и управляемых с помощью программной системы управления базой данных СУБД [5].

База данных (data base) — совокупность данных, организованных по определенным правилам, предусматривающим общие принципы описания, хранения и манипулирования данными, независимая от прикладных программ СТ ИСО 2382/4-87 [15].

База данных — упорядоченная совокупность данных, предназначенных для хранения, накопления и обработки с помощью ЭВМ [20].

База данных — совокупность записей различного типа, содержащая перекрестные ссылки, или иначе — это совокупность экземпляров различных типов записей и отношений между записями, элементами, агрегатами [12].

Банк данных — большая информационно-поисковая система, предназначенная для накопления и многократного использования данных, передаваемых как ответ на запрос по линии связи [5].

Банк данных (data bank) — набор данных, относящихся к данному предмету и организованный так, чтобы к нему могли обращаться пользователи СТ ИСО 2382/4-87 [15].

Приведенные определения одного и того же термина в некоторой степени некорректны и несколько противоречивы. Для того чтобы сформулировать общие определения достаточно распространенных в наше время терминов, необходимо обратиться к устоявшимся определениям отдельных слов, составляющих их название. Согласно энциклопедическим определениям:

База (от греческого basis) — это: 1) основание, основа чего-либо; 2) склад.

База (base) — 1) основные данные или элементы; 2) основание системы счисления [15].

Данные — факты и идеи, поданные в формализованном виде, в результате чего их можно передавать или обрабатывать с помощью определенных процессов (и соответствующих технических средств) [20].

Данные (data) — факты, понятия или команды, представленные в формализованном виде, позволяющем передачу, интерпретацию или обработку, как вручную, так и с помощью средств автоматизации СТ ИСО 2382/1-84 [15].

Банк (от итальянского banco — скамья, лавка менялы) — это учреждения, аккумулирующие денежные средства и накопления, предоставляющие кредит, осуществляющие денежные расчеты, учет векселей и т.д. [17].

Банк (bank) — совокупность однотипных элементов, средств или устройств, взаимосоединенных и совместно используемых [15].

Банки — целостные системы, состоящие из относительно самостоятельных подразделений (контор, отделений, агенств). Они являются подсистемами управления народным хозяйством, межотраслевыми функциональными органами управления [16]. Как видно, даже общепонятные определения терминов *база* и *банк* различаются по сути достаточно кардинально, что требует их корректного использования применительно к конкретным объектам накопления — данным, финансовым средствам, информации, знаниям и т.д. Применительно к геоинформации их необходимо трактовать в следующем понимании: *база* — это совокупность данных, содержащихся в документированной и не документированной информации, составляющих *базис (основу)* для познаний геологических процессов и явлений. При такой трактовке «база данных» представляется не как склад, хранилище, а как

основа (базис) фактических и потенциальных возможностей для познания окружающего мира, а применительно к геологии — геологических образований, процессов и явлений. В таком понимании — термин «база данных» в большей степени отвечает своему понятийному содержанию.

Исходя из частных определений понятия термина *банк*, которые были приведены, применительно к информатике его можно трактовать более широко, если использовать вошедшие в него такие ключевые слова, как *учреждения; аккумулирующие накопления, предоставляющие (что-то); осуществляющие (что-то)*. Тогда определение термина *банк данных* можно представить в следующем виде: *банк данных — это организационно и технически оформленные места или устройства, аккумулирующие и хранящие формализованные информационные данные, представляющие определенные услуги потребителям и осуществляющие операции с информационными массивами, входящими в их систему*. Под *местами и устройствами* следует понимать как организации, имеющие архивы, фонды, библиотеки, геологические музеи и т.д., так и технические устройства, предназначенные для хранения и операционного использования данных. Применительно к компьютерным системам это блоки оперативной или долговременной памяти, библиотеки магнитных записей и т.д. Под *системой* имеется в виду совокупность мест и устройств, функционирующих под общим управлением. Например, система федеральных и территориальных геологических фондов, система компьютерных центров цифровой информации Роскомнедра и др. Менее разработаны такие определения, как *база знаний, банки знаний и сводный термин — банки данных и знаний*.

База знаний (БЗ). Изучению этого вопроса достаточно внимания уделили такие ученые, как Г.Бокль, Н.Виннер, В.М.Глушков, А.П.Ершов, А.В.Веселовский, О.Л.Кузнецов, А.А.Никитин и др. Известный английский историк первой половины XIX в. Г.Бокль сказал, что *истинное знание состоит не в знакомстве с фактами, которые делают человека лишь педантом, а в использовании фактов, которые делают его философом*.

Размышляя о понятиях *информация и знания*, А.В.Веселовский [2] приходит к выводу, что *возможно решение проблемы заключается в подразделении информации на базы данных, отвечающих на вопрос — что и базы знаний или процессуальных данных, отвечающих на вопрос — как*. Наиболее полно рассматривался данный вопрос в работе О.Л.Кузнецова и А.А.Никитина [12]. Они утверждают, что:

База знаний — это совокупность имеющихся сведений о проблемной области, для которой предназначена экспертная система, представленная в виде формальной структу-

ры, обеспечивающей использование предварительно установленных правил. База знаний содержит факты (или утверждения) и правила. Факты представляют собой краткосрочную информацию в том смысле, что они могут изменяться, а правила — более долговременная информация, позволяющая порождать новые факты, новые геологические заключения и выводы или новые гипотезы из того, что известно к настоящему времени. Основное различие между базой данных и базой знаний состоит в том, что база знаний должна иметь достаточно творческих возможностей, в то время как факты в базе достаточно пассивны. В общем случае база знаний включает базу данных, список порождающих правил и методы выбора конкретного правила для применения в данной ситуации [12]. Как видно, база знаний, по заключению авторов, сводится к наличию фактов, т.е. данных, и правил, позволяющих порождать новые факты. Однако, как известно, именно в результате нарушения установленных правил трактовки имеющихся фактов и рождались самые передовые идеи, которые затем подкреплялись фактами. Поэтому понятие *база знаний*, по-нашему, далеко выходит за рамки имеющихся представлений. Для доказательства понимания данного вопроса снова обратимся к энциклопедическим определениям.

Наиболее полное определение термина *знание* дано в [19], где: *Знание — это проверенный общественно-исторической практикой и удостоверенный логикой результат процесса познания действительности, адекватное ее отражение в сознании человека в виде представлений, понятий суждений, теорий. Знание по своему генезису и способу функционирования является социальным феноменом. Оно фиксируется в форме естественных и искусственных языков.*

Отношение знаний к действительности носит многоуровневой и сложно опосредованный характер и развивается как в истории человеческой культуры, так и в процессе индивидуального развития личности. Житейские знания развиваются и обогащаются по мере прогресса научных знаний, в то же время сами научные знания вбирают опыт житейского познания. Научные знания характеризуются осмыслением фактов в системе понятий данной науки, включаются в состав теории, образующей высший уровень научных знаний. Научные знания являются обобщением достоверных фактов, за случайным находит необходимое и закономерное, за единичным и частным — общее [19]. Что касается термина *правила*, то они даны в сочетании с такими словами, как *доказательства, выводы, поведения* и т.д., с которыми он наиболее часто применяется.

Согласно [11], правила доказательства — это правила, обеспечивающие выведение истинности тезисов из истинности аргумен-

тов. Все правила доказательства определяются законами логики, в которых отразились законы объективного мира.

Правило вывода — это правило, определяющее переход от посылок к следствиям, а более точно — правило, устанавливающее определенного вида соответствие между некоторой совокупностью высказываний (формул), называемым посылками, и одним определяющим высказыванием (формулой), называемым логическим следствием из этих посылок [19]. При этом под *посылкой* понимается высказывание, из которого делается вывод или заключение. Однако формирование посылок (высказываний), последующих выводов и заключений присуще только человеку (возможно животному миру), обладающему определенными знаниями, которые согласно [19] являются проверенными практикой результатами познания действительности, вернее их отражением в мышлении человека.

Знания сугубо индивидуальны по сущности, уникальны, как и сам человек, т.е. персонифицированы, а применительно к общности людей — коллективные, отражающие состояние общего познания окружающего мира на определенной стадии исторического развития. Индивидумы (субъекты) при доказательствах и формировании выводов могут использовать законы (правила) как формальной, так и неформальной логики, что делает их не педантами, а философами (мыслителями).

Из сказанного следует, что знания — неотъемлемая сущность человека, его сознания. Такая особенность адекватно должна учитываться при формировании понятий и определений терминов, в которых используется это слово. Остается разобраться, где же накапливаются знания в отличие от данных. Поскольку знания — это результаты познания человеком действительности, то они отражаются не только в его сознании, но и в формулах, которые он же искусственно создал для их отражения и хранения. К ним относятся материальные носители информации, а также способы отражений ее в виде знаков, информационных и машинных языков и т.д.

Таким образом, знания отражаются как в сознании живущих людей и их социальной общности, так и в хранилищах документированной информации в виде данных и рассуждений — выводов, доказательств и т.д.

Этот вывод имеет принципиальное значение, так как позволяет определиться с понятиями: *база данных* и *база знаний*, а также *банк знаний*. Итак, учитывая изложенное, термину *база знаний* можно дать следующее определение: *база знаний — это результаты познания действительности, адекватно отражающиеся в сознании человека или социальной общности людей на определенном этапе развития в виде представлений, понятий, суждений и теорий, а также в документированной*

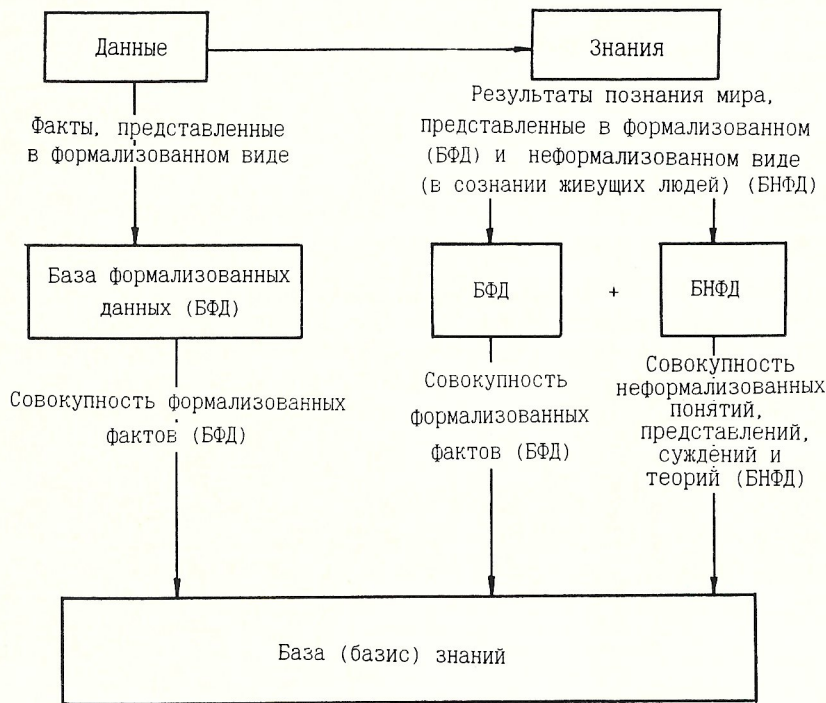


Рис. 1. Схема формирования информационной базы (базиса) знаний

информации. Применительно к геоинформатике можно предложить для употребления термин *база геологических знаний*, в следующем определении: *это результаты познания геологических процессов и явлений, проверенных общественно-исторической практикой, адекватно отражающиеся в сознании людей или их общности на данном этапе развития в виде представлений, понятий, суждений и теорий*.

Банк знаний. Выше нами уже приводилась трактовка определения термина *банк* применительно к слову *данные*, вполне совместимые в сочетании друг с другом. Что касается *знаний*, то здесь дело значительно сложнее из-за кардинальных отличий значений слов *знание* и *данные*. Пользуясь уже отработанной терминологией ключевых слов, приведенных выше, представим путь решения поставленной задачи в схематическом виде, что избавит нас от пространных рассуждений.

На рис. 1 показана схема формирования информационной базы (базис) знаний, характерной для определенного социально-исторического периода развития общества. Она соответствует тем понятиям, которые сложились на настоящий период и которые отражены в изложенных определениях отдельных широкоупотребляемых терминов.

На рис. 2 приведена структура, формирования, накопления, хранения и использования базы знаний в современных условиях, из которой видно, что существует ряд организационных форм, обеспечивающих функционирование знаний. Какие из них можно связывать с понятием *банк*?

Если исходить из устоявшихся понятий термина *банк*, определения которых приве-

дены выше, то его можно использовать практически применительно во всех формах как синонимы.

Например, библиотека, архивы, фонды — ассоциируются с такими определениями *банк*, как *лавка менялы*; субъекты как личности — с ходящими системами, аккумулирующими и воспроизводящими знания; НИИ, КБ, НТЦ — с целостными системами, состоящими из относительно самостоятельных подразделений, обладающих статическим и интеллектуальным потенциалом и обеспечивающих воспроизводство знаний и управления ими и т.д.

Однако, по нашему мнению, наиболее применим этот термин в сочетании со словом *знания* к специализированным организационным формам, представляющим целостные системы их функционирования. Итак, *банк знаний* — это организационная структура, целостная система, предназначенная для аккумуляирования, хранения и управления базой знаний.

Отличительной особенностью банка знаний от банка данных является наличие в его системе интеллектуального потенциала. Отсюда следует, что использовать словосочетание *банк данных и знаний*, как это часто встречается в специальной литературе, просто нельзя, так как формализованные данные входят в состав знаний. Функционирование знаний обеспечивается с помощью соответствующих технологий, которые называются *технология знаний* — как совокупность методов для управления знаниями [1]. Нельзя этот термин путать с таким термином, как *инженерия знаний*, имеющего совершенно другое определение.

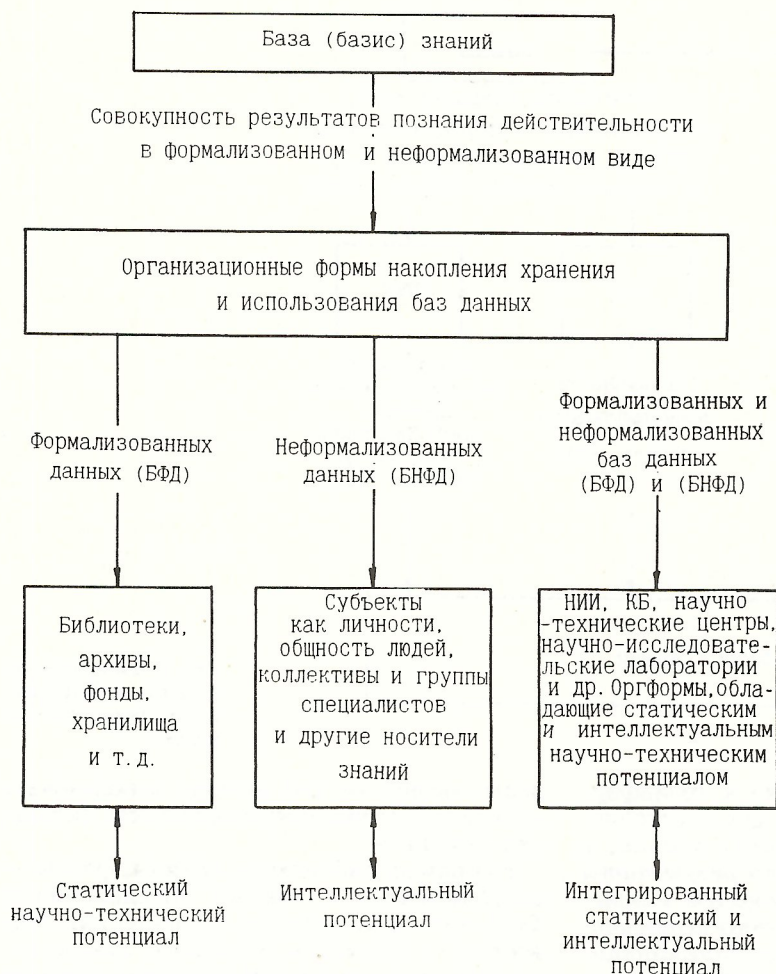


Рис. 2. Схема организационных форм формирования, накопления и использования информационной базы данных

Информационная продукция, товар и другие термины. В связи с развитием рыночных отношений в России появились и широко применяются такие термины, как *информационный продукт или товар; информационные услуги; информационный рынок* и т.п. [8]. В свете изложенных основных понятий и определений из области геоинформатики целесообразно дать и им современные определения, не вдаваясь в доказательство, в связи с тем, что понятия таких слов, как рынок, товар, продукция, услуги уже имеют устоявшиеся определения. Исходя из этих посылок, определения указанных терминов можно представить в следующей редакции.

Информационная продукция — это материальные результаты труда, которые могут использоваться в производстве и в личных целях.

Информационный товар — это результаты материального труда, имеющие потребительскую стоимость и предназначенные для реализации и на рынке.

Информационные услуги — это результаты деятельности предприятия или отдельного лица, направленные на удовлетворение потребностей в информацион-

ном обслуживании в виде действий, выгод или удовлетворений.

Информационный рынок — система экономических отношений купли/продажи информационных товаров и услуг, в рамках которой формируется спрос, предложение и цена.

Приведенные понятия, на наш взгляд, помогут читателям самостоятельно определиться с отнесением тех или иных видов формализованных и неформализованных информационных данных (массивов данных) к категориям продукции, товара или информационных услуг.

В заключение необходимо отметить, что формирование понятий и определений широко употребляемых терминов в динамично развивающихся областях, к которым следует отнести и геоинформатику, имеет неустойчивый характер, чем и вызвано наличие множества определений, бытующих в научных и производственных кругах. В связи с этим, очевидно, настало время разработки и издания специальных словарей по информационной терминологии в области геоинформатики, что будет способствовать взаимопониманию специалистов и совершенствованию их лексики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александров В.В., Позников Р.М. Ретроспективный анализ и тенденции компьютерного производства, финансов и торговли // Проблемы информатики. Вып. 1—2. М., 1994.
2. Веселовский А.В. Системное информационное обеспечение геологоразведочных работ. — М.: Недра, 1991.
3. Геологический словарь. — М.: Недра, 1973.
4. Еришов А.П. Человек и машина // Новое в науке и технике. Сер. математика и кибернетика. 1985. № 4.
5. Жигарев А.Н., Макарова Н.В., Путинцева М.А. Основы компьютерной грамоты — Л.: Машиностроение, 1987.
6. Зайченко В.Ю. Информационные ресурсы геосистемы. Часть I. Геоинформатика. — М.: ВНИИГеосистем, 1993.
7. Зайченко В.Ю. Информационные ресурсы недр // Отечественная геология. М. 1994. № 7. С. 3—5.
8. Зайченко В.Ю. Геофизика и рынок // Информ. вест. АИС. 1994. Вып. 9.
9. Зайченко В.Ю. Классификация геологической информации о недрах // Отечественная геология. 1995. № 1. С. 8—13.
10. Кибернетика // Становление информатики Сер. 1. Кибернетика — неограниченные возможности и возможные ограничения. — М.: Наука, 1986.
11. Кондратьев Н.Н. Логический словарь. — М.: Наука, 1971.
12. Кузнецов О.Л., Никитин А.А. Геоинформатика. — М.: Недра, 1992.
13. Ломтадзе В.В. Программное обеспечение обработки геофизических данных. — Л.: Недра, 1982.
14. Михайлов А.И., Черный А.И., Гиляровский Р.С. Основы информатики. — М.: Наука, 1968.
15. Русско-английский терминологический словарь. Информатика. — М.: Госстандарт России, 1992.
16. Словарь-справочник. Управление экономикой. Основные понятия и категории. — М.: Экономика, 1986.
17. Советский энциклопедический словарь. — М.: Сов. энциклопедия, 1980.
18. Страссман Поль А. Информация в век электроники (проблемы управления). — М.: Экономика, 1987.
19. Философский энциклопедический словарь. — М.: Сов. энциклопедия, 1983.
20. Энциклопедия кибернетики. — Киев: УСЭ, 1973.
21. Энциклопедия предпринимателя. — С-Пб.: ТОО «Олбис», АО «САТИСЬ», 1994.

Энергетические минерально-сырьевые ресурсы

УДК 552.85:553.982

© В.К.Баранов, А.Г.Галимов, 1996

Литологические критерии нефтеносности верхнедевонских отложений юга Оренбургской области

В.К.БАРАНОВ, А.Г.ГАЛИМОВ (ВО ИГИРГИ)

Карбонатная толща верхнего девона от саргаевско-доманиковского горизонта до фаменского яруса (схема 1965 г.) изучена в комплексе с вышележащими отложениями по всей платформенной части области (В.К.Баранов, А.Г.Галимов, Е.П.Борисова, 1994). Наиболее интересные геологические результаты получены по южному погружению Бузулукской впадины (ЮПБВ) и южной половине Восточно-Оренбургского структурного выступа (ВОСВ). Здесь вскрыты наиболее полные разрезы стратиграфических подразделений, имеющих сложные взаимоотношения.

Саргаевско-доманиковые отложения отсутствуют на Вишневском, Булатовском палеовыступах, Оренбургском валу и Ольховском палеоподнятии. На остальной территории их мощность колеблется от первых метров до 246 м. Максимальные мощности фиксируют систему широтных, кулисообразно расположенных впадин, простирающихся от западной границы до Ольшанской площади (рис. 1, а). Некоторые из них контролируются погребенными синхронными сбросами. Такие разломы установлены на Гаршинской, Зайкинской, Землянской, Ольховской, Веселовской площадях.

Рассматриваемая толща залегает трассегрессивно на различных слоях кыновского, пашийского, муллинского, ардастовского го-

ризонтов. Верхние слои размыты во время предмендымского перерыва (рис. 2).

По изменению литологического состава намечены три структурно-фациальные зоны. Наиболее широко представлена зона А, охватывающая площади максимальных мощностей. Здесь развиты массивные плотные карбонаты, с прослоями кавернозно-пористых разностей. Последние иногда образуют крупные биогермные тела и активно влияют на палеоструктурный план доманиковой поверхности. В наиболее полных разрезах выделены три толщи плотных и пористых карбонатов, разделенных пачками глинистых и битуминозно-глинистых разностей мощностью 15—20 м. В основании верхней пачки на юго-востоке ВОСВ отмечены алевролиты и песчаники.

Зона Б фиксируется на юго-западе ЮПБВ и в районе Смоляной площади. В ней отмечены отложения верхней части горизонта, представленные плотными известняками с редкими слоями кавернозно-пористых разностей. Иногда встречаются тонкие прослои глинистых известняков.

Зона В занимает северную часть территории. В ней развит типичный доманиковый тип разреза. В подошве залегает органогенный известняк мощностью 5—10 м (доманиковый репер), а выше — толща переслаивающихся глинистых, битуминозно-гли-

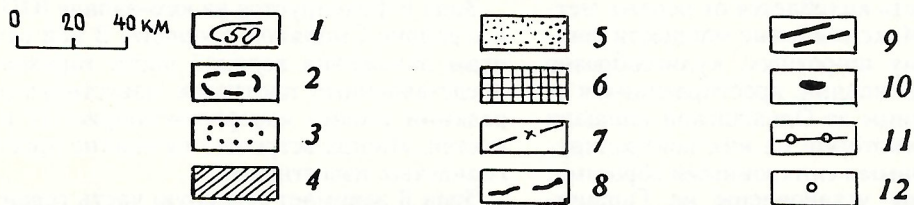
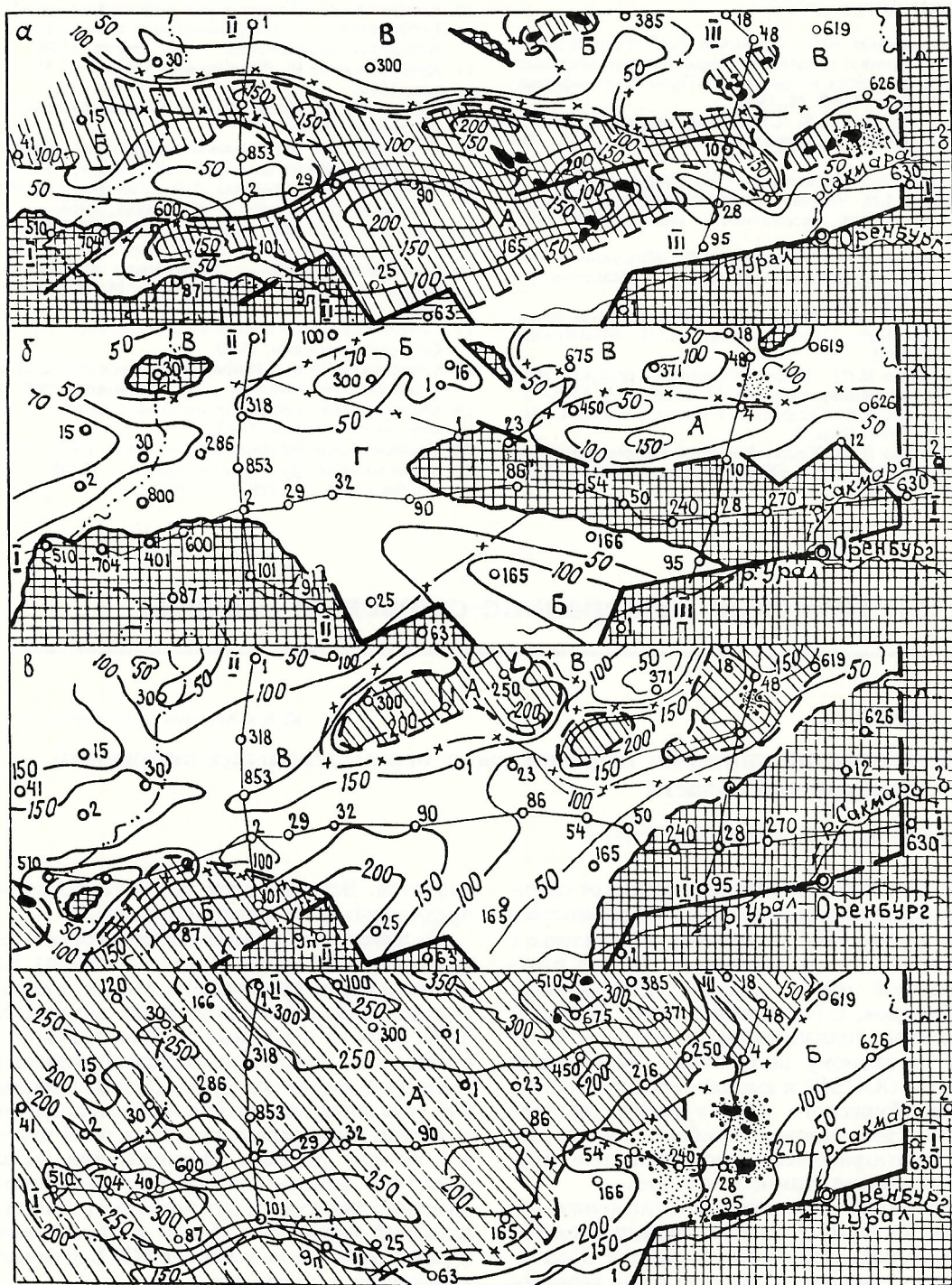


Рис. 1. Схемы изопхит и зон распространения коллекторов отложений саргаевского и доманиковского (а), мендымского (б), воронежского и евлановско-ливенского (в) горизонтов и фаменского (г) яруса:

1 — изопхиты; границы распространения пластов-коллекторов: 2 — карбонатных, 3 — терригенных; зоны распространения пластов-коллекторов: 4 — карбонатных, 5 — терригенных; 6 — зоны отсутствия отложений; 7 — границы структурно-фациальных зон; 8 — границы размыва отложений; 9 — тектонические нарушения; 10 — залежи нефти; 11 — линии палеогеологических профилей; 12 — скважины; А, Б, В, Г — структурно-фациальные зоны

Отложения мендымского горизонта занимают меньшую площадь. Они отсутствуют на значительных территориях юго-востока ВОСВ и юго-запада ЮПБВ (см. рис. 1, б). Кроме того, их нет на палеовыступах в районах Гавриловской, Ольховской площадей и в скв. Поселковская-30 (Самарская область). Осадки размывы в периоды континентальных перерывов перед накоплением колганской толщи, а затем — воронежских отложений.

стковые аргиллиты, мергели, встречаются известковые алевролиты и глинистые известняки. Зона расположена в южной части ВОСВ в виде широтной палеовпадины. Южный борт ее осложнен дизъюнктивным нарушением. На палеопрофиле (см. рис. 2) он виден в виде крутого уступа.

Зона Б фиксируется в районах Ольховской и Рыбкинской площадей. В разрезах горизонта здесь отмечено чередование известковых аргиллитов и глинисто-битуминозных известняков.

Зона В распространена широко. Для нее характерен типичный мендымский разрез отложений. В подошве залегает пачка аргиллитов мощностью 20—30 м. Ее перекрывают органогенные известняки (5—12 м) мендымского репера. Выше залегают глинисто-битуминозные известняки. В их подошве на локальном участке Колганской пло-



известняки и доломиты: 1 — плотные, 2 — кавернозно-пористые, 3 — глинистые, 4 — битуминозно-глинистые, 5 — алевроитовые, 6 — песчаные; 7 — аргиллиты; 8 — аргиллиты известковые; 9 — алевролиты глинисто-известковые; 10 — алевролиты; 11 — песчаники; 12 — тектонические нарушения

щади отмечены прослои песчаников и алев-ролитов.

Зона Г установлена на юго-западе ЮПБВ. В нижней части отложений развиты прослои известковистых аргиллитов и глинисто-битуминозных известняков, а в верхней — их плотные, органогенные разности.

Колганская толща заполняет континентальную котловину на юго-востоке ВОСВ (см. рис. 2, 3). На западе и севере трансгрессивное выклинивание отложений зафиксировано скважинами. На юге котловина граничит по тектоническому нарушению с Оренбургским валом. Восточная граница, вероятно, проходит вблизи долины р. Сакмара. Котловина разделена валообразным поднятием на две части. Более обширная южная часть имеет округлое очертание и плоское дно. Мощность толщи здесь достигает 230 м. Северная часть имеет широтное простираие. Мощность осадков составляет 10—90 м.

В противоположность существующему мнению о широком возрастном и площадном распространении колганской толщи (З.С.Иванова, В.И.Терехов, Ф.М.Тагангаев, 1979; Г.В.Фомина, В.И.Кайдалов и др., 1988) нами отмечена ее локализация. Это континентальные отложения, происхождение которых связано с размывом алевритопесчаных пород такатинского горизонта на Оренбургском валу и их перемещением в сформированную рядом котловину. Литологический и петрографический составы тех и других аналогичны. Стратиграфическое положение толщи установлено между мендымским и воронежским горизонтами. На первых она залегает с глубоким размывом. На дне впадины на небольших участках остались их маломощные осадки. Воронежские осадки трансгрессивно перекрывают толщу на северо-западной окраине впадины, юго-восточнее также трансгрессивно залегают породы фаменского яруса (см. рис. 2).

Состав пород колганской толщи отличен от нормальных морских осадков. Это хлидолиты, характеризующиеся полным отсутствием сортировки. Песчаники разнозернистые, содержат мелко-, средне- и крупнозернистую песчаную, алевритовые фракции и примесь глинистого материала 10 % и более. Аргиллиты содержат большое количество алевритового и песчаного материала.

В полных разрезах нижняя часть толщи (до 125 м) представлена разнозернистыми сероцветными песчаниками с прослоями глинистых и песчаных алевролитов. Вблизи нижней границы отмечаются редкие остатки брахиопод, члеников криноидей и обломки известняков. Средняя часть толщи (50—60 м) сложена пестроцветными разнозернистыми алевролитами и песчаниками. Верхняя часть (40—50 м) имеет алевритоглинистый состав. Преобладают разнозернистые алевролиты и алевритистые аргиллиты. Прослои песчаников редки.

При сопоставлении разрезов видно, что верхи колганской толщи размыты на глуби-

ну 30—50 м. Абсолютный размыв был более существенным, что предполагает более широкое формирование ее осадков. Это подтверждается обнаружением отложений толщи (90—95 м) в разрезах скв. 211, 217 на Гавриловской площади. В рядом расположенных скважинах они отсутствуют. Вероятно, такое локальное залегание толщи связано с узким грабеном, образованным перед ее накоплением вдоль Мельниковской структурной зоны (см. рис. 2).

Отложения воронежского и евлановско-ливенского горизонтов распространены широко. Они отсутствуют на юго-востоке территории, где были размыты перед накоплением осадков фамена, а также на Оренбургском валу, Булатовском и Вишневском палеовыступах (см. рис. 1, а). Осадки трансгрессивно залегают на различных слоях колганской толщи, мендымского и доманикового горизонтов (см. рис. 2). Мощность их колеблется от 300 до 20 м и менее вследствие трансгрессивного залегания нижних слоев и размыва верхних. Повышенные мощности фиксируют палеовпадины широтного и субширотного простираия. Максимальная мощность и наибольшая стратиграфическая полнота осадков установлены в районе Заринской площади. Здесь фиксируется трехчленное строение отложений и отмечаются литолого-стратиграфические несогласия на границах подразделений. Нижняя толща локализуется в зонах повышенных мощностей, верхняя на некоторых участках размыта.

В результате изменения литологического состава отложений намечены три структурно-фациальные зоны. Зона А занимает палеовпадины в восточной части территории. Для нее характерно развитие органогенно-детритовых известняков, с прослоями кавернозно-пористых разностей. Встречаются пачки глинистых известняков и аргиллитов.

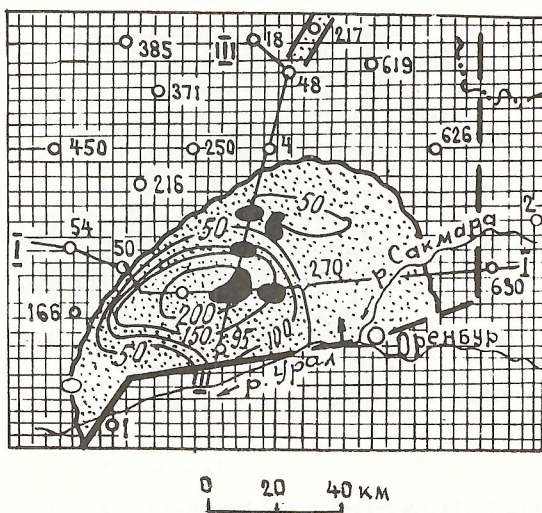


Рис. 3. Карта изопакт отложений колганской толщи:

усл. обозн. см. рис.1

На локальном участке Колганской площади в основании верхней толщи залегают прослои алевролитов и песчаников.

Зона Б установлена на юго-западе территории, в районе скв. Долинная-101. Здесь также развиты плотные органогенно-детритовые известняки, с прослоями битуминозно-глинистых и глинистых разностей. Кавернозно-пористые карбонаты встречаются редко.

Зона В занимает значительную территорию. Рассматриваемые отложения представлены плотными известняками с редкими прослоями глинистых разностей. В основании залегают пачка аргиллитов и битуминозно-глинистых известняков. Мощность и число прослоев аргиллитов увеличиваются в восточном направлении.

Отложения фаменского яруса распространены повсеместно за исключением Оренбургского вала. Их мощность колеблется от 330 до 60 м и менее за счет трансгрессивного залегания (см. рис. 1, г; 2). В некоторых районах мощности увеличиваются из-за наличия биогермных тел.

Выделены две структурно-фациальные зоны. Зона А распространена на ЮПБВ и прилегающих районах ВОСВ. Для нее характерны большие мощности осадков. Максимальные их значения фиксируют палеовпадины широтного и субширотного простирания. В разрезах отложений этой зоны преобладают плотные разности обломочных и органогенно-детритовых известняков с прослоями пористых и кавернозно-пористых. На некоторых участках на разных уровнях встречаются прослои глинистых и битуминозно-глинистых известняков.

Зона Б занимает юго-восток ВОСВ. Эта часть территории подверглась денудации перед накоплением фаменских отложений, которые трансгрессивно залегают на породах колганской толщи. Основные типы пород здесь — битуминозно-глинистые известняки с подчиненными прослоями плотных органогенных разностей в верхней части и карбонатно-терригенными пачками в нижней. В последних имеются прослои алевролитов и песчаников. Примесь алевроитового и песчаного материала есть в прослоях известняков. В нижней части отложений встречен необычный литотип — песчано-известняковая брекчия, представленная карбонатной основной массой, в которой хаотично расположены сгустки песчаного материала неправильной формы и расплывчатого очертания.

Рассматриваемый комплекс отложений включает карбонатные и терригенные пласты-коллекторы, большинство которых является продуктивными. Индексация их разработана недостаточно. Предлагаемые нами дополнения и изменения в номенклатуре связаны с несколькими иными представлениями о расчленении и корреляции отложений (таблица).

Карбонатные пласты ДфрII и ДфрIII составляют верхнюю и нижнюю части саргавско-доманиковых отложений и разделены пач-

кой глинистых и глинисто-битуминозных карбонатных пород. Кавернозно-пористые, проницаемые карбонаты представлены биогермными строматопоровыми, кораллово-строматопоровыми, водорослево-сгустковыми известняками или вторичными доломитами с реликтами биогермной структуры. Они составляют отдельные тела биостромов и биогермов различной мощности и протяженности.

Верхний пласт ДфрII развит на всей территории и особенно в палеовпадинах зоны А, где его эффективные мощности достигают 25—45 м. В зонах Б и В они меньше и составляют 1—10 м. Пласт имеет разновозрастные покрывки. Глинистые породы мендымского горизонта перекрывают его в пределах ЮПБВ и в районе Рыбкинского месторождения ВОСВ. На тех площадях, где они отсутствуют (см. рис. 1, б), роль покрывки выполняет пачка аргиллитов и битуминозно-глинистых известняков основания воронежского горизонта. В зонах Б и В покрывкой является толща глинисто-битуминозных карбонатов доманикового горизонта. Сам пласт представлен маломощными (5—10 м) органогенно-обломочными известняками доманикового репера. В районе распространения колганской толщи пласт ДфрII непроницаемой покрывки не имеет, чем объясняется отсутствие залежей нефти при наличии хороших коллекторов и благоприятных структурных условий (см. рис. 2).

Пласт ДфрII — наиболее продуктивный объект. В нем открыто восемь залежей в зоне А и столько же в зонах Б и В. Средние коэффициенты пористости K_p и проницаемости $K_{пр}$ известны по Загорскому и Ольшанскому месторождениям, где они составляют 8—13 % и 0,02—0,039 мкм² соответственно.

Пласт ДфрIII расположен в зоне А южной части ВОСВ, где эффективная мощность его колеблется от первых метров до 50 м. Покрывкой является пачка глинисто-битуминозных карбонатов мощностью от первых метров до 20 м. Она контролирует залежи нефти на Лебяжинском, Ольшанском и Рыбкинском месторождениях.

Терригенный пласт Дфр-3 доманикового горизонта установлен скв. 12 на Восточно-Ольшанской площади. Он представлен алевролитами и песчаниками, залегающими в основании карбонатно-глинистой пачки, разделяющей пласты ДфрII и ДфрIII. Пласт нефтенасыщен и имеет эффективную мощность 1,6 м. Пористость песчаников по ГИС достигает 12 %.

Терригенный пласт-коллектор Дфр-2 мендымского горизонта отмечен на локальном участке Колганской площади (см. рис. 1, б), где залегают над известняками мендымского репера. Эффективные мощности составляют 2—6 м. Пористость песчаников по ГИС составляет 7—10 %. Пласт вскрыт четырьмя скважинами и везде водонасыщен.

Терригенные пласты-коллекторы Дкт-1 и

Номенклатура пластов-коллекторов средне-верхнефранских и фаменских отложений

Стратиграфические подразделения, ярус, горизонт	Баланс запасов	Рекомендуемая номенклатура		Примечание
		для карбонатных пластов	для терригенных пластов	
Фаменский	Дф2, ДфII Дкт-1 Дкт-2 ДфIV	ДфII* ДфIII ДфIV	 Дфт-1 Дфт-2	В верхней части, нефтеносен В средней части В нижней части, нефтеносны В нижней части, нефтеносен
Франский Воронежский + евланско-ливенский Колганская толща Мендымский Доманиковский + саргаевский	 Дфр,Д Дкт-3 Дкт-4 — —	 ДфрI — — ДфрII ДфрIII	Дфрт-1 Дкт-1 Дкт-2 Дфрт-2 Дфрт-3	Локально, в верхней части Вся толща, нефтеносен В верхней части, нефтеносны Локально, выше мендымского репера В верхней части, нефтеносен В средней части, нефтеносен В нижней части, нефтеносен

* Пласт ДфI выделен в нижней части заволжского горизонта.

Дкт-2 залегают в верхней части колганской толщи, где имеются алевроитоглинистые локальные покрывки. Песчаные прослои маломощны и представлены алевропесчаниками или разномерными песчаниками. Пласт Дкт-1 продуктивен на пяти месторождениях нефти, а пласт Дкт-2 — на трех из них. На Сыртовском и Донецком месторождениях первый имеет K_p 6—21 %, а $K_{пр}$ 0,005—0,402 мкм², второй 6—19 % и 0,006—0,279 мкм² соответственно. Эффективные мощности пластов составляют 2,4—5,2 и 1,4—21 м соответственно.

Карбонатный пласт Дфр-1 воронежского и евланско-ливенского горизонтов не стратифицирован из-за трудности расчленения и корреляции составляющих его подразделений. Породы-коллекторы представлены мелко-среднезернистыми, кавернозно-пористыми доломитами с реликтами биогермной структуры. Встречены прослои биогермных коралловых известняков.

Наиболее развиты породы-коллекторы в зоне А (см. рис. 1, в), где суммарные эффективные мощности достигают 30—70 м. В зонах Б и В (районы ЮПБВ) эффективные мощности составляют 2—12 и 1—3 м соответственно. Пласт Дфр-1 продуктивен в области только на Золотовском месторождении ВОСВ. Одна из причин этого — отсутствие региональной покрывки. Локальные покрывки встречаются на ограниченных площадях и часто в неблагоприятном сочетании с коллекторами. Золотовское месторождение — удачное исключение. Благоприятное сочетание пласта-коллектора и покрывки отмечено на Западно-Вишневском месторождении в соседнем районе Саратовской области.

Средняя пористость пласта Дфр-1 на Золотовском месторождении составляет 9 %, а средний $K_{пр}$ 0,058 мкм².

Терригенный пласт-коллектор Дфрт-1 воронежского и евланско-ливенского горизонтов распространен локально на Колганской площади. Он вскрыт тремя скважинами

в основании верхней карбонатной толщи, залегающей несогласно на нижележащих слоях. Песчаные породы зафиксированы в узкой полосе меридионального простирания. К северу они размыты, а южнее переходят в известковистые алевролиты. Песчаники кварцевые, мелкозернистые, известковистые, с прослоями известковых алевролитов. Эффективная мощность пласта 5—12 м. Пористость по ГИС составляет 12—17 %. Песчаники водонасыщены.

Карбонатные пласты ДфII, ДфIII, ДфIV составляют верхнюю, среднюю и нижнюю части фаменских отложений. Породы-коллекторы представлены известняками детритово-комковатыми и доломитами мелко-среднезернистыми, кавернозно-пористыми. Пласты распространены только в зоне А, ДфII и ДфIII практически повсеместно, а ДфIV в северной и юго-западной частях. Эффективные мощности каждого из них изменяются от первых метров до 55 м.

В пределах южной части области продуктивны только пласты ДфII и ДфIV. Первый — на Красном и Кодяковском месторождениях, а второй — на Смоляном. Пласт ДфIII водонасыщен. Такое положение объясняется в основном отсутствием региональных и слабым развитием локальных покрывок в зоне А. Так, регионально развитая в северной части ВОСВ и на южном склоне Татарского свода карбонатно-глинистая покрывка, контролирующая многочисленные залежи нефти, в северной части рассматриваемой территории выклинивается. Ее присутствие отмечено лишь в пределах Смоляной площади, где расположены указанные выше месторождения.

Средние значения K_p пласта ДфII на Красном и Кодяковском месторождениях составляют 4—14 %, а $K_{пр}$ 0,01—0,418 мкм².

Терригенные пласты-коллекторы Дфт-1 и Дфт-2 распространены в зоне Б на юге ВОСВ, где приурочены к нижней части фаменских отложений. Алевролиты и песчани-

ки пластов залегают в основании карбонатно-терригенных пачек, разделяющих карбонатные толщи. Песчаники пластов представлены мелкозернистыми и мелко-среднезернистыми разностями со средней и хорошей сортировкой материала.

Пористые песчаники в пластах зафиксированы на Дачно-Репинско-Шуваловском и Борисовско-Лычкаревском участках. На первом суммарные эффективные мощности составляют 1—8 м, а на втором — 1—5 м. На первом участке установлены три залежи нефти в пласте Дфт-1 и четыре — в пласте Дфт-2.

Изложенный материал показывает, что южная часть области в рассматриваемое время испытала многократные перестройки, вызванные периодическими подъемами Булатовского, Вишневого палеовыступов и Оренбургского вала. Эпохи седиментации неоднократно сменялись континентальными перерывами. Палеорельефы поверхностей несогласия приняли окончательную форму в период предфаменской тектонической активности и были погребены фаменскими осадками (рис. 2). Они несомненно осложняют современные структурные планы разведываемых площадей, и, как было показа-

но выше, влияют на распространение коллекторов и покрышек.

Прогноз нефтегазоносности территории по литологическим критериям неодинаков для карбонатных и терригенных пластов. Первые распространены широко, а вторые локализируются в юго-восточной части ВОСВ, где их формирование связано с периодическим поступлением алевритопесчаного материала с Оренбургского вала.

Из карбонатных наибольшие перспективы имеют саргаевско-доманиковые пласты и особенно ДфрII. Они перспективны на всей территории их распространения за исключением района, где перекрыты колганской толщей. Перспективы воронежского и фаменских карбонатных пластов малы и неопределенны из-за отсутствия выдержанных глинистых или глинисто-карбонатных покрышек.

Перспективы терригенных пластов ограничены локальными зонами их распространения. Из них наибольшими возможностями обладают фаменские и колганские пласты, меньшими — доманиковый пласт Дфр-3. Вероятность обнаружения залежей нефти в пластах Дфр-1 и Дфр-2 крайне мала.

УДК 550.8.012

© А.Г.Соколов, 1996

Способ оценки структур раннекаменноугольного возраста

А.Г.СОКОЛОВ (АО «Оренбургнефть»)

В Оренбургской области большой класс структур готовится сейсморазведкой по отражающему горизонту U (T), соответствующему кровле бобриковского горизонта (кровле турнейского яруса). В свое время раннекаменноугольные структуры содержали основные запасы нефти. Большинство месторождений этого класса расположено в бортовых зонах Муханово-Ероховского прогиба (МЕП) и на Большекинельском валу. Однако такие крупные месторождения, как Бобровское, Покровское, Родинское и другие уже открыты. В настоящее время поисковые работы связаны со структурами, амплитуды и размеры которых незначительны и часто соизмеримы со скоростными неоднородностями, создающими ложные антиклинальные перегибы. В связи с этим увеличивается риск бурения ложных структур.

Так, например, в Бобровском районе наряду с положительными результатами имеются случаи неподтверждения — не подтвердились Коминтерновская, Осиповская, Елшанская структуры. В Сорочинско-Никольском районе не подтвердилась Степановская структура. На Шулаевской площади в 70-х годах было разбурено 20 структур, из которых подтвердились лишь 7. Таким образом, актуален вопрос оценки достовер-

ности сейсмических построений по отражающему горизонту U (T).

При анализе сейсмического материала на Бобровской площади было замечено, что поднятиям по отражающему горизонту U соответствует уменьшение временного интервала между отражающими горизонтами B — кровлей башкирских отложений и U . Данное положение доказывается глубоким бурением. Для этого построены геологические и палеогеологические профили через отдельные купола Бобровского месторождения (рис. 1). Разрезы показывают сокращение мощностей в интервале соответствующих геологических реперов (кровли бобриковского горизонта и башкирского яруса) над сводами структур. По данным глубокого бурения в указанном районе построена карта изопакит C_2b — C_{1bb} (рис. 2), которая подтверждает факт сокращения мощности отложений тульско-башкирского возраста над сводами раннекаменноугольных структур и их частичное или полное захоронение к началу осадконакопления верейских терригенных отложений.

Для этого района по данным МОГТ составлена карта ΔT_{B-U} . При этом наблюдается четкое соответствие аномально сокра-

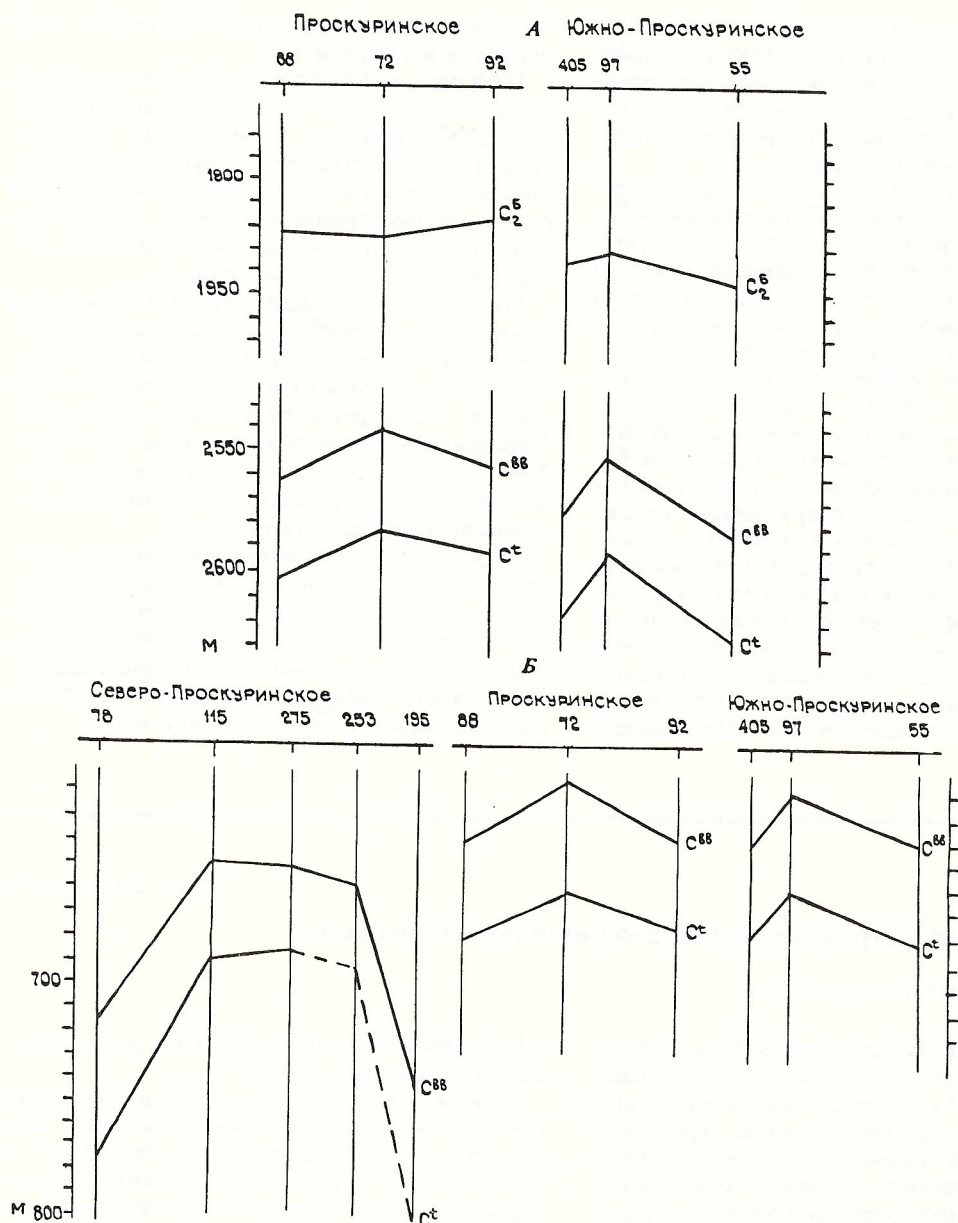


Рис. 1. Схематические геологические (А) и палеогеографические разрезы к началу осадконакопления верейских терригенных отложений (В)

щенных значений ΔT структурам по кровле бобриковского горизонта (рис. 3). С другой стороны, неподтвержденные бурением структуры (Елшанская, Коминтерновская, Осиповская) не проявляются по параметру ΔT_{B-u} . Выполнен прогноз на слабоизученной глубоким бурением части территории. Наиболее достоверными являются Биктовская, Орловская, Бажовская, Ляховская, Тимашевская структуры.

Аналогичные построения выполнены по Покровско-Сорочинскому району. Для этого были проанализированы материалы МОГТ на Львовской и Сарабкинской сейсмических площадях треста «Куйбышевнефтегеофизика» за 1978—1980 гг. На карте ΔT_{B-u} показана тенденция сокращения ΔT в сторону Покровского и Пронькинского месторожде-

ний, а также в окрестности Восточно-Пронькинского, Баклановского, Скоковского и других поднятий, закартированных по отражающему горизонту У. По указанному району выполнены структурные построения по данному отражающему горизонту от геологической границы В — кровли башкирских отложений, построенной по данным бурения в связи с высокой разбуренностью района по этим отложениям. Времена ΔT_{B-u} пересчитывались в мощности с использованием переменных скоростей.

Построенная структурная карта, по нашему мнению, имеет высокую достоверность, т.к. впоследствии подтвердились результаты бурения скв. 65, 67 и 100 Вершининской площади. Полученная карта позволила уточнить некоторые особенности строения

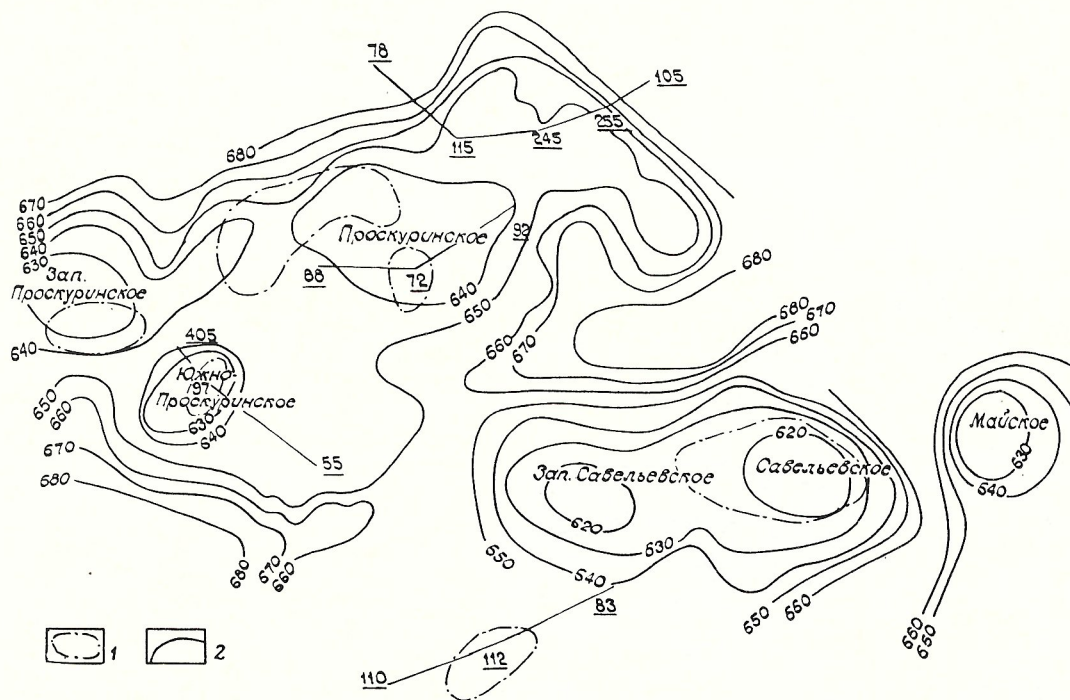


Рис. 2. Схема изопакит C_2b-C_{1bb} Южно-Бобровского района:

1 — контуры ВНК месторождений нефти в отложениях нижнего карбона; 2 — изопакиты

района, которые при обычных сейсмических построениях были затусованы. В частности, выделена цепочка поднятий, протянувшаяся от Никольско-Сорочинского до Пронькинского месторождения, которые вместе с Покровским и Родинским месторождениями замыкают круг локальных структур крупного палеотолла франко-турнейского возраста. Сейсмические структуры, попавшие внутрь кольца, являются, по нашему мнению, безперспективными. Примером служат отрицательные результаты разубоживания Степановской структуры, о чем было сказано выше. На карте показаны мелкие купола в окрестности Шишкильского сейсмического поднятия, имеющие поисковый интерес. Наиболее достоверно Северо-Лобовское поднятие, закартированное с/п 10/80.

Данный способ анализа по ΔT опробован на Кузькинской площади, находящейся на южном склоне Татарского свода (ЮТС). Площадь изучена работами с/п 9-10/81 и 9-10/82 треста «Татнефтегеофизика». Из интересующих нас отражений здесь кроме U прослеживается кровля верейского горизонта B . Однако, для нашего анализа колебаниями мощности верейских отложений можно пренебречь. Были составлены карты изохрон ΔT_{B-U} . Как и в предыдущих случаях, сокращению времени ΔT_{U-B} соответствуют структуры фамен-турнейских отложений, где были открыты залежи нефти (Школьная, Яковлевская, Спасская и др.). В то же время случаи неподтверждения (скв. 656 на Школьной, 653 на Радовской, 657 на

Кленовской сейсмических структурах) отмечены отсутствием подобных аномалий ΔT . Это дает нам основание считать, что контроль сейсмических структур по отражающему горизонту U предложенным способом ΔT можно проводить во всех нефтегеологических районах Оренбургской области, где кроме U прослеживается отражающий горизонт B или V .

Из всего вышесказанного сделаем следующие выводы.

1. Особенности геологического строения локальных структур по кровле турнейского яруса, состоящие в полном или частичном захоронении их в отложениях тульско-башкирского возраста, позволяют рекомендовать параметр ΔT между отражениями U и B (V) как дополнительный критерий при оценке надежности структур, закартированных по отражающему горизонту U .

2. При проведении сейсморазведочных работ МОГТ рекомендуется отчетные карты сопровождать картами интервального времени $\Delta T_{U-B(V)}$ с сечением изохрон 5 м. Поднятие следует считать подготовленным по отражающему горизонту U , если оно сопровождается уменьшенным значением $\Delta T_{U-B(V)}$.

3. В хорошо разбуренных районах следует строить производные структурные карты по поверхности бобриковского горизонта, используя параметр $\Delta T_{U-B(V)}$, от геологической границы кровли или подошвы верейского горизонта, установленной по данным бурения.

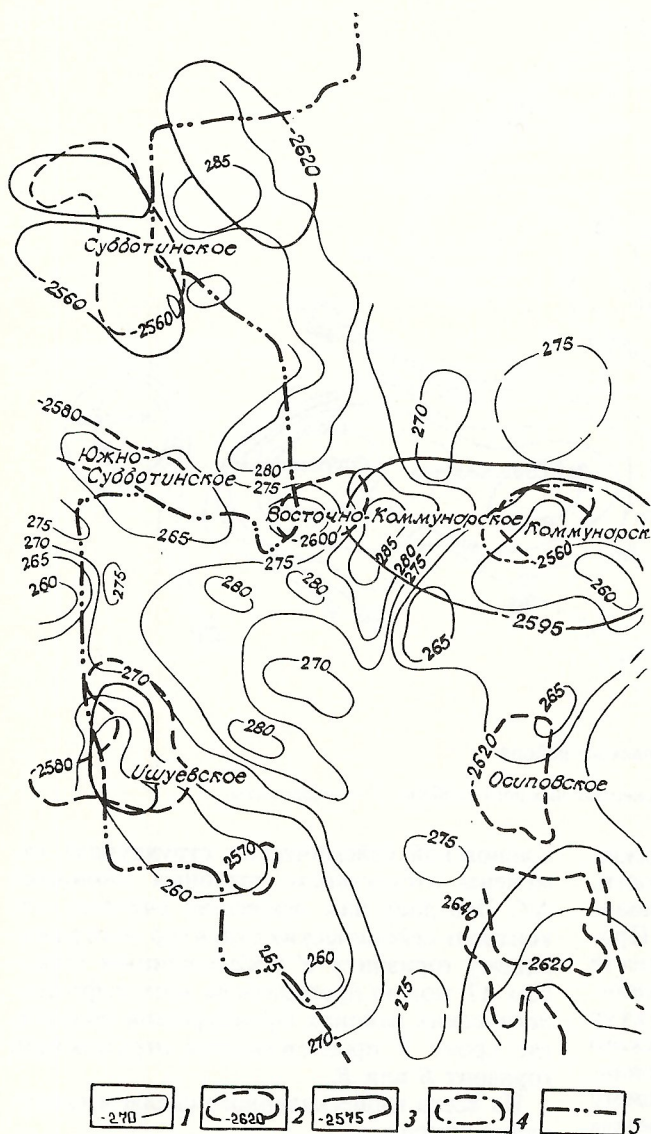


Рис. 3. Схема изохрон ΔT_B у Южно-Бобровского района:

1 — изолинии ΔT ; 2 — контуры поднятий по отражающему горизонту У по данным сейсморазведки; 3 — контуры поднятий по данным бурения; 4 — контуры нефтеносности залежей в отложениях нижнего карбона; 5 — граница Оренбургской области

УДК 553.982.048

© А.С.Пантелеев, И.Н.Малиновский, Е.С.Гришин, 1996

Методика оценки активных запасов водонефтяных зон

А.С.ПАНТЕЛЕЕВ, И.Н.МАЛИНОВСКИЙ, Е.С.ГРИШИН (Южно-Уральский филиал ВНИГНИ)

В практике подсчета запасов нефти в пределах залежей выделяются нефтяная и водонефтяная (ВНЗ) зоны. К водонефтяным зонам относят запасы, расположенные между внутренним и внешним контурами нефтеносности. На платформенных месторождениях с небольшими углами падения пород ВНЗ могут достигать значительных размеров и содержать до 50—70 % запасов нефти.

Предполагается, что разработка ВНЗ характеризуется более низкими технико-экономическими показателями из-за отрицательного влияния на процесс извлечения нефти подстилающих вод. При проектировании разработки нефтяных месторождений

нефтеотдача ВНЗ в зависимости от толщины нефтенасыщенной части пласта принимается не более 0,2—0,25. Опыт подсчета запасов нефти, проектирования разработки и составления технико-экономических обоснований по месторождениям Оренбургской, Актыбинской, Томской и Иркутской областей позволяет иначе взглянуть на проблему выработки запасов в пределах ВНЗ.

Продуктивные пласты месторождений указанных регионов характеризуются значительной расчлененностью. Число эффективных прослоев в залежах колеблется, как правило, в пределах 3—8, достигая в некоторых случаях 30—40 и более. Пропластки

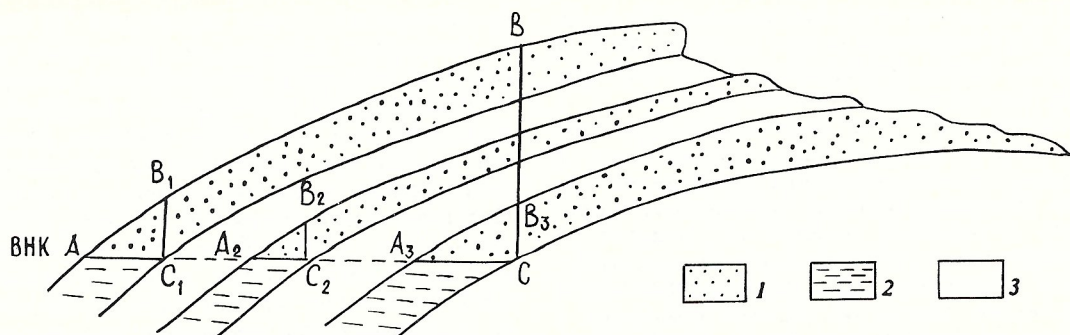


Схема выделения водонефтяных зон:

породы: 1 — нефтенасыщенные, 2 — водонасыщенные, 3 — плотные

отделены друг от друга плотными, непроницаемыми (или практически непроницаемыми) прослоями, толщина которых сопоставима с толщиной эффективных прослоев. При таком строении залежи непосредственный контакт с водой нефть имеет не по всей ВНК, а только в пределах площади, образуемой пересечением эффективных прослоев с плоскостью водонефтяного контакта.

На рисунке приведена схема строения гипотетической залежи нефти.

При обычном подходе к ВНК относились запасы нефти, размещенные в секторе ABC, т.е. между внешним и внутренним контурами нефтеносности. В предлагаемом нами подходе запасы ВНК определяются как сумма запасов в секторах AB_1C_1 , $A_2B_2C_2$ и A_3B_3C . Очевидно, что при такой оценке запасы нефти ВНК будут значительно ниже. При широких ВНК и высокой расчлененности продуктивного пласта запасы нефти в пределах ВНК, определенные дифференцированно по эффективным прослоям, могут на порядок и более отличаться от запасов ВНК при традиционном подходе.

Порядок реализации нового подхода к оценке ВНК состоит в следующем. Площадь, в пределах которой эффективные прослои контактируют с пластовой водой, при простом строении объекта определяется по структурным картам, построенным по каждому из прослоев нефтяной залежи. В случае сложнопостроенного объекта и затрудненной корреляции доля этой площади от общей площади, заключенной между внутренним и внешним контурами нефтеносности, принимается равной в первом приближении среднему по залежи коэффициенту песчаности (коэффициенту эффективной толщины). Это наглядно показано на рисунке.

Расчет суммарных запасов ВНК для залежей пластового типа производится по зависимости:

$$Q_{ВНК} = 0,5 m \beta \gamma \theta (S_1 h_1 + S_2 h_2 + S_3 h_3 + \dots S_n h_n), \quad (1)$$

где $Q_{ВНК}$ — балансовые запасы нефти в водонефтяной зоне; m — пористость коллектора; β — нефтенасыщенность коллекто-

ра; γ — плотность нефти в поверхностных условиях; θ — пересчетный коэффициент; $S_{1,2}$ — площадь зоны контакта нефти с водой пропластка; $h_{1,2}$ — вскрытая толщина пропластка.

Как видно из зависимости, чем меньше толщина эффективного прослоя, тем меньше запасы в контактной зоне (ВНК). При увеличении эффективной толщины прослоев и сокращении их числа в разрезе залежи суммарные запасы нефти контактной зоны будут возрастать. Естественно, что если залежь нефти связана с одним пластом (нерасчлененным на пропластки), то запасы нефти ВНК будут соответствовать запасам, подсчитанным традиционным методом (с использованием карты изопакит).

Для решения практических задач, связанных с оценкой запасов в контактной зоне, можно использовать зависимость, в которой применяются осредненные по залежи подсчетные параметры:

$$Q_{ВНК} = 0,5 m \beta \gamma \theta S_{общ} k_{п} \frac{h_{эф}}{k_p}, \quad (2)$$

где m — пористость коллектора; β — нефтенасыщенность коллектора; γ — плотность нефти в поверхностных условиях; θ — пересчетный коэффициент; $S_{общ}$ — общая площадь ВНК; $h_{эф}$ — эффективная толщина на границе внутреннего контура нефтеносности; $k_{п}$ — средний коэффициент песчаности (коэффициент эффективной толщины); k_p — коэффициент расчлененности.

Для массивно-пластовой залежи с характерным слоистым строением оценка запасов в ВНК осуществляется по той же методике, что и для пластовой. Разница состоит лишь в том, что к рассчитанным запасам ВНК по формуле (1) добавляются запасы подошвенной части залежи, расположенные ниже последнего экранирующего прослоя и поверхности ВНК.

Предлагаемая методика оценки запасов ВНК применима практически для любого типа залежи со слоистым строением пород-коллекторов. Исключением являются залежи массивного типа, для которых слоистое строение не характерно.

На практике предложенный метод впервые был апробирован при подсчете запасов нефти Донецко-Сыртовского месторождения Оренбургской области.

Залежь нефти на Донецком куполе приурочена к верхней части пласта Д_{кт-3}. В целом терригенная толща представляет собой последовательное чередование пористых и плотных пластов со сложной их взаимосвязью по площади и частым замещением отдельных эффективных пропластков плотными породами. Залежь относится к массивно-пластовому типу. Особенность распространения эффективных пропластков такова, что непосредственный контакт нефти с подстилающими залежь пластовыми водами крайне ограничен (см. рисунок).

На основании выполненных построений ряда корреляционных схем и сделанных расчетов установлено, что к ВНЗ в сумме приурочено не более 8 % эффективного объема залежи. В то же время при обычном подходе к оценке запасов ВНЗ их доля от общего объема составляет 32 %.

Выявленные дополнительные запасы нефти, которые можно отнести к разряду активных, нуждаются в специальном подходе к их разработке. Причем для этого не потре-

буется создание новых технологий. За основу могут быть приняты уже известные технологии, например использование площадного заводнения в сочетании с элементами приконтурного. При этом основное внимание должно быть обращено на размещение добывающих и нагнетательных скважин. Нагнетательные скважины должны размещаться так, чтобы обеспечить максимальный охват вытеснением активных запасов ВНЗ. Здесь имеет важное значение не только местоположение скважины, но и регулируемое по времени вскрытие перфорацией всех пропластков, установленных в пределах ВНЗ. Общая направленность реализуемой технологии должна заключаться в организации поэтапного вытеснения (за счет переноса фронта нагнетания) активных запасов нефти от периферии залежи и внутреннему контуру нефтеносности. Естественно, что в зависимости от размеров ВНЗ и расчлененности разреза отдельные детали в решении поставленной задачи могут меняться, однако концепция выделения активных запасов ВНЗ и общий подход к их промышленному освоению приемлемы для широкого спектра геологических условий.

УДК 528.711.1(202):553.98

© И.М.Жуков, Н.Н.Яхимович, 1996

О природе концентрических (кольцевых) дислокаций в связи с поисками нефти и газа

И.М.ЖУКОВ (КУФ ВНИГНИ), Н.Н.ЯХИМОВИЧ (Оренбурггеолком)

Имеются указания на нефтегазоконтролирующую роль концентрических (кольцевых) дислокаций (КД), дешифрируемых на космофотоснимках (КФС), и соображения о возможностях их использования при поисках нефти и газа [1—3]. Поэтому необходимо исследовать и оценить основания и возможности перевода кольцевых структур в категорию поисковых критериев. Здесь рассмотрены преимущественно региональные концентрические кольцевые формы, имеющие диаметр 100—450 км.

Данный вопрос изучался при последовательном сопоставлении отдешифрированных КД (Верхнекамская, Татарская, Бузулукская и частично Саратовская) с данными геологических карт, на которых отображены:

вещественный состав и строение докембрийского кристаллического фундамента;

характер пространственного распределения нефтяных и газовых месторождений в палеозойских отложениях (девон, карбон и пермь).

Татарская КД хорошо сопоставляется с древним Мензелинским массивом (2035 млн. лет), сложенным нерасчлененным гранитоидным комплексом пород архейско-нижнепротеро-

зойской генерации. Отрицательная Бузулукская КД может быть сопоставлена с восточной опущенной частью Жигулевско-Пугачевского блока фундамента — Бузулукской впадиной. В целом данная часть блока сложена гнейсами биотит-амфиболовыми и пироксеновыми архейского возраста (2130—1800 млн. лет). Верхнекамская отрицательная КД приурочена к зоне сочленения трех разнородных и разновозрастных блоков фундамента, характеризующихся погружением их поверхности по мере приближения к центру КД. Саратовская положительная КД, так же как и Татарская, приурочена к центру крупного Аткарского массива. Аткарский массив в основном образован архейскими гнейсами нескольких разновидностей, которые прорваны кордирит-гранатовыми гранитами архейско-раннепротерозойского возраста.

Сопоставление КД с палеорельефом девонской (кыновской) эродированной поверхности показывает (рисунок), что контур (внешний) Татарской положительной КД совмещается с вершиной одноименного свода. При этом от вершины данного свода,

характеризующегося высотами минус 1,56 км, наблюдается погружение девонской поверхности до глубин 2,3—4,2 км. Бузулукская КД по большей части совпадает с одноименной впадиной.

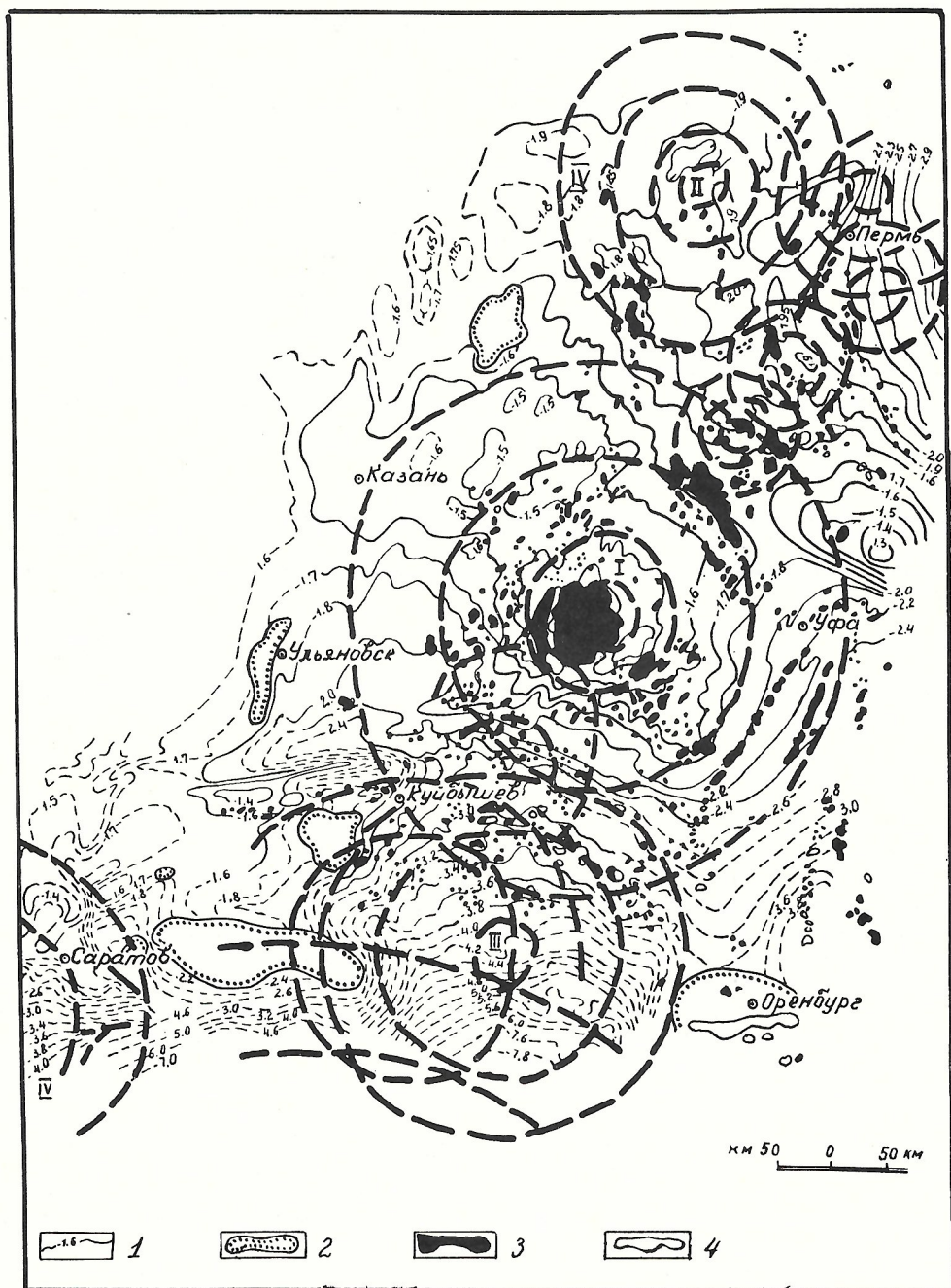
По результатам выполненных сопоставлений удалось сформулировать следующие выводы:

почти все выделенные КД имеют древние

ядра заложения, образованные архейско-нижнепротерозойскими породами;

КД обнаруживают связь с региональными структурами (сводами, впадинами) земной коры, характеризующимися длительной преемственностью развития.

С точки зрения геодинамического моделирования, заложение положительных КД связывается с образованием конических



Сопоставление кольцевых дислокаций со структурным планом по кровле кыновского горизонта:

1 — изогипсы кровли кыновского горизонта; 2 — зоны, где отсутствуют отложения кыновского горизонта; месторождения: 3 — нефти, 4 — газа. КД: I — Татарская, II — Верхне-Камская, III — Бузулукская, IV — Саратовская

кольцевых разломов вокруг восходящих глубинных магматических очагов [3]. Формирование отрицательных КД может быть следствием проседания магматического очага или возникновения кальдер большего диаметра. Дальнейшее становление кольцевых систем трещин в осадочном чехле могло быть вызвано действием консолидированных вулканических форм как штампов на покрывающие слои, а также дифференцированными подвижками концентрических частей этих первичных вулканических массивов и впадин.

Дешифрирование КФС, проведенное в пределах Муханово-Ероховского прогиба, позволило выделить около 30 кольцевых структур, диаметром 10—35 км. Установлено, что внутри некоторых из них расположились такие крупные поднятия (месторождения), как Покровское, Погромненское, Родинское, Пронькинское, Бобровское и другие в Оренбургской области, а также Кулешовское, Лебяжинское, Баринское и т.д. в Самарской.

Имеются основания также говорить о приуроченности колебаний мощности горизонтов осадочного чехла к различным по размерам КД. Можно ожидать, что картирование уча-

стков с аномальным изменением мощностей разреза с использованием данных о КД позволит повысить эффективность геологоразведочных работ, поскольку в пределах таких объектов известны открытия довольно крупных месторождений нефти и газа.

В заключение следует отметить, что значительная часть КД обнаруживает связь либо с центрами, либо с кольцевыми контурами КД, что также может быть использовано в целях повышения эффективности поисков нефти и газа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жабров И.П., Жуков И.М., Муравьев В.В., Понсуй-Шапко Г.П. // Использование результатов дешифрирования космодатаснимков при поисках нефти и газа. Сер. Геология и разведка газовых и газоконденсатных месторождений. Обзорная информация. М.: ВНИИЭгазпром. Вып. 12. 1984.
2. Жуков И.М. Способ геологической интерпретации природы отдешифрированных концентрических (кольцевых) дислокаций земной коры (на примере юго-востока Русской плиты) // Методика и технические средства геоиндикационного дешифрирования. Тез. докл. Свердловск, 1986. С. 42—44.
3. Жуков И.М. Геодинамика структуры осадочного чехла и возможности ее использования при поисках нефти и газа (по данным космоснимков) // Прогноз локальных структур по аэрокосмическим материалам. Тр. ВНИГНИ. Вып. 252. М., 1984. С. 125—127.

Стратиграфия, региональная геология и тектоника

УДК 551.2.05

© Н.Н.Яхимович, 1996

Геодинамика Соль-Илецкого тектонического выступа на юго-востоке Русской платформы

Н.Н.ЯХИМОВИЧ (Оренбурггеолком)

Для оценки перспектив и успешной ориентации поисков полезных ископаемых необходимо выяснение смены геодинамических обстановок в разных тектонических блоках как предпосылки к изменению характера и соотношений связанных с ними структур. Сказанное определяет задачу изучения и реконструкции геотектонических условий и целесообразность построения геодинамических моделей формирования для участков, соответствующих тем или иным подразделениям нефтегеологического районирования.

Рассматриваемый ниже материал относится к Соль-Илецкому выступу и прилегающей с юга части северной прибортовой зоны Прикаспийской впадины или, в более широком тектоническом плане, — к юго-восточному окончанию Русской плиты и сочленению ее с Прикаспийским перикратоном и Предуральским прогибом. Здесь открыты весьма крупные Оренбургское и Карачаганакское нефтегазоконденсатные месторождения, и вследствие интенсивного от-

бора из них газа очень остро стоит вопрос о перспективах дальнейших поисков для восполнения сырьевой базы, в частности, о наличии структур, подобных Карачаганак, восточнее этого месторождения.

Статические модели геологического строения, исходящие из представления о преобладании вертикальных движений, для описываемого района давно разработаны и известны [1, 3, 6, 8, 11, 13]. Прикаспийская впадина в этих моделях является пассивно погружающимся регионом, по периферии которого происходило образование преимущественно структур растяжения, в т.ч. и разломов. Мнение о наличии в прибортовом обрамлении впадины структур горизонтального сжатия — надвигов и взбросов — впервые высказано М.А.Камалетдиновым и Ю.В.Казанцевым [4, 5]. Позднее Г.В.Макаров и другие [7, 10] предложили схему субширотных взбросов-надвигов по югу Оренбургской области, считая источником тангенциальных напряжений Прикаспий-

скую впадину. В данной статье сделана попытка разработки и обоснования геодинамической модели, строящейся на допущении значительной роли горизонтальных движений в формировании Соль-Илецкого выступа и прилегающей части Прикаспийской впадины. Мы хотели показать правомерность существования указанной модели и ее высокую вероятность. Актуальность предлагаемой разработки подтверждается и выводами геофизиков. В последнее время некоторые исследователи (М.Е.Герасимов, В.А.Трофимов) отходят от традиционной интерпретации видимого на сейсмопрофилях строения осадочного чехла и фундамента как статических автохронных систем и выделяют в сейсмическом поле надвиги и шарьяжи по совокупности ранее не использованных признаков [2].

Оренбургский вал представляет собой уникальное месторождение, находящееся на наиболее приподнятом северном краю Соль-Илецкого выступа и приуроченное к карбонатным породам среднего — верхнего карбона и нижней перми, которые непосредственно налегают на преобладающе терригенную ордовикскую толщу. Карачаганакское месторождение образовано раннепермским рифовым массивом высотой 1600 м. Риф надстраивает пологую платформенную структуру, выраженную по отражающим горизонтам в девоне и карбоне. В ее пределах, по данным бурения, ниже-среднекаменноугольные органические породы залегают с размывом на среднедевонских депрессионных осадках.

Фиксируемый на Оренбургском валу перерыв в осадконакоплении свидетельствует о каких-то исключительных условиях формирования вала, и до сих пор нет удовлетворительного объяснения традиционных представлений о блоковых поднятиях и размыве. Что привело к воздыманию достаточно ограниченного по площади блока в течение всего девона и затем к опусканию на время карбона и перми? Если же Оренбургский вал покрывался девонскими осадками и был дном моря, причем дном глубокого шельфа, то по-прежнему непонятно, с чем связана подобная резкая инверсия северной части Соль-Илецкого выступа, приведшая к размыву девонских осадков и затем столь же резко сменившаяся погружением в карбоне и перми на уровень морского дна. К тому же мощность ордовикских отложений на Оренбургском валу очень значительна (вскрыто около 2 км) и не идет ни в какое сравнение с малыми мощностями слоев, относимых к ордовику к северу от вала. Вместе с тем ордовикские отложения в пределах вала при максимальной мощности, судя по абсолютным отметкам, образуют валообразную структуру. Но это значит, что первоначальное накопление их должно было происходить в грабене, и что в дальнейшем грабен этот инверсионно раскрылся и борта его бесследно исчезли.

М.А.Камалетдинов выделяет Оренбург-

ский надвиг, рассматривая Оренбургский вал как фронтальную складку, опоясанную разломом, имеющим характер взброса в лобовой части надвига [5]. При этом, по его мнению, шарьированию и надвиганию в разное время подвергался ордовикский аллохтон с залегающими на нем каменноугольными и пермскими породами. К доказательствам надвига он относит, в частности, фиксируемое по скважинам к северу от вала погружение слоев девонских и каменноугольных отложений в южном направлении. К этому надо добавить, что изученные здесь по скважинам средне- и верхнедевонские отложения — от бийско-афонинских до кыновских — представлены относительно глубоководными фациями, которые сравнительно узкими полосами примыкают к северному крылу вала и отсутствуют на его южном крыле и в сводовой части. Таким образом, первоначальное распространение фаций здесь вторично нарушено, и они обрзаны взбросом вдоль основания северного крыла структуры.

По некоторым данным (И.П.Варламов), переход от Русской плиты к Прикаспийской впадине, по крайней мере, в отдельные отрезки времени в девоне и карбоне был довольно постепенным. Этим объясняется наличие относительно глубоководных верхнефранских осадков среднего и верхнего карбона на поднятом крыле пограничной между плитой и впадиной Илекско-Яйсанской флексуры (скв. 501 Филипповская, 1 Авангардская, 10 Соль-Илецкая). И отмечаемая ныне резкая ступенчатая дифференциация территории является в значительной мере вторичной, возобновлявшейся периодически.

В южной части Оренбургской области параллельно периметру Прикаспийской впадины прослеживаются субширотные крутопадающие флексуры, переходящие в разломы. Среди них наиболее протяженная — Иртек-Илекская, трассируемая через весь район исследований; амплитуда ее колеблется от 0,5 до 1,5 км. Южнее ее в западной части территории имеется еще одна высокоамплитудная флексура — Южно-Карачаганакская, совпадающая с южным склоном Карачаганакского поднятия и дающая перепад высот по горизонту Π_1 (подсолевая нижняя пермь) до 1,5 км. К западу от указанного поднятия в северо-восточном направлении от этой флексуры отделяется ветвь, сливающаяся с Иртек-Илекской флексурой. Восточнее поднятия от последней ответвляется Илекско-Яйсанская флексура, образующая юго-западную границу треугольного в плане Соль-Илецкого выступа.

Севернее Иртек-Илекской расположена система Камелик-Чаганской флексуры, состоящая из двух-трех субпараллельных ветвей. Однако она не выходит на Соль-Илецкий выступ, а затухает к западу от него, выклиниваясь на юго-западном краю магнитного максимума, который, вероятно, от-

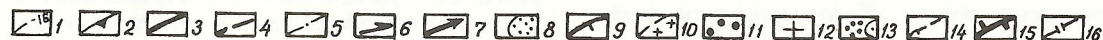
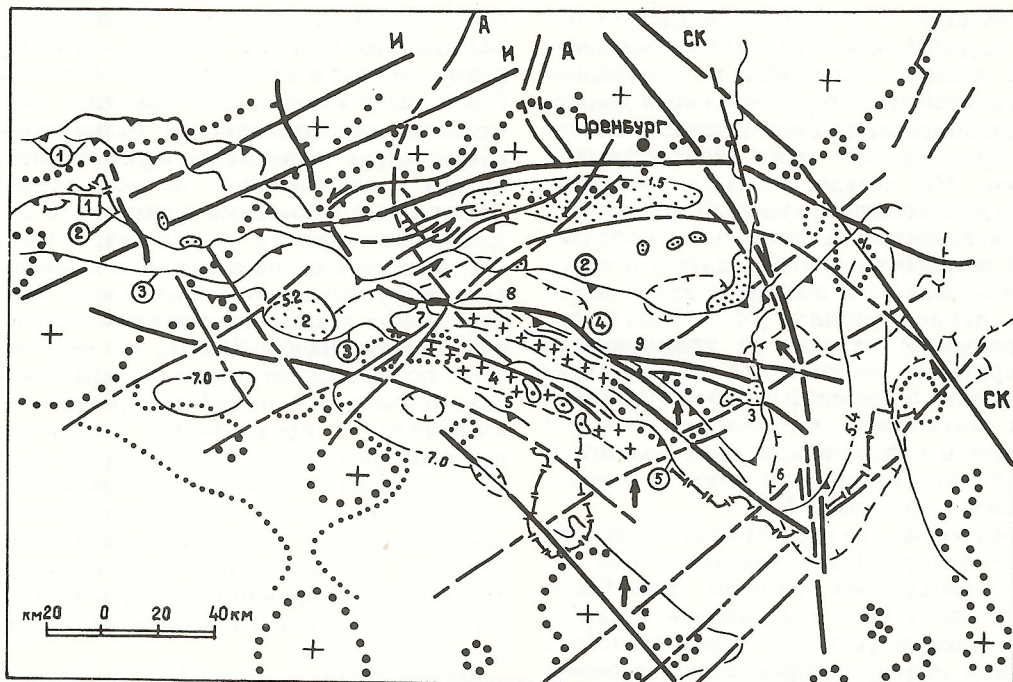


Рис. 1. Схема геодинамики Соль-Илецкого выступа:

1 — изогипсы отражающего горизонта Kn_2 ; 2 — крутопадающие флексуры, переходящие в разломы (цифры в кружках: 1 — Камелик-Чаганская система, 2 — Иртек-Илекская, 3 — Южно-Карачаганакская, 4 — Илекско-Яйсанская, 5 — Аксайская); разломы по геолого-геофизическим данным и результатам дешифрирования космоснимков: 3 — основные границы геоблоков, в т.ч. испытывавшие горизонтальные смещения, 4 — прочие разломы; 5 — разломы по данным сейсморазведки на уровнях разных отражающих горизонтов; 6 — основные трассы и направления сдвига; 7 — основные направления горизонтального смещения южного и восточного краев Соль-Илецкого блока; 8 — нефтегазовые месторождения (1 — Оренбургское (вал), 2 — Карачаганакское, 3 — Нагумановское); 9 — гравитационные уступы; 10 — относительные гравиметрические максимумы в поле отрицательных значений силы тяжести (северный — Илекский, южный — Каинсайский); 11 — границы положительных аномалий магнитного поля ΔT_a ; 12 — внутренние части указанных аномалий; 13 — положительные аномалии в отрицательных значениях магнитного поля; 14 — отрицательные магнитные аномалии; 15 — линейные магнитные аномалии, связанные с основными границами геоблоков; 16 — флексуры; структуры: 4 — Каинсайская, 5 — Буранная, 6 — Вершиновская, 7 — Барханная, Привольная, Песчаная (с юга на север); 8 — северная часть профиля 8 (Восточно-Песчаное поднятие); 9 — северная часть профиля 30 (Соль-Илецкая структура); линеаменты — сквозные (секущие) протяженные разломы: И — Ик-Иртекский, А — Ашкадарский, СК — Салмышско-Кинельский линеамент

вечает блоку фундамента, имеющему тенденцию смещения на юго-запад.

В западной части района две южные линии флексур образуют резкие коленообразные изгибы в плане, которые позволяют говорить о присутствии здесь так называемых горизонтальных флексур, т.е. флексур с вертикальным положением продольной оси. Эти структурные элементы могут служить показателями горизонтального смещения тектонических блоков, т.е. сдвиговых деформаций. Так, есть основания считать, что Иртек-Илекская и Илекско-Яйсанская флексуры вместе с Южно-Карачаганакской очерчивают две системы левых сдвигов; им соответствуют коленообразные изгибы флексур западнее и восточнее Карачаганакского месторождения. Вместе с тем изгибы обеих субширотных линий названных флексур, а также изгиб флексуры к югу от Оренбургского вала находятся на одной диагональной линии и, в сущности, со-

ставляют одну флексуру диагонального направления, протянувшуюся от Карачаганак к западному окончанию Оренбургского вала. В полосе, прилегающей к этой диагональной линии, происходит расщепление (виргация) флексур к востоку с образованием трех новых флексур — южнее Оренбургского вала, Аксайской и южнее Буранного поднятия, что можно рассматривать как следствие нарастания горизонтального давления и смещений.

Выделяется также диагональная зона разломов (линейных дислокаций) между Оренбургским валом и Карачаганакским поднятием в полосе, примерно ограниченной описанной выше составной диагональной флексурой и разломом, расположенными восточнее (рис. 1).

К югу от Илек-Яйсанской флексуры наблюдается схождение структурных поверхностей. По карте Л.И.Ровнина [9], разница

между абсолютными отметками горизонтов P_1 (А) и P_2 (С₂) на северном крыле флексуры составляет 800—1000 м, на южном — 200—400 м; для горизонтов Кн₂ и Daf (по сейсмопрофилям) 2200 и 200—1100 м соответственно. Считается, что уменьшение мощности отложений связано с переходом относительно мелководных или биогермных фаций в более глубоководные. Аналогичным образом построены западная часть Иртек-Илекской, Южно-Карачаганакская и Аксайская флексуры. Но это означает, что и во внутренней прибортовой зоне Прикаспийской впадины в узких полосах на прифлексурных участках происходит повторное нарастание мощности подсолевых карбонатов нижней перми, объясняемое, по-видимому, присутствием гряд биогермов. Строение наиболее протяженной Иртек-Илекской флексуры различно в западной и восточной частях: на западе она — тектоно-седиментационная, на востоке — тектоническая, т.е. представлена изгибом пластов без изменения их мощности. Граница же Прикаспийской впадины отвечает раннепермскому карбонатному уступу и должна проводиться на западе по Иртек-Илекской, а на востоке (к югу от Соль-Илецкого выступа) — по Илекско-Яйсанской флексурам.

По сейсмопрофилям выявляется дискордантное налегание соленосной и надсолевой толщ на подсолевые карбонатные породы. При этом соляные гряды полностью или частично совмещены с флексурами, занимая непосредственно пред- или зафлексурное положение (с юга на север). Подобное соотношение может быть следствием смещения верхних толщ пород относительно карбонатного субстрата и бокового нагнетания пластических масс солей и глин на поднятые крылья флексур и разломов под воздействием тангенциального давления.

Скважинами, пробуренными к югу от Илекско-Яйсанской флексуры, при глубинах забоев 4700—5500 м подсолевые отложения нигде не вскрыты. Прогнозные глубины до подсолевой структурной поверхности не подтвердились. Толщи, залегающие выше подсолевых карбонатов, представлены отложениями молассового типа, свойственного межгорным впадинам и краевым прогибам, — верхнепермской терригенной и кунгурской соленосной молассами.

На Соль-Илецком выступе и прилегающей к нему с севера территории значения гравитационного поля изменяются с севера на юг от положительных к отрицательным и в среднем постепенно уменьшаются в южном направлении. Оренбургский вал, заключенный между двумя дуговидными разломами, проявляется относительным гравитационным максимумом в отрицательном поле. К северу от линии Илекско-Яйсанской флексуры расположена обширная гравитационная депрессия с изометрическими локальными формами аномалий; Оренбург-

ский вал находится на северном склоне этой депрессии. Южнее указанной линии гравитационное поле расчленено на серию узких гряд (высокоинтенсивных удлинённых и полосовидных аномалий). Среди них привлекают внимание два относительных гравитационных максимума, расположенных соответственно южнее Илекско-Яйсанской и Аксайской флексур.

Магнитное поле с севера на юг в среднем также изменяется от положительного к отрицательному со снижением интенсивности и размеров положительных аномалий к югу. Данное изменение поля сопутствует общему погружению фундамента. Срединная часть большой положительной магнитной аномалии приурочена к участку между Аксайской и Илекско-Яйсанской флексурами. От нее цепочка относительных магнитных максимумов в поле отрицательных значений прослеживается южнее Аксайской флексуры на довольно крупный относительный максимум, находящийся к югу от Барханного поднятия. Этот максимум сопоставляется с мысом положительной магнитной аномалии западнее Карачаганака. Описанная цепь положительных магнитных аномалий совпадает с полосой южного из двух указанных выше относительных гравитационных максимумов. В этой же полосе находится установленная сейсморазведкой Каинсайская структура. Севернее данной магнитной гряды расположена обширная магнитная депрессия, совпадающая в общих чертах с гравитационной. Оренбургский вал, как и в случае гравитационного поля, также занимает место на ее северном склоне.

Северный гравитационный максимум накладывается на полосу повышенного магнитного градиента, относящуюся к южному склону упомянутой магнитной депрессии. Отдельные относительные максимумы в полосе этой магнитной моноклинали возможны, но, по-видимому, не выделяются из-за общего повышения градиента.

Илекско-Яйсанская флексура в гравитационном поле не выражена: она не сопровождается полосой повышенного градиента изменения значений силы тяжести и приходится на обращенный к северу склон субширотной гравитационной депрессии. Сходная картина отмечается и в магнитном поле.

Подфлексурное положение гравитационных и магнитных максимумов объясняется, по-видимому, приуроченностью закартированных сейсморазведкой флексур к нижней части молассового комплекса; мощность ее в изученном районе локально может быть значительной; при этом, судя по сейсмопрофилям, в подсолевых отложениях имеет место смещение к югу линий флексур и разломов, соответствующих флексурам, с уменьшением их амплитуды, что создает параллельные линии дислокаций на разных структурных уровнях. Вместе с тем тяготеющие к флексурам соляные гряды создают в гравитационном по-

ле отрицательный эффект, превышающий положительный от подсолевого уступа. Эти же обстоятельства, вероятно, служат и причиной не проявления Илекско-Яйсанской флексуры в гравитационном поле.

И по амплитуде, и по своему строению Южно-Карачаганакская флексура подобна Илекско-Яйсанской; восточнее Карачаганака она образует крутой изгиб к северо-востоку, выходя на указанную флексуру. Подобные же изгибы и слияние ветви южной флексуры с более северной, как уже отмечалось, наблюдаются и западнее Карачаганака. Северо-восточные изгибы флексуры или ее ветвей рассматриваются как показатель левого сдвига вдоль диагональных разломов. Отмечается концентрация параллельных линейных дислокаций перед Илекско-Яйсанской флексурой, что указывает на поперечное к ней интенсивное горизонтальное давление.

Аксайская флексура, близкая по положению в плане к Южно-Карачаганакской, но не имеющая с ней отчетливой структурной связи (возможно ее соединение с Илекско-Яйсанской флексурой), вероятно, представляет собой новообразование от корней единого глубинного концентрического разлома, устойчиво проявлявшегося в пределах окраинной зоны Прикаспийской впадины. Таким же новообразованием является флексура к югу от Буранного поднятия. К востоку от диагонального изгиба по линии Оренбургский вал — Карачаганак тектоно-седиментационная Иртек-Илекская флексура становится тектонической. К тому же типу относится флексура, расположенная южнее Оренбургского вала и присоединяющаяся к севера к Иртек-Илекской.

Все изложенное, а также линейный характер или удлиненная форма складок, установленных сейсморазведкой в кунгурской и надкунгурской толщах и частично в подсолевых отложениях, позволяют считать, что к востоку от диагональной зоны нарушений, связывающей Оренбургский вал с Карачаганакским поднятием, изменяется стиль строения территории, что вызвано преобладанием условий горизонтального сжатия.

Карачаганакское поднятие расположено на структурной террасе, окруженной флексурами, образующими в этом месте крутые излучины к северу. Подобной же излучиной Иртек-Илекской флексуры отмечен Рожковский тектонический выступ. На основе имеющегося материала можно полагать, что возникновение структурных террас и их замыкание (выклинивание) во внутренней прибортовой зоне регулируются левыми сдвигами по диагональным разломам, пересекающим борт Прикаспийской впадины. Обстановка общего тангенциального сжатия неблагоприятна для формирования этих террас. Тем не менее наличие сходной террасы возможно непосредственно восточнее диагонального разлома, пересекающего Оренбургский вал и борт Прикаспийской впадины.

Исходными (первичными) в изучаемом районе были, вероятно, южная флексура Карачаганак, Илекско-Яйсанская и Иртек-Илекская. С учетом изгиба к северо-востоку южной флексуры, ориентированной на этом отрезке вдоль диагонального разлома, а также расстояния между субширотными разломами краевой зоны впадины, параллельными флексурам, амплитуда возможного горизонтального смещения Соль-Илецкого блока в течение палеозоя составляла 20—30 км. Расщепление (виргация) флексур является, с одной стороны, следствием смещения блока и изгиба уже имевшихся флексур, а, с другой, — результатом формирования новых флексур под воздействием тангенциального давления как на поднятом, так и на опущенном крыльях исходных дислокаций в пределах активного (движущегося) блока.

Основные горизонтальные смещения происходили по ордовикским отложениям; к ним приурочены горизонтальные поверхности сместителей, образующие подошву общего унаследованно развивавшегося надвига; при этом толща ордовика претерпела горизонтальное перемещение либо в целом, либо в значительной своей части. Отложения ордовика состоят из кварцитовидных песчаников, кварцитов и алевролитов, с подчиненным количеством аргиллитов и редкими слоями известняков.

На поперечном профиле через Оренбургский вал (рис. 2) видно, что породы ордовика выполняют широкую депрессию; днищем ее, возможно, служит тектоническая поверхность срыва и скольжения ордовикского комплекса по более древним слоям. В этом случае взброс, параллельный северному крылу вала, должен рассматриваться как лобовая часть надвига. Толща ордовика достаточно интенсивно дислоцирована. Внутри депрессии прежде всего выделяется крупная опрокинутая антиклинальная складка с крутым северным и пологим южным крыльями; это указывает на северное направление тангенциального давления — со стороны Прикаспийской впадины; складка образует собственно ордовикское ядро Оренбургского вала. Кроме нее на разных гипсометрических и структурных уровнях вырисовываются антиклинали коробчатой формы, что вполне понятно, если учесть ведущую роль кварцито-песчаников в разрезе отложений. Крутые северные крылья складок у своих оснований сопряжены с узкими синклинальными прогибами, имеющими, возможно, дизъюнктивную природу или связь с дизъюнктивами. Местами, при отсутствии трогообразных синклиналей, отмечается обратное (на юг) надвигание коробчатых форм на опрокинутую к северу антиклинальную структуру.

В целом описанная картина указывает на то, что залегающая в депрессии толща была деформирована вследствие бокового давления с юга; сжатие послужило причиной инверсии первоначальной структурной фор-

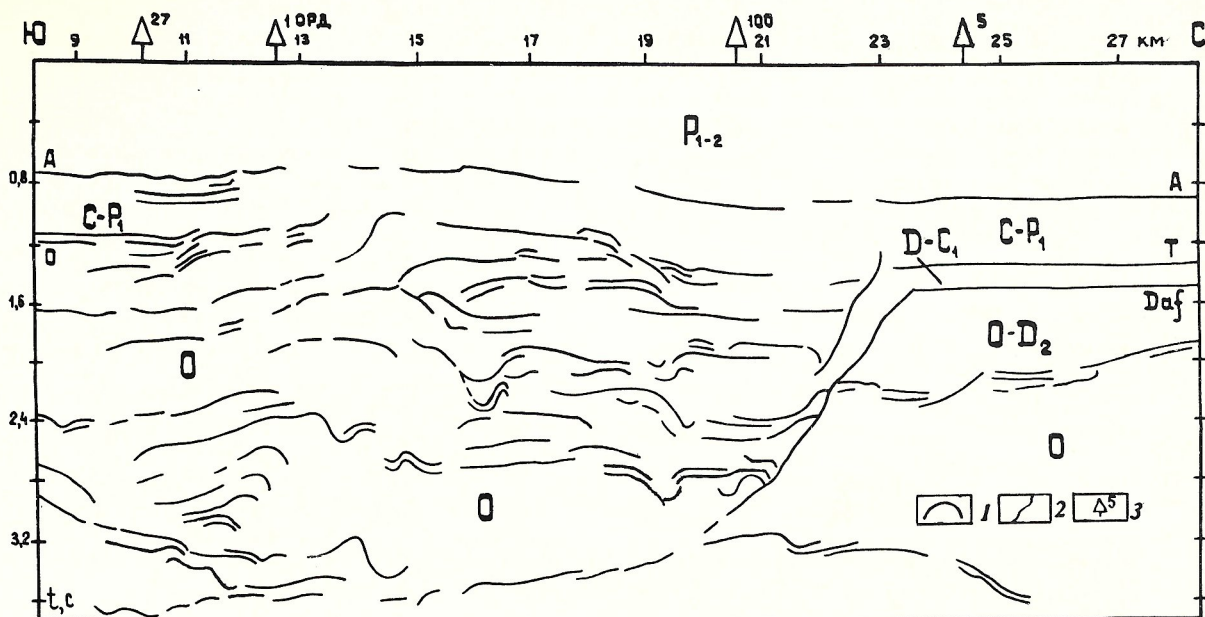


Рис. 2. Фрагмент поперечного временного сейсмического разреза через Оренбургский вал, по З.В.Зенкиной, 1992:

1 — стратифицированные отражающие горизонты, стратиграфические, тектонические поверхности горизонтального скольжения пород: А — кровли артинского яруса, Т — турнейского яруса, Daf — афонинских отложений, О — кровли ордовикских отложений; 2 — разломы типа взбросо-надвигов, переходящие в субгоризонтальные поверхности пологих надвигов; 3 — скважины глубокого бурения

мы пологонаклонных или горизонтальных слоев с образованием общей валообразной структуры и ее частных элементов. Упором при сжатии толщи служил взброс вдоль северного крыла вала.

Весь ордовикский комплекс, вероятно, включает несколько тектонических пластин, разделенных волнистыми поверхностями смещения с отдельными значительными, но округленными выступами рельефа. К северу от упомянутого выше взброса постель верхней чешуи надвига испытывает пологий подъем, прерываемый взбросом.

Горизонтальные смещения по подошве или вблизи подошвы ордовика продолжались, по-видимому, и севернее Оренбургского вала в пределах Восточно-Оренбургского поднятия. Так, в 15 км на север от границы вала по тому же профилю, но за пределами представленного на рис. 2 отрезка, на широте Кариновского месторождения зафиксирован еще один характерный переход [12] от горизонтальной пачки отражений к круто наклоненной на юг фронтальной части сместителя.

По профилям через Илекско-Яйсанскую флексуру (рис. 3) наблюдается схождение к югу отражающих горизонтов, стратифицируемых как кровля артинского яруса, с ниже расположенными горизонтами. Однако анализ соотношения отражений позволяет сделать вывод, что первичное (седиментационное) схождение стратиграфических поверхностей здесь нарушено наложением гори-

зонтальных тектонических смещений. При общей направленности движения нижележащих слоев к северу раннепермский карбонатный уступ и отвечающая ему пластина пород испытали обратное перемещение к югу и сформировали ретронадвиг (обратный надвиг) по поверхности срыва, заложившейся вблизи основания карбонатного уступа; смещение составляет 2—4 км.

Ретронадвиги, скорее всего, имеют место с большей или меньшей степенью выраженности по всему северному периметру Прикаспийской впадины. В полосе бортового уступа прогнозируются сложные соотношения слоев, связанные с горизонтальными тектоническими контактами, — удвоение разреза, надвижение подсолевых отложений на слои кунгурского и посткунгурского возраста.

Профиль 30 (см. рис. 3, б) наглядно иллюстрирует возможность деформирования молассового комплекса вследствие бокового давления с юга. При этом пачка пород, отвечающая раннепермскому уступу, оказывается зажатой между двумя толщами с преобладающим смещением к северу.

Верхний терригенно-соленосный структурный ярус (молассы) подвергся направленному с юга горизонтальному сжатию, как и основная часть подсолевых отложений. Однако представляется, что импульсы смещения по верхнему и нижнему структурным уровням не совпадали во времени, и преимущественное давление с юга испытывал то верхний, то нижний комплекс. При

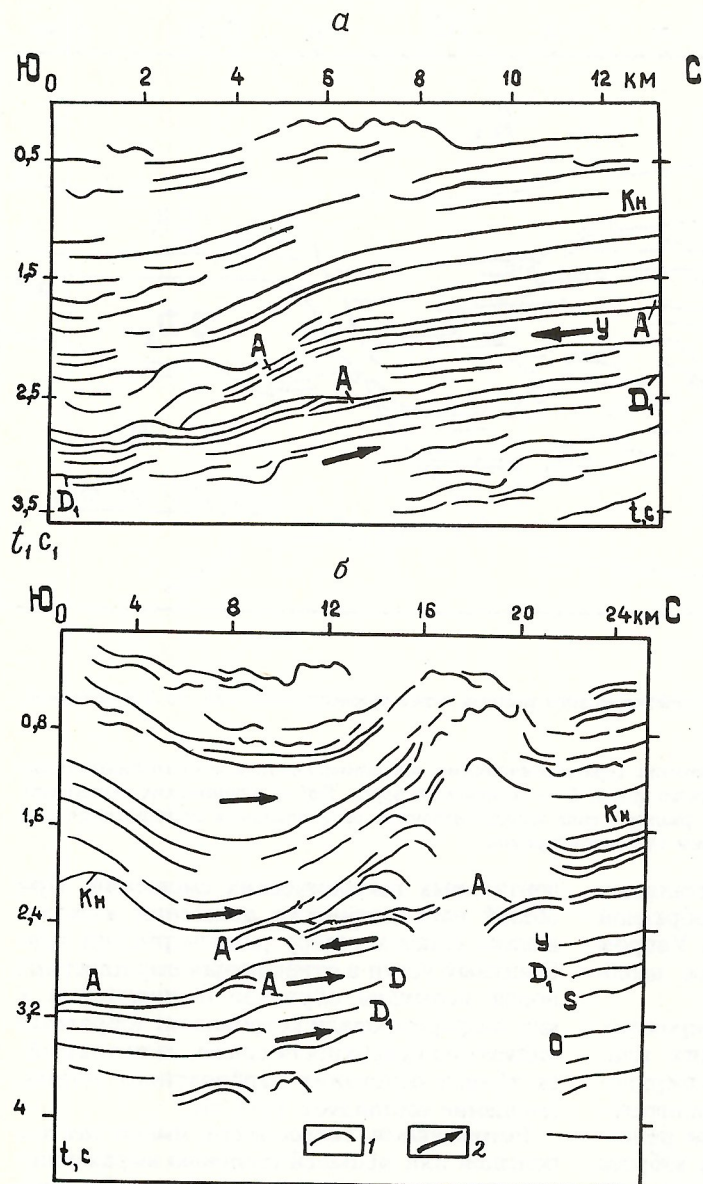


Рис. 3. Фрагменты поперечных временных сейсмических разрезов через Илекско-Яйсанскую флексуру:

a — профиль 8 (по Н.И.Поповой, 1991); *б* — профиль 30 (по Ю.А.Беляевой, 1993); 1 — стратифицированные отражающие горизонты, стратиграфические, тектонические поверхности горизонтального смещения пород: Кн — кровли кунгурского яруса, А — артинского яруса, У — бобриковских отложений нижнего карбона, D — поверхности отложений среднего и верхнего девона, D₁ — нижнего и среднего девона, S — кровли отложений силура, O — ордовика; 2 — направления результирующего горизонтального смещения тектонических пластов и комплексов отложений

более активном перемещении и смятии верхнего комплекса по сравнению с нижним знаки относительных смещений слоев ниже подошвы верхнего комплекса менялись на противоположные; то же происходило и в верхней толще при лидирующем смещении нижнего комплекса. Ретронадвиг карбонатного уступа формировался в последнем случае, т.е. при смещении к северу нижней части артинских отложений вместе с комплексом более древних пород, включающим и породы ордовика.

Перемещения Соль-Илецкого выступа по горизонтальным тектоническим поверхностям в ордовикских отложениях происходили одновременно с осадконакоплением и формированием покрывающих их более молодых палеозойских отложений в течение девона — ранней перми. Таким образом, по отношению к надордовикской толще основные сдвиги и надвиги имели конседимента-

ционный характер. Это выразилось в изгибании флексур и растягивании их каленообразных изгибов, расширении структурных зон, ориентированных по периметру впадины, в превращении их в пучки линейных дислокаций разной глубинности и смещении флексур на север в пределах Соль-Илецкого выступа. При этом к западу от диагонального разлома между Оренбургским валом и Карачаганакским поднятием возможно обратное направление смещения флексур в более молодых отложениях.

Это же отчасти объясняет и наблюдаемое ныне подфлексурное положение полосовидных гравитационных максимумов: флексуры в более древних отложениях закладывались и располагались вблизи или по южным границам этих максимумов. Следствием общего сдвига было, вероятно, и значительное продвижение к северу глубоководных фаций среднего — верхнего карбона и нижней

перми, их трансгрессия на отдельные участки, приуроченные в современном структурном плане к поднятому крылу Илекско-Яйсанской флексуры (скв. 10 Соль-Илецкая, 1 Авангардская).

Позднее, после накопления кунгурской соленосной и верхнепермской терригенной моласс горизонтальные движения возобновились. Под влиянием тангенциальных напряжений молассовый комплекс смещался к северу относительно карбонатного субстрата, оказывая боковое давление на его выступы и деформируя их.

Существует представление о продолжении Карачаганакского поднятия к востоку в виде Казахстанского мегавала; однако его положение в плане на структурной основе, составленной по геофизическим данным, определяется недостаточно четко [13].

Исходя из анализа приводимого здесь материала, вопрос о восточном продолжении Карачаганакского поднятия не решается однозначно. Наличие сдвига и надвига к северу заставляет искать продолжение цепи поднятий вдоль изгиба к северо-востоку Южно-Карачаганакской флексуры и далее — вдоль северного полосовидного максимума силы тяжести. Однако, учитывая возможность регенерации структур от корней устойчивого кольцевого разлома, цепь поднятий может быть расположена на древнем тектоническом цоколе и непосредственно к востоку от Карачаганакского поднятия, в полосе южного гравитационного максимума. Обе полосы максимумов представляют интерес для заложения параметрических скважин, отработки региональных пересечений сейсмопрофилями с интервалом 15—20 км и размещении поисковой сейсморазведки.

Консидиментационный характер сдвигов затрудняет точные определения границ, механизма и всех основных трасс сдвига. Наиболее хорошо выражены западные трассы и территориальные пределы сдвига. Смещения на востоке Соль-Илецкого выступа менее определены и для их реконструкции меньше данных. Тем не менее и здесь по некоторым признакам и соотношениям намечены две основные трассы сдвиговых перемещений. Одна из них проходит по восточному субмеридиональному краю Соль-Илецкого выступа, другая — по разлому северо-западного простиранья, названному ранее Салмышско-Кинсельским линейamentом [14]. При этом западная часть расположенного здесь магнитного минимума, отвечающего Ново-Алексеевскому грабену, ориентирована вдоль трассы субмеридионального сдвига. По западному диагональному разлому отмечено продвижение к северу магнитного максимума в соответствии с предполагаемым смещением блока.

По пересекающимся на юге диагональным разломам можно условно наметить несколько стадий перемещения к северу южного угловидного края Соль-Илецкого геоблока. Допускается регенерация разломов в осадочном чехле от остаточных корней нарушений после сдвигания к северу края блока.

Отмечено также дополнительное смещение восточного края Соль-Илецкого выступа в пределах частного треугольного блока, обрамленного углом к югу. Его признаками служат дуговидный изгиб, расположенный выпуклостью к северо-западу диагональной флексуры, и совпадающий с ним «залив» магнитного минимума.

В предложенной геодинамической модели Прикаспийская впадина расценивается как активный тектоген, создающий горизонтальные напряжения и воздействующий на соседние территории. Источником горизонтальных напряжений могли быть поднятия во впадине, приведшие к частичной инверсии участков синеклизы и надвиганию ранее синклиналию залегающих толщ на края впадины за счет появления избыточной длины этих толщ при «выпрямлении» их подошвы. Другим источником горизонтального давления и перемещений могли быть, например, какие-то медленные ротационные движения глубинных масс большого объема во внутренних частях Прикаспийской впадины.

Сформулируем основные выводы.

1. Приведенные данные обосновывают предположение о смещении к северу Соль-Илецкого выступа в течение палеозоя на 20—30 км при условии приуроченности подошвы основного надвига к ордовикским отложениям.

2. По отношению к послеордовикским отложениям сдвиги и надвиг были консидиментационными, т.е. развивались одновременно с накоплением осадков.

3. Верхний структурный ярус, представленный ниже-верхнепермским молассовым комплексом, смещался к северу по карбонатному субстрату в качестве отдельного тектонического покрова; при этом происходило нагнетание солей на поднятые крылья подсолевых структур с образованием соляных гряд.

4. Вследствие разновременности перемещений верхнего и нижнего (включающего ордовик) структурных ярусов пачка слоев, отвечающая раннепермскому карбонатному уступу, сформировала ретронадвиг к югу, обратный общему смещению горных масс.

5. Продолжение зоны Карачаганакского поднятия к востоку в виде цепи поднятий, возможно, расположенных на общем цоколе, допускается вдоль Южно-Карачаганакской и Илекско-Яйсанской флексур в полосе северного гравитационного максимума, а также вдоль южного гравитационного максимума — в результате регенерации структур по горизонтали.

6. Прикаспийская впадина являлась источником активных сжимающих напряжений. При этом обнаруживается гетерогенность кольцевых поясов дислокаций краевых частей и обрамления впадины, чем в значительной мере и объясняется неоднородность их строения по простиранью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аксенов А.А., Новиков А.А. и др. Перспективы нефтегазоносности Волгоградского Заволжья // Геология нефти и газа. 1993. № 1. С. 4—7.
2. Герасимов М.Е. Общие черты тектонического облика Зилаирского синклинория и Актюбинского Приуралья // Шарьяжно-надвиговая тектоника и поиски полезных ископаемых. Уфа, 1992. С. 24—26.
3. Жуков И.М., Коврижкин В.С., Кутеев Ю.М. и др. Геологическая модель Бузулукской впадины и направления поисковых работ // Геология нефти и газа. 1992. № 12. С. 5—10.
4. Казанцев Ю.В., Камалетдинов М.А. Основные особенности тектоники Предуральского краевого прогиба // Бюлл. МОИП. Отд. геология. 1977. Т. 52. Вып. 6. С. 122—138.
5. Камалетдинов М.А., Степанов В.П. и др. Шарьяжно-надвиговая тектоника Волго-Уральской области. — М.: Наука, 1990.
6. Коновалов В.В., Кутеев Ю.М. Перспективы нефтегазоносности Соль-Илецкого сводового поднятия и северо-восточной прибортовой части Прикаспийской синеклызы // Геология нефти и газа. 1993. № 3. С. 22—27.
7. Макаров Г.В., Чекалев О.Ю., Новицкий Ю.В. Глубинное строение Бузулукской впадины и перспективы нефтегазоносности отложений среднего девона // Геология нефти и газа. 1985. № 7. С. 13—17.
8. Максимов С.П., Шпильман И.А. и др. Направление и методика проведения геологоразведочных работ с целью открытия и разведки газоконденсатных месторождений в северной бортовой части Прикаспийской впадины // Геология нефти и газа. 1983. № 1. С. 1—8.
9. Ровнин Л.И., Чакабаев С.Е. Структурные карты Прикаспийской нефтегазоносной провинции по сейсмическим горизонтам П₁ и П₂ — М.: Мингео РСФСР. 1987.
10. Светлакова А.Н. Результаты сейсмического моделирования разреза в условиях соляной тектоники и регионального сжатия // Отечественная геология. 1993. № 1. С. 85—91.
11. Соловьев Б.А. Этапы эволюции и нефтегазоносность осадочного чехла Прикаспийской впадины // Геология нефти и газа. 1992. № 8. С. 13—18.
12. Шерифф Р., Гелдарт Л. Сейсморазведка. — М.: Мир, 1987.
13. Шпильман И.А. Обоснование направлений поисковых работ на нефть и газ в Прикаспийской впадине // Сов. геология. 1990. № 11. С. 118—125.
14. Яхимович Н.Н. Использование космической информации при выделении наложенных (сквозных) зон структурного контроля нефтегазоносности (на примере платформенной части Оренбургской области) // Труды ВНИГНИ. 1984. Вып. 252. С. 116—124.

УДК 551.734(470.56)

© С.П.Макарова, Н.Н.Яхимович, 1996

О стратиграфических несогласиях в девонских отложениях в области сочленения Русской плиты, Прикаспийской впадины и Предуральского краевого прогиба

С.П.МАКАРОВА (Южно-Уральский филиал ВНИГНИ), Н.Н.ЯХИМОВИЧ (Оренбурггеолком)

Изучение стратиграфических перерывов и несогласий — один из путей познания закономерностей геологического развития региона. Рассматриваемая территория включает борт и внутреннюю прибортовую зону Прикаспийской впадины, ее внешнее обрамление, южную часть Предуральского прогиба. В пробуренных здесь глубоких скважинах (более 70) установлены стратиграфические несогласия внутри девонских отложений. При этом маркирующее значение как соответствующее началу нового этапа формирования структуры имеют несогласия, приходящиеся на франский ярус.

Вопрос о перерывах в осадконакоплении в описываемом районе обсуждался неоднократно [1—3]. Новые материалы позволяют сделать дополнительные обобщения. Итоги проведенного анализа представлены на схеме стратиграфических перерывов или несогласий, т.е. стратиграфических интервалов размыва отложений и выпадения из разреза осадков вследствие их выклинивания (рис. 1) и схеме распределения амплитуд стратиграфических перерывов, предположительно оцениваемых в метрах (рис. 2). На первой схеме в изученных точках в качестве разделяющего уровня принималась поверхность наиболее крупного перерыва и фиксировался возраст нижних слоев покрывающих и верхних слоев подстилающих отложений.

Вместе с тем объем горизонтов как подстилающих, так и покрывающих отложений не является постоянным и, в свою очередь, испытывает колебания. Так, разный стратиграфический объем имеет верхнефранский подъярус: мендымский горизонт на площадях размыва в основном отсутствует; на западе территории подъярус, по-видимому, представлен лишь верхней частью — евлановским и ливенским горизонтами.

В основе построения схемы несогласий лежит проведение возрастных границ нижних слоев франско-турнейской толщи. В ней, к северу от границы Прикаспийской впадины, с запада на восток средне- и верхнефранские отложения, отмечаемые в Бузулукской впадине, сменяются в пределах Соль-Илецкого выступа и Предуральского прогиба сначала нижнефаменскими, а затем — средне- и верхнефаменскими и турнейскими породами. Во внутренней прибортовой зоне Прикаспийской впадины покрывающими слоями служат нижнефаменские отложения.

В целом на территории к северу от границы Прикаспийской впадины отмечается увеличение глубины размыва и амплитуд перерывов в девонских отложениях с запада на восток по подстилающим отложениям, а по покрывающим — омоложение их нижних слоев, т.е. выпадение из разреза более древних осадков.

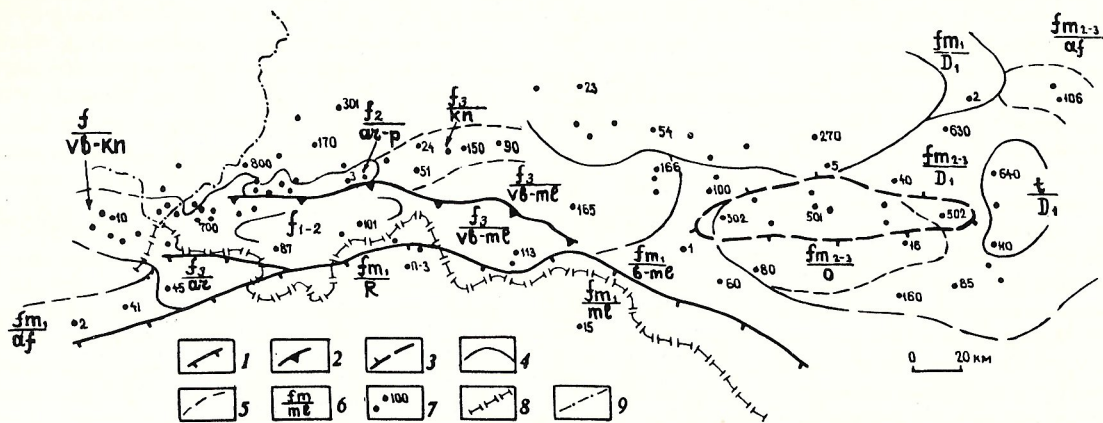


Рис. 1. Схема стратиграфических несогласий в девонских отложениях:

1 — гравитационный уступ, совпадающий с границей Прикаспийской впадины (с ответвлением на запад в западной его части); 2 — Камелик-Чаганская крутопадающая флексура, переходящая в разлом; 3 — контур Оренбургского вала; геологические границы: 4 — в покрывающих франко-турнейских отложениях D_3-C_1 , 5 — в подстилающих отложениях; 6 — стратиграфические перерывы (в числителе — возраст нижних слоев покрывающих отложений, в знаменателе — верхнего интервала подстилающих отложений); 7 — скважины и их номера; границы: 8 — РФ, 9 — Оренбургской области; стратиграфические индексы: b — бийский горизонт, af — афонинский надгоризонт (клинцовский, мосоловский и черновский горизонты), vb — воробьевский, ar — ардатовский, ml — муллинский горизонты D_2 ; p — пашийский, kn — кыновский горизонты D_3 ; $f_{1,2,3}$ — франский ярус (нижний, средний и верхний подъярусы), $fm_{1,2,3}$ — фаменский ярус (нижний, средний и верхний подъярусы); t — турнейский ярус C_1

Во внутренней прибортовой зоне Прикаспийской впадины и непосредственно вдоль ее бортового уступа глубина размыва и амплитуда перерыва изменяются от средней части к западу и востоку. Наибольшие значения их приурочены к западной части бортового уступа и Рожковскому выступу (см. рис. 1, 2, скв. П-3). В последнем случае амплитуда перерыва достигает 1600 м, причем нижнефаменские слои залегают здесь на рифейских образованиях. В западной же части бортовой зоны (Первосоветская структура, скв. 2, 41) нижний фамен покрывает афонинские отложения (черновский и мосоловский горизонты). В восточной части бортовой и внутренней прибортовой зон стратиграфический интервал и

амплитуда перерывов неизвестны, т.к. подсолевые (докунгурские) породы не вскрыты глубокими скважинами.

На схеме амплитуд перерывов в одной субширотной полосе перерывов вырисовываются два кулисообразно подставляющих друг друга участка аномального нарастания амплитуд размыва, разделенные диагональной зоной постепенного изменения амплитуды. Те же два участка просматриваются и по соотношениям слоев в девоне (интервалам стратиграфических перерывов). Кроме того, можно говорить и о наличии двух более узких полос стратиграфических перерывов и повышенных амплитуд — северной (по линии скважин 10—150) и южной, от-

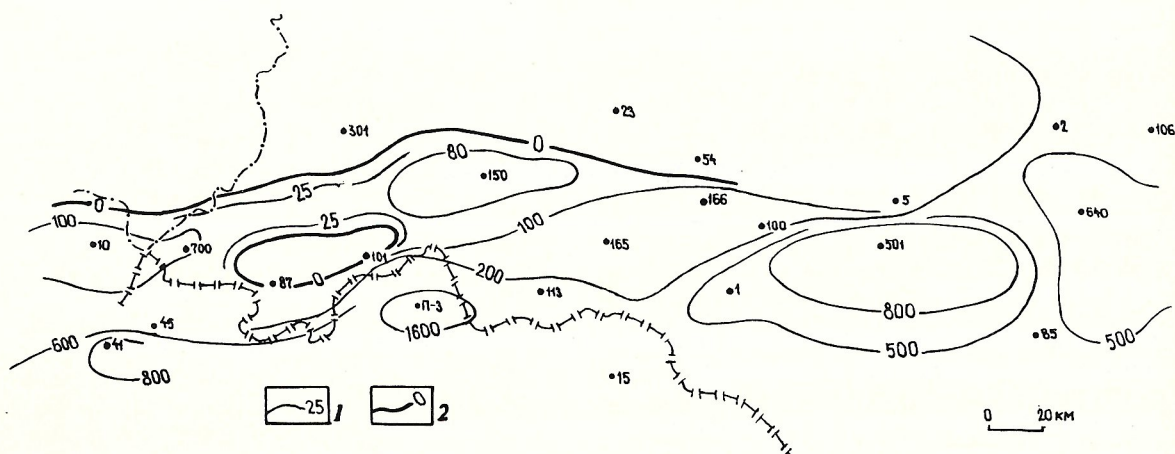


Рис. 2. Схема распределения амплитуд стратиграфических перерывов в девонских отложениях:

1 — изолинии равной мощности отсутствующих отложений, м; 2 — нулевая изолиния; остальные усл. обозн. см. рис. 1

вечающей бортовому уступу и внутренней прибортовой зоне Прикаспийской впадины. При этом на западе обе полосы разделены Рубежинским прогибом (севернее скв. 87), тогда как восточная часть северной полосы, отклоняясь на юго-запад, сливается с южной зоной. Таким образом, на описываемой территории наблюдается совмещение субширотной и диагональной зональности.

Западная часть северной полосы образует отдельное звено и по подстилающим, и по покрывающим отложениям. По покрывающим слоям обнаружена наибольшая погруженность средней ее части при значительном размыве подстилающего девона. Об этом свидетельствуют наличие участка среднефранских отложений в окружении верхнефранских (см. рис. 1) и снижение амплитуды перерыва до 25 м (см. рис. 2). В подстилающих слоях интервал стратиграфического перерыва вместе с общей амплитудой размыва возрастает к западу на Вишневском поднятии (скв. 700) и Разумовской площади (скв. 10); к востоку интервал размыва по подстилающим слоям сокращается при увеличении общей его амплитуды в метрах. Параллельно в этих же направлениях исчезают среднефранские горизонты.

Значительная погруженность участка Давыдовского и Зайкинского месторождений (см. рис. 1, скв. 3 и западнее) во франском веке довольно неожиданна. Вероятно, отрезок сформировавшейся антиклинальной зоны испытал здесь кратковременную инверсию. Последующее воздымание его с сохранением и дополнительным образованием ловушек сопровождалось перераспределением и стягиванием в его пределы залежей углеводородов.

На Соль-Илецком выступе наибольший стратиграфический перерыв приурочен к Оренбургскому валу, в пределах которого и южнее фаменские породы залегают на ордовикских. На западном и южном склонах выступа (скв. 1, 160) установлено залегание фаменского яруса на бийском горизонте.

Общая субширотная полоса поднятий и стратиграфических перерывов протягивается в южную часть Предуральского прогиба, где

турнейские породы залегают на нижнедевонских и где в большинстве разрезов подстилающими отложениями являются нижнедевонские. По северному краю приподнятой полосы (скв. 10, 106) фаменские слои контактируют с афонинскими отложениями (черноярским горизонтом), а в покрывающих слоях средне-верхнефаменские породы сменяются нижнефаменскими (скв. 2).

Начало этапа тектонической активизации и частичной структурной перестройки в изучаемом районе следует, по-видимому, отнести к средне- и позднефранскому времени. Тектоническая активность была сравнительно невысокой в зоне Камелик-Чаганской флексуры, где стратиграфические несогласия охватывают живетский и франский ярусы. В бортовой зоне Прикаспийской впадины, на Соль-Илецком выступе и в южной части Предуральского прогиба диапазон несогласий приходится на весь девон и турнейский ярус нижнего карбона, что свидетельствует о более значительных тектонических движениях. В полосе между Камелик-Чаганской флексурой и бортовой зоной Прикаспийской впадины разрез девона полный, что подтверждает существование Рубежинского прогиба, выделенного вначале по геофизическим данным.

Учет стратиграфических перерывов и сведения об их распространении необходимы при восстановлении истории тектонического развития, палеотектоническом анализе и выявлении возможностей вторичной миграции и перераспределения залежей углеводородов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Макарова С.П., Щапова Н.П. и др. О перерывах в осадконакоплении в районе Оренбургского вала // Тр. ЮУО ВНИГНИ. Саратов, 1975. Вып. III. С. 50—53.
2. Макарова С.П., Короткова Е.И. О стратиграфических перерывах в девонских и каменноугольных отложениях района бортовой зоны Прикаспийской впадины и Предуральского краевого прогиба // Тр. МИНХиГП. 1983. Вып. 170. С. 53—60.
3. Макарова С.П. Геологическое строение девонских отложений Зайкино-Гаршинской зоны нефтегазоаккумуляции // Геология и разведка месторождений нефти и газа юго-востока Русской плиты. М., 1990. С. 15—19.

Рудные и нерудные месторождения

УДК 553.661.2(470.56)

© П.В.Лядский, В.Ф.Балдин, 1996

Оценка перспективности зон рудной минерализации по содержаниям элементов-примесей в пиритах

П.В.ЛЯДСКИЙ, В.Ф.БАЛДИН (Оренбургская геологоразведочная экспедиция)

К настоящему времени в пределах зон развития рудоносных вулканогенных формаций различными геологическими исследова-

ниями выявлено огромное число эндогенных геохимических аномалий, требующих изучения и оценки их перспективности на про-

мышленное оруденение. Поисковыми работами установлено, что большинство из них представлено зонами рассеянной сульфидной минерализации, в которых пирит всегда является главным рудным минералом. Перспективность этих зон на промышленное оруденение во многом обусловлена генетической принадлежностью слагающих их рудных ассоциаций. В связи с этим была изучена возможность определения генетической принадлежности рудных ассоциаций минерализованных зон и решения на этой основе вопроса об их перспективности по геохимическим составам пиритов (рис. 1). Для этого со всех месторождений, рудопроявлений и зон рассеянной рудной минерализации Домбаровского и южной части Теренсайского рудных районов были отобраны монофракции пирита и исследованы полуколичественным спектральным анализом на 21 элемент (Cu, Zn, Pb, Ni, Co, Cr, V, Ti, Mo, Sn, Be, Y, Ge, Ga, Ba, Zr, Mn, Sc, As, Nb, Bi) и количественным — на 12 элементов (Cu, Zn, Pb, Ni, Co, Ti, Mn, As, Ag, Bi, Sb, Cd). В Домбаровском рудном районе одновременно с пиритом отбирались и аналогично изучались монофракции ассоциирующего с ним магнетита. Выборки составов пиритов и магнетитов исследовались на ЭВМ по программе «Метод главных компонент» (МГК).

Исследование общей выборки (183 анализа) с помощью варианта МГК, при котором оси координат вращаются до совпадения их с направлениями векторов максимальной изменчивости составов, позволило выявить четыре главных фактора, охватывающих 49,5 % суммарной дисперсии. Из них первый и второй отражают общие пространственные и временные изменения геохимии гидротермальных растворов региона. Они отчетливо разделяют сформированные этими растворами составы пиритов медноколчеданной формации Домбаровского рудного района, генетически связанных с базальтоидными ассоциациями толеитовой серии, от составов пиритов медноколчеданной и колчеданно-полиметаллической формации, связанных с дифференцированными ассоциациями известково-щелочной серии Теренсайского рудного района (рис. 2). В последнюю группу попадают также составы пиритов из зон рудной минерализации, широко распространенных среди пород базальтоидных ассоциаций, но являющихся по отношению к ним эпигенетическими образованиями, прямо или косвенно связанными с процессами интрузивного магматизма и прогрессивного метаморфизма раннеорогенного этапа. К ним относятся рудопроявления Курмансайское, Лучистое, Малдыгулсайское и др. В этой же группе находятся составы пиритов рудопроявлений Домбаровского района, пространственно и генетически связанных с вулканитами дифференцированных формаций (Тассайское, Исимбайское, Аул-Кумакское и др.). Кроме того, в нее

попадают пириты Северной залежи Осеннего месторождения, руды которой претерпели интенсивную перекристаллизацию при внедрении интрузии кварцевых монцититов.

Многолетней практикой поисковых работ в целом доказана бесперспективность на промышленное оруденение эпигенетических зон минерализации указанного типа. Однако необходимо отметить, что при оценке перспективности подобных зон следует учитывать их геологическую позицию и взаимоотношения развитых в их пределах минеральных парагенезов, т.к. возможны случаи, как на Осеннем месторождении, когда первичные руды медноколчеданной формации перекристаллизованы с глубокими изменениями в соотношениях элементов-примесей в пиритах.

В практическом отношении наиболее интересны результаты факторного анализа составов пиритов одного рудного района. В качестве объекта исследований была взята более представительная выборка (120 анализов) составов пиритов Домбаровского района (рис. 3). С помощью МГК установ-

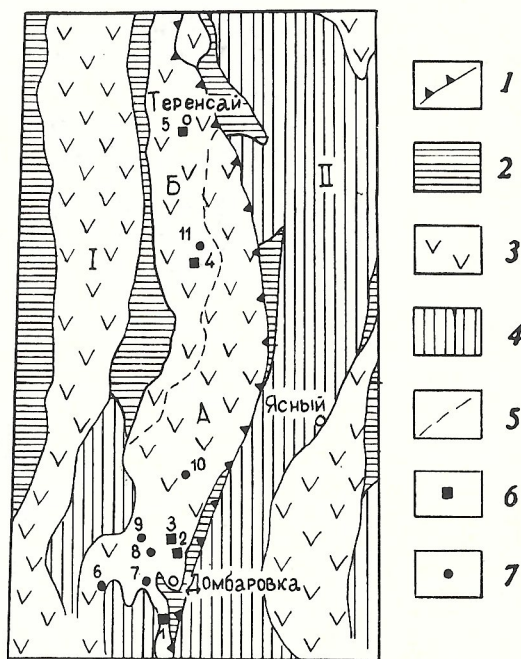


Рис. 1. Схема расположения рудных районов восточного борта Магнитогорского прогиба в пределах Оренбургского Урала:

1 — структуры первого порядка и их границы: I — Магнитогорский прогиб, II — Восточно-Уральское поднятие; комплексы пород: 2 — нижнекаменноугольные преимущественно осадочные, 3 — нижне-среднедевонские вулканогенные и вулканогенно-осадочные, 4 — верхнепротерозойские — нижнепалеозойские метаморфические; 5 — рудные районы и их границы: А — Домбаровский, Б — Теренсайский; 6 — колчеданные месторождения: 1 — Весеннее, 2 — Осеннее, 3 — Летнее, 4 — Барсучий Лог, 5 — Джусинское; 7 — рудопроявления: 6 — Малдыгулсайское, 7 — Домбаровское II, 8 — Курмансайское, 9 — Лучистое, 10 — Аул-Кумакское, 11 — Южно-Карабутацкое

лено, что первые четыре компонента составляют в сумме 47,4 % от общей дисперсии геохимических составов. Из них первый и второй факторы отражают наиболее важные генетические особенности составов пиритов района. Наиболее значимая по интенсивности корреляционных связей группа элементов положительной нагрузки первого фактора (Be, Ba, Ge, Y) характерна для всех базальтоидных ассоциаций района и имеет тенденцию к накоплению в процессе фракционирования их расплавов. Ею обогащены базальты рудоносной толщи и перекрывающих ее кремнистых пород Джайлганского рудного поля, а также габбродиабазы (предрудного этапа) Весенне-Аралчинского мес-

торожения. Ассоциация Ge, Nb отрицательной нагрузки факторов, вероятно, отражает процесс замещения сульфидами контактовых роговиков, сформировавшихся по базальтоидам и обогащенных новообразованным магнетитом. Факторный анализ выборки составов магнетитов (рис. 4) подтвердил соответствие ассоциации элементов первого фактора элементам первого фактора выборки пиритов, но с обратным знаком. Пириты, наиболее обогащенные Ge, Nb (а также Ti, V, Ni, Zr, Cr, Co), часто ассоциируют с магнетитом, пирротинном и распространены в зонах развития высокотемпературных минеральных ассоциаций прогрессивного метаморфизма зонального и контак-

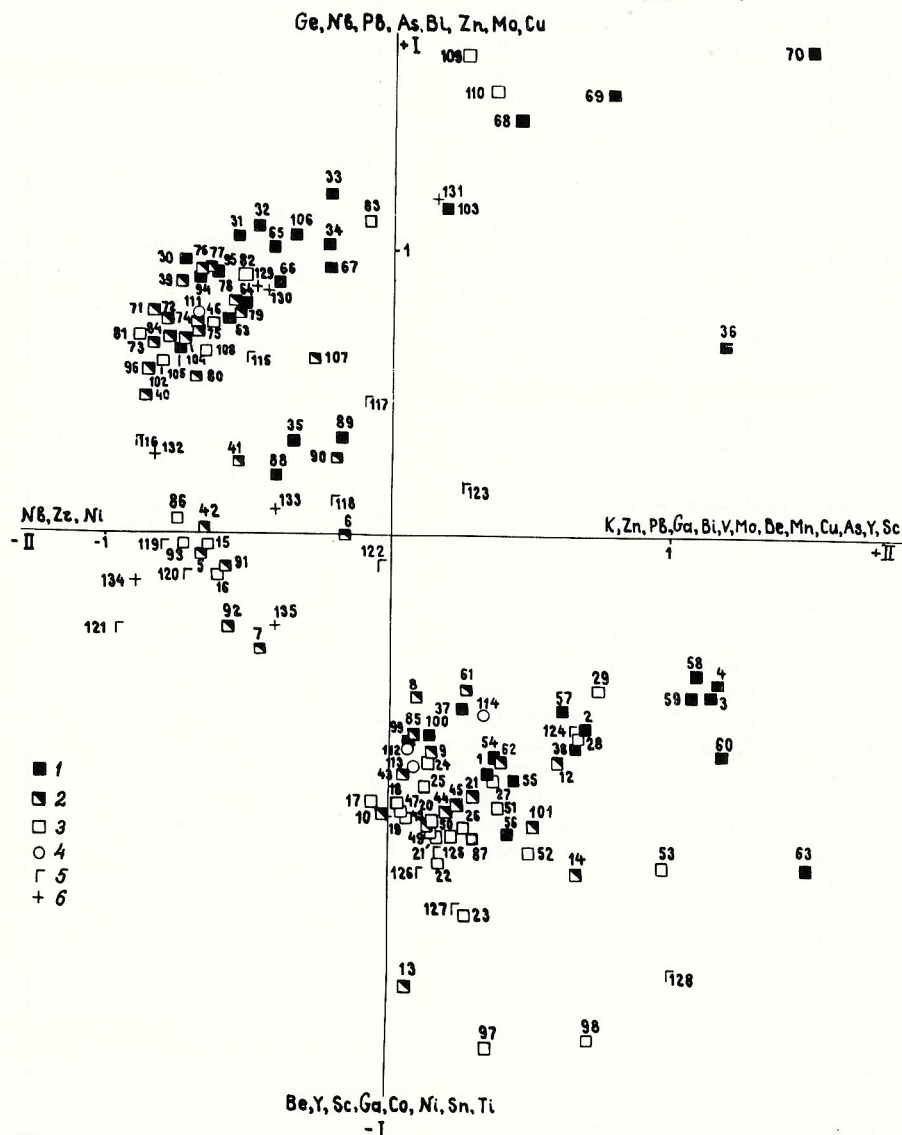


Рис. 2. Составы пиритов Домбаровского и Теренсайского рудных районов на факторной диаграмме:

1 — колчеданных руд, 2 — околорудных метасоматитов, 3 — вмещающих пород, 4 — кремнисто-железистых пород, 5 — габброидов, 6 — гранитоидов; цифры — составы пиритов из месторождений: 1—29 — Летнее, 30—53 — Осеннее, 54—62 — Весеннее, 63—83 — Барсучий Лог; из рудопроявлений: 84—87 — Малдыгулсайское, 88—93 — Курмансайское, 94—98 — Лучистое, 99—102 — Домбаровское-II, 103—104 — Аул-Кумакское, 105—110 — Южно-Карабутацкое; не связанных с локализованным оруденением: 111 — кремнисто-железистых пород Эйфельского возраста Теренсайского района, 112—114 — кремнисто-железистых пород киембайской толщи Домбаровского района, 115—128 — габброидов, 129—135 — гранитоидов

тового типов. Образование магнетита в этих зонах, видимо, сопровождалось экстрагированием из вмещающих пород Ge, Cu, Ti, V, Ni, Zr, Cr, Co и привносом Nb. Формирование пирита в них обычно происходит при регрессивных гидротермально-метасоматических изменениях. При этом пирит замещает магнетит, наследуя его соотношение элементов-примесей и обогащаясь, возможно, за счет привноса Pb, а в отдельных случаях (на Осеннем месторождении) — Mo и Bi.

Таким образом, первый фактор для выборок составов как пиритов, так и магнетитов отражает их генетическую связь, с одной стороны, с вулканогенными базальтоидными ассоциациями и процессами типичного колчеданного рудообразования, а с другой — с гидротермально-метасоматическими процессами, завершающими прогрессивный метаморфизм контактового и зонального типов.

Второй фактор в составах пиритов (и магнетитов) показывает соотношение двух групп элементов: породной, типичной для базальтоидов, — Ni, Ti (а в магнетитах — Mn, Ni) и рудной — Mo, Bi, Pb, Cu, Ga, Zn, Ba (в магнетитах — Bi, Cu, Pb, Ga, As).

Природа этого фактора заключается, по-видимому, в физико-химических параметрах рудообразующих процессов и, в первую очередь, в насыщенности растворов элементами рудной группы. Он отчетливо отражает изменения в содержаниях элементов-примесей в пиритах в зависимости от удаленности их от рудных тел [4].

На компонентной диаграмме (см. рис. 3) новые переменные составов пиритов района образуют два ореола (или генетические группы), вытянутые вдоль вектора второй компоненты. Составы пиритов из наименее измененных поздними процессами метаморфизма руд Летнего месторождения образуют поле, смещенное к положительным нагрузкам первой и второй компонент. Составы пиритов из околорудных метасоматитов и вмещающих слабо измененных пород наращивают это поле в сторону отрицательной нагрузки второго фактора, отражая тем самым обедненность их элементами колчеданной группы. Близкое к ним положение занимают точки составов пиритов руд Весеннего месторождения, образуя ореол, вытянутый вдоль вектора второй компоненты. Это еще раз подтверждает выводы

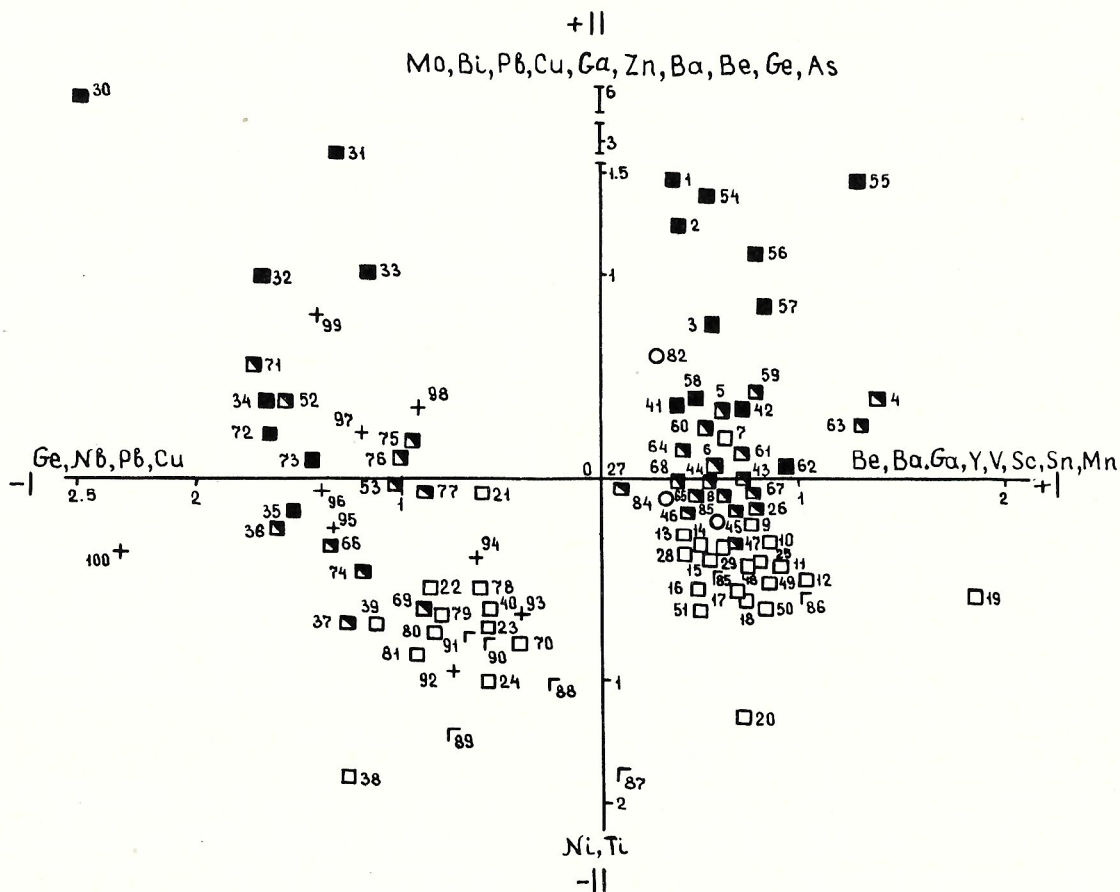


Рис. 3. Составы пиритов Домбаровского рудного района на факторной диаграмме:

из месторождений: 1—29 — Летнее, 30—53 — Осеннее, 54—62 — Весеннее; из рудопроявлений: 63—66 — Домбаровское-II, 67—70 — Малдыгулсайское, 71—74 — Лучистое, 75—81 — Курмансайское; не связанных с локализованным оруденением: 82—84 — кремнисто-железистых пород киембайской толщи, 85—91 — габброидов, 92—100 — гранитоидов; остальные усл. обозн. см. рис. 1

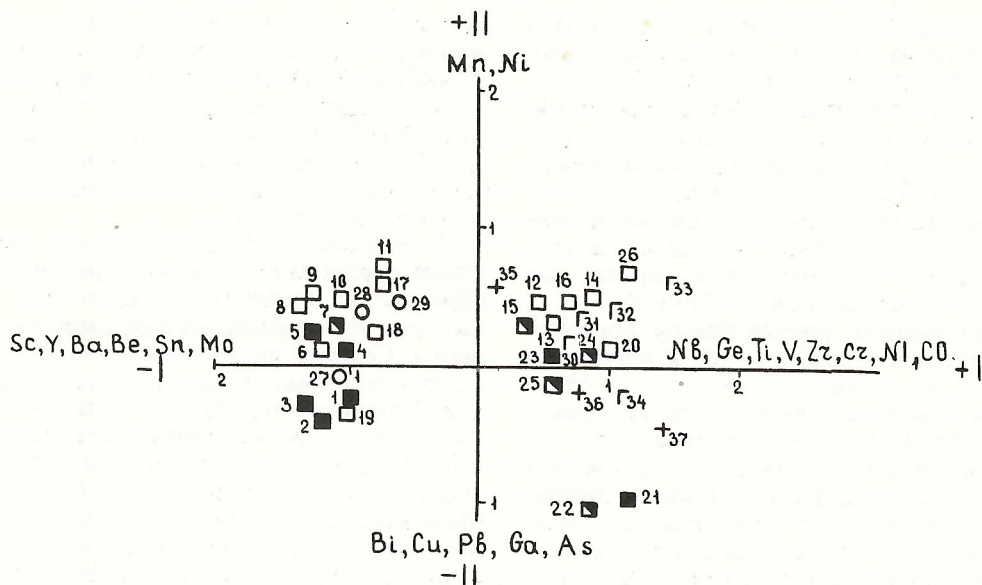


Рис. 4. Составы магнетитов Домбаровского рудного района на факторной диаграмме:

из месторождений: 1—14 — Летнее, 15—18 — Осеннее; из рудопроявлений: 19—20 — Малдыгулсайское, 21—24 — Лучистое, 25—26 — Курмансайское; не связанных с локализованным оруденением: 27—29 — кремнисто-железистых пород киембайской толщи, 29—34 — габброидов, 35—37 — гранитоидов; остальные усл. обозн. см. рис. 1

ряда исследователей, которые связывают образование этого месторождения с вулканогенными ассоциациями [3], и указывает на незначительные изменения в составе руд месторождения под воздействием эманаций, связанных с гранитоидами Кошенсайского массива [2]. Полученные данные свидетельствуют о перегруппировке рудного вещества с формированием зон рафинированного пирита, обедненного рудными компонентами колчеданной группы [1].

Составы пиритов руд Осеннего месторождения на факторной диаграмме распадаются на две группы. Первая из них находится в поле составов пиритов Летнего и Весеннего месторождений, вторая образует ореол в квадрате $-I + II$, сильно вытянутый в сторону высоких значений указанных направлений векторов, особенно фактора $+II$. Пириты первой группы слагают руды Южной залежи месторождения, слабо затронутые процессами последующих преобразований, второй — Северную залежь, расположенную у контакта с Джайлганской интрузией гранитоидов. Руды последней претерпели интенсивную перекристаллизацию с обогащением составов пиритов Mo, Pb, Bi, Ge, Nb — элементами, характерными для зон гидротермально-метасоматической проработки Джайлганской интрузии (рудопроявление Джайлган-II) и генетически, видимо, принадлежащими к медно-молибден-порфировому формационному типу.

Поле составов пиритов второй группы Осеннего месторождения нарастает в области отрицательных направлений векторов первого и второго факторов составами пиритов из зон минерализации, развитых в гранитоидах и габброидах орогенного этапа, а так-

же из руд и оруденелых метасоматитов рудопроявлений Лучистое и Курмансайское. На генетическую связь рудопроявлений с интрузивным магматизмом указывает также приуроченность их к зоне контакта Мазарского массива гранитоидов. Составы пиритов Малдыгулсайского и Домбаровского-II рудопроявлений разделились на две группы, одна из которых связана с колчеданным типом оруденения, а другая — с более поздним, постинтрузивным. Данные, полученные с учетом свойств пиритов, полностью подтверждаются факторным анализом составов магнетитов колчеданных руд, оклорудных метасоматитов и вмещающих пород (см. рис. 4).

Таким образом, при оценке зон сульфидной минерализации наряду с обычными методами целесообразно использовать данные о содержании элементов-примесей в пиритах. С их помощью можно определить генетический тип рудной минерализации, интенсивность рудного процесса, удаленность рудных ассоциаций от рудных тел или центральных частей зон и в итоге устанавливать перспективность участков, в пределах которых предусматривается проведение поисковых работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агеева С.Т. Условия локализации колчеданных залежей Весеннего месторождения (Южный Урал) // Геология рудных месторождений. 1973. № 4.
2. Балдин В.Ф. Эндеогенные геохимические ореолы медноколчеданных месторождений Домбаровского рудного района (Южный Урал) и их поисковое значение: Автореф. дис... канд. геол.-минер. наук. — М., 1982.
3. Бородаевская М.Б. и др. Некоторые вопросы генезиса колчеданных месторождений Магнитогорского мегаинклинория // Тр. ЦНИГРИ. 1973. Вып. 105.
4. Прохоров В.Г. Пирит // Тр. СНИИГМС. 1970. Вып. 103.

Использование петрохимических и геохимических особенностей гранитоидных формаций при прогнозе редкометалльного оруденения*

С.М.БЕСКИН, А.Г.ЖАБИН, Ю.К.КУДРЯВЦЕВ, Е.И.ФИЛАТОВ (ИМГРЭ)

В предлагаемом примере рассматриваются только гранитоидные ассоциации, имеющие следующие обозначения: орогенные, пост-орогенные, дейтероорогенные, коллизионные, постколлизионные, субдукционные и т.д. В соответствии со сказанным области их распространения представлены кратами и складчатыми областями мировой суши, естественно, за вычетом площадей, занимаемых межгорными впадинами и зонами инициального магматизма, в которых плутониты этого типа не проявлены.

В конкретных магматических ареалах имеет место следующая максимально проявленная возрастная последовательность гранитоидов единой серии: 1) один-два интрузивных комплекса гранитоидов повышенной основности, т.е. гранодиоритов и (или) граносиенитов → 2) комплекс адамеллитов → 3) комплекс гранитов «А», как правило, нормальных биотитовых, реже с вариациями составов до лейко- и меланократовых разностей → 4) комплекс гранитов «Б», лейкогранитов или аляскитов (ЛГ) → 5) комплекс гранитов «В», среди которых выделяются или субщелочные, в т.ч. литий-фтористые разности, или щелочные, в т.ч. апаитовые лейкограниты, единственно и точно отвечающие понятию редкометалльные граниты (РГ). Возрастной интервал между внедрениями гранитоидов различных комплексов, обозначенный стрелками, может быть предельно малым. Обычно в него укладывается импульс внедрения субвулканических даек различного состава. В каждом из ареалов комплексы 2 и 5 проявлены не всегда, в то время как прочие обычные. Гранитоиды и граниты комплексов 1—4 образуют крупные плутоны и массивы, поперечник которых в плане составляет от нескольких до десятков километров (иногда 100—150 км). Редкометалльные граниты комплекса 5 образуют только малые интрузивы с максимальными поперечниками 1—2 км, а также дайковые тела.

Понятие гранитоидная формация трактуется не одинаково. В современной литературе оно чаще объединяет всю совокупность плутонитов 1—5, обозначенную выше как серия, или последовательность 1—4. Не со-

глашаясь с подобной интерпретацией, предлагается целесообразным предложить в качестве синонима понятия серия термин геотформация. Гранитоидная формация — это обобщенное название сходных (гомологичных) интрузивных комплексов, т.е. это петротформация [1, 5].

Связь месторождений олова, вольфрама и многих литофильных редких элементов с гранитным магматизмом и обусловленность их формирования поздне- и послемагматическими процессами рудообразования, происходящими как в самих гранитных телах, так и в ближайшей к ним вмещающей среде, сомнений не вызывают. Особенности их составов в соответствующих гранитогенных рудных районах показаны на рис. 1 и в табл. 1. В соответствии с приведенными данными геохимическая типизация рудоматеринских гранитовых петротформаций определяется двумя основными факторами: принадлежностью к гранитоидному плутонизму магнетитовой или ильменитовой феррофаций (С.И.Ишихара, Г.Б.Ферштатер); уровнем щелочности (Д.С.Коржинский, А.А.Маракушев, К.Б.Львов и др.).

Э.Н.Лишневым [3] установлено, что ареалы гранитоидов магнетитовой феррофации однозначно выделяются при анализе мелкомасштабных магнитометрических карт как участки знакопеременного варьирующего магнитного поля, а ильменитовой феррофации — спокойного пониженного поля. Э.Н.Лишневым и С.М.Бескиным показано (Схематическая карта обобщенных типов магнитных полей складчатых областей и щитов территории СНГ и распределение в них гранитоидных рудных месторождений масштаба 1:5 000 000, официальное хранение в Кабинете тектонической карты ГИН РАН), что в пределах первых возможны месторождения Mo, Cu-Mo, W, Be, Nb-Ta, Zr, TR, Y и, что важно, запрещены крупномасштабные месторождения Sn, Ta, Li, Cs. Им соответствуют провинции «молибденового металлогенического профиля». В ареалах второго типа развиты месторождения Sn, W, Be, Ta, Li, Cs, но запрещены крупные месторождения Mo, Nb, в т.ч. Ta-Nb, Cu-Mo, TR, Y, Zr. Они представляют провинции «оловянного металлогенического профиля».

Таким образом, важнейшей геохимической, точнее петрохимической характеристикой любой гранитоидной петротформации в первую очередь является соотношение ок-

* Статья завершает цикл статей в «Отечественной геологии» (№ 12 за 1995 г., № 1, 3 за 1996 г.) А.Г.Жабина с соавторами, посвященных анализу проблемы геохимической специализации геологических формаций в связи с прогнозом их рудоносности.

сидов железа (II) и (III). Именно это, как известно, обуславливает появление больших количеств акцессорного магнетита (окисленные системы) или ильменита (восстановленные системы). Так как окислительные или восстановительные условия эндогенного минералообразования приводят к относительно возрастанию в рудно-магматических системах роли Fe_2O_3 или FeO , глобальные кларки этих компонентов для наиболее усредненных составов гранитоидов, очевидно, должны характеризоваться некоторыми пограничными значениями, т. е. они не должны принадлежать ни к

магнетитовой, ни к ильменитовой феррофациям. С их помощью решается задача по проведению разделительной, по-существу, «молибден-оловянной» линии между альтернативными феррофациями. Надежность подобных построений определяется использованием значительного количества анализов, позволяющего сгладить известные сложности в лабораторных определениях железа (II) и (III).

Суммарная концентрация оксидов железа в гранитоидах составляет 8—10 %, что позволяет рассматривать Fe_2O_3 и FeO в качестве

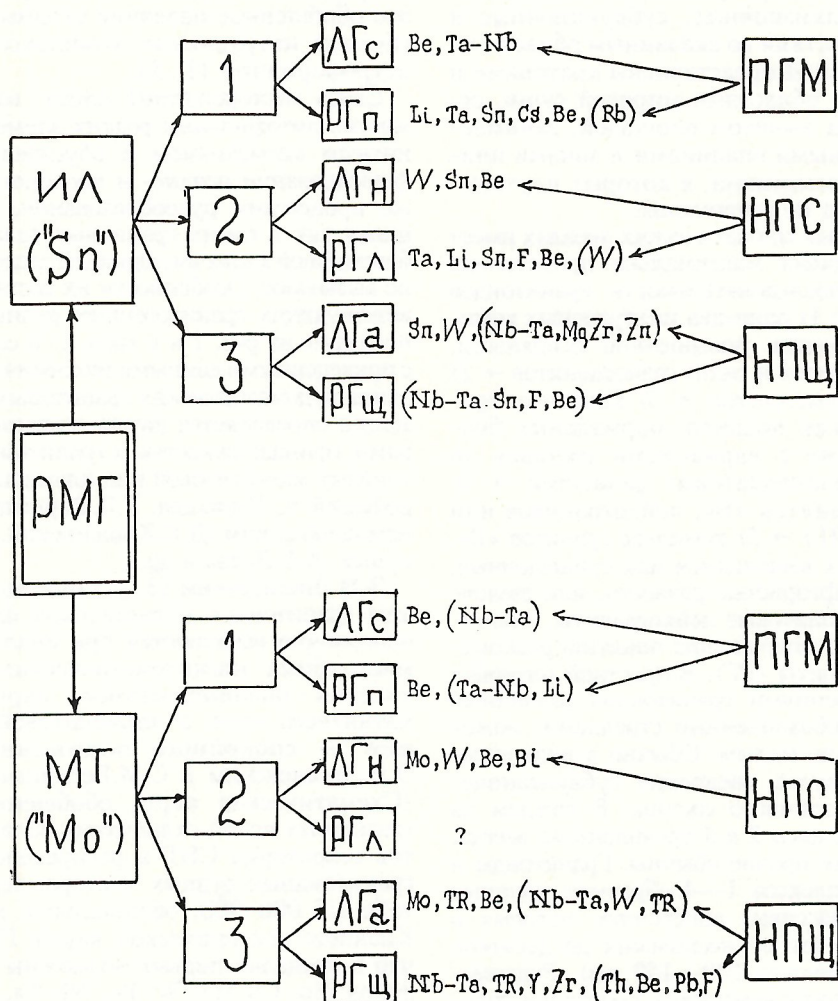


Рис. 1. Геолого-генетическая типизация совокупности эндогенных редкометалльных месторождений (РМ), связанных с гранитовыми (Г) рудно-магматическими системами (РМГ):

ИЛ («Sn») — в ареалах гранитоидов ильменитовых, реже с магнетитом, феррофаций, т.е. в провинциях, зонах, блоках, районах оловянного металлогенического профиля; МТ («Mo») — в ареалах гранитоидов магнетитовых феррофаций в провинциях молибденового профиля; в ареалах гранитоидов щелочности: 1 — низкой, 2 — слабо повышенной и нормальной, 3 — высокой (цифры 1—3 соответствуют таковым для обозначения строк в табл. 1); ЛГ — в связи с олигоклаз-калишпатовыми лейкогранитовыми формациями: с — высокослюдистыми, н — обычными, а — аляскитовыми; РГ — в связи с возникающими вслед за ЛГ микроклин-альбитовыми редкометалльно-гранитовыми формациями: п — пегматоидными субщелочными, л — обычными субщелочными, в т.ч. литий-фтористыми, щ — щелочными, в т.ч. апатитовыми; ПГМ — пегматитовые и сопутствующие им метасоматические и гидротермальные (гипотермальные) месторождения; НПС — не пегматитовые позднемагматические, метасоматические и гидротермальные месторождения стандартные; НПЩ — то же, повышенной щелочности. Химическими символами обозначены полезные компоненты в месторождениях: субредкометалльных — в связи с ЛГ; собственно редкометалльных — в связи с РГ

1.Группировка реальных и потенциальных гранитогенных рудных районов (п·100—п·1000 км³) при их предварительной оценке на оловянное, вольфрамовое, молибденовое и редкометалльное оруденение (составил С.М.Бескин)

Виды районов по петрологическим особенностям ок-картированного гранитоидного плутонизма (курся-вом выделены продуктивные горнопородные состав-ляющие)	Возможные геолого-промышленные типы месторождений крупного и сред-него масштабов (типы магнитного поля по Э.Н.Липшевскому)	
	В районах с гранитоидами ильмени-товой феррофации, т.е. на площа-дях с восстановленными рудно-маг-матическими системами — со спо-койным пониженным магнитным по-лем; с оловянным металлогениче-ским профилем (ИЛ)	В районах с гранитоидами магнети-товой феррофации, т.е. на площа-дях с окисленными рудно-магмати-ческими системами — с шарьрую-щим знакопеременным магнитным полем; с молибденовым металлоге-ническим профилем (МТ)
1. С сериями петроформаций высокоглино-земистых («высокоослюдистых») гранитов: (гранодиориты) → плагиограниты, аде-меллиты → биотитовые и двуслюдяные грани-ты А → мусковитовые лейкограниты Б → пегматоидные натровые субцелочные (в т.ч. сподуменовые) граниты В (пример*: Усть-Ононский в Забайкалье, Восточно-Алудский на Урале)	Редкометалльные пегматоид-ные граниты и пегматиты В, их экзоконтактовые метасома-титы Li, Та, Sn, Cs, Be (Rb) Редкометалльные пегматиты Б — Be, Та-Nb	Редкометалльные пегматоид-ные граниты и пегматиты В, их экзоконтактовые метасома-титы — Be, Та-Nb, (Li) Редкометалльные пегматиты Б — Be, Nb-Ta
2. С высоко- и умеренно глиноземистыми сериями петроформаций нормальной или слабо повышенной щелочности: гранодио-риты, аде-меллиты → биотитовые граниты А → двуслюдяные лейкограниты и аляски-ты Б → натровые субцелочные лейкогра-ниты В ¹ (пример: Хангилайский в Забай-калье, Акутауский в Казахстане)	Редкометалльные граниты В, их экзоконтактовые метасома-титы — Та, Li, Sn, F, Be(W) Грейзенизированные граниты Б, их грейзены, жилы, шток-верки — W, Sn, Be	Грейзенизированные (альбити-тизированные) граниты Б, их грейзены, жилы, штокверки — Мо, W, Be, Bi (W ^w > W ^s)**
3.1. С умеренно- и низкоглиноземистыми сериями петроформаций повышенной ще-лочности: гранодиориты, граносиениты → биотитовые граниты А → аляски-ты Б → натровые субцелочные лейкограниты В ¹ (пример: Утуликский в Прибайкалье, Май-кульский в Казахстане)	Редкометалльные граниты В, их эндоконтактовые альбити-ты, грейзены, жилы, штоквер-ки — Nb-Ta, Sn, F, Be	То же, — Мо, Nb-Ta, Be, W (W ^s > W ^w)
3.2. С низкоглиноземистыми сериями пет-роформаций высокой щелочности: сиениты → граносиениты → биотитовые сиенограти-ты А*** аляски-ты Б → натровые мезок-ратовые щелочные граниты В ^{II} (пример: Орлиногорский в Казахстане, Хайломин-ский в Саянах)	Грейзенизированные и альби-титизированные граниты Б, их грейзены, жилы, штоквер-ки — Sn, W, Nb-Ta (Zr, Zn)	Редкометалльные граниты В, их экзоконтактовые метасома-титы — Nb-Ta, TR, Zr, Th, Be (Pb) Грейзенизированные, альбити-тизированные граниты Б — TR, Мо, Be, Nb-Ta, Pb
* Все примеры — протерозойские и фанерозойские серии: первый — в оловорудных, второй — в молибденовых районах. ** W ^w — вольфрамит, W ^s — шеелит. *** В том числе рапаквивы.		

малых компонентов силикатных расплавов. В связи с этим при изучении динамики этих компонентов возможно применение принципа Дж.Релея. В частности, вариационные диаграммы для такой пары* должны отражаться линейными логарифмическими уравнениями. Пример подобной диаграммы, построенной в координатах $x = \log \text{FeO}$ и $y = \log \text{Fe}_2\text{O}_3$, приведен на рис. 2. Для ее построения использованы кларковые значения концентраций оксидов железа, вычисленные разными авторами [6]. Как видно, фигуративные точки кларков гранитоидов образуют прямолинейную полосу, в осевую линию которой аппроксимируется большинство точек, соответствующих ряду: тоналит — гранодиорит — аде-меллит — гранит — лейкогранит. По-видимому, именно эти точки и отвечают наиболее правильно вычисленным кларкам Fe_2O_3 и FeO , а соединяющая их прямая линия является усред-

ненным глобальным трендом. Проведенная проверка показывает, что полученный тренд занимает граничное положение между полями фигуративных точек гранитоидов магнетитовой и ильменитовой феррофаций и соответственно между полями фигуративных точек гранитоидов молибденовых и оло-ворудных провинций.

Средние содержания Fe_2O_3 и FeO в гра-нитоидах из провинций двух указанных ме-таллогенических типов опубликованы в ра-ботах В.Д.Козлова, А.А.Беуса, В.В.Иванова, Ю.Н.Спомиора, Е.М.Шеремета, В.А.Труни-линой, Н.С.Кравченко, Б.И.Бурде и многих других. Положение соответствующих фигу-ративных точек на диаграмме (см. рис. 2) достаточно контрастно. Левее и выше раз-делительной линии расположены фигура-тивные точки гранитоидов из провинций молибденового металлогенического профи-ля. Для них действительно характерна от-носительно большая роль Fe_2O_3 , т.е. окис-лительные условия гранитообразования

* А также $\text{MgO}-\text{CaO}$ и др.

(преимущественно магнетитовая феррофация). Правее и ниже кларкового тренда

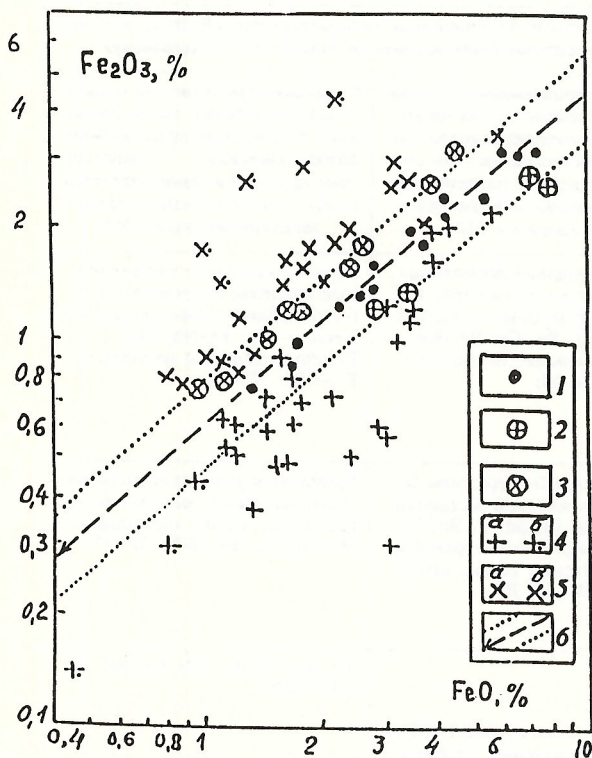


Рис. 2. Диаграмма $\text{FeO}-\text{Fe}_2\text{O}_3$ для средних составов наиболее распространенных плутонических пород, включая щелочные и субщелочные граниты, составил С.М.Бескин:

1 — фигуративные точки кларков плутонических пород, отвечающие наиболее усредненным значениям Fe_2O_3 и FeO , сверху вниз налево габбро и габбро-диориты по А.А.Беусу, Ю.Б.Марину, Р.Дели (3 точки), диориты, кварцевые диориты и тоналиты, по А.А.Беусу, Р.Дели, Р.Ляметру, Ю.Б.Марину (5), гранодиориты и адалелиты, по А.А.Беусу, Р.Ляметру, С.Р.Ноккольдсу (4), граниты, по Ю.Б.Марину и С.Р.Ноккольдсу (2), лейкограниты, по Е.Т.Бубнову (1); 2 — то же, отвечающие плутонитам с некоторым преобладанием FeO над Fe_2O_3 , в большей мере распространенных на площадях с восстановленными магматическими геосистемами, т.е. в провинциях оловянного металлогенического профиля, сверху вниз налево: габбро, диориты, тоналиты, по С.Р.Ноккольдсу и адалелиты, по Р.Ляметру; 3 — то же, с некоторым преобладанием Fe_2O_3 над FeO , в большей мере распространенных на площадях с окисленными магматическими геосистемами, т.е. в провинциях молибденового металлогенического профиля, сверху вниз налево: диориты, кварцевые диориты, по Р.Дели, плагиограниты и среднее по фанерозойским гранитоидам, по Ю.Б.Марину, граниты, по Р.Ляметру и А.А.Беусу, щелочно-полевошпатовые лейкограниты и аляскиты, по С.Р.Ноккольдсу и Ю.Б.Марину; 4 — фигуративные точки средних составов плутонитов, распространенных только в провинциях оловянного металлогенического профиля (а), в т.ч. субщелочных литий-фтористых лейкогранитов (б); кроме упоминавшихся авторов использованы данные В.С.Попова, В.Д.Козлова, В.В.Иванова, Ю.Н.Спомяра и др.; 5 — то же, в провинциях молибденового профиля (а), в т.ч. щелочных гранитов (б); кроме упоминавшихся авторов, использованы данные Р.М.Слободского, П.В.Ковалева, Ю.В.Казицина и др.; 6 — разделительная линия, являющаяся наиболее вероятным глобальным кларковым трендом, и окаймляющая ее полоса возможной неопределенности — для отнесения плутонитов к восстановленным оловянным (внизу, направо) или окисленным молибденовым (верх, налево) рудно-магматическим геосистемам

размещены фигуративные точки гранитоидов из провинций оловянного профиля. Их отличают относительно большая роль FeO и соответственно восстановительные условия гранитогенеза (ильменитовая феррофация). Таким образом, рассмотренная диаграмма может служить номограммой для металлогенической классификации гранитоидов. Чем дальше отстоит фигуративная точка от осевой линии, тем увереннее проводится диагностика.

На диаграмме также хорошо видно, что фигуративные точки высокощелочных пород, даже не содержащих магнетит, занимают левую верхнюю часть «молибденового» поля, отражая совпадение условий повышенной щелочности с окислительным эндогенным режимом. На последнее обстоятельство неоднократно обращали внимание Д.С.Коржинский, А.А.Маракушев, И.Д.Рябчиков и др. Иными словами, молибденовые провинции в известной мере выделяются и более щелочным характером гранитоидного плутонизма по сравнению с оловянными. Известны и исключения из этого правила, поэтому в табл. 1 и на рис. 1 эти характеристики разделены.

Из сказанного следует, что региональное металлогеническое картографирование, ставящее целью более точное, чем по рудным объектам (которые могут быть еще и не выявлены) оконтуривание потенциальных Мо- или Sn-провинций и зон, можно вести с помощью петрохимической съемки по соотношению железа (II) и (III) в магматитах. В связи со значительным объектом необходимого опробования и имеющимися аналитическими сложностями представляется целесообразным «переадресовать» указанную процедуру на районирование магнитометрических карт по методике Э.Н.Лишневецкого.

Средние составы рассмотренных выше петроформационных типов и подтипов гранитов и содержания в них элементов-примесей, в т.ч. рудогенных, приведены в табл. 2 и 3, составленных с использованием данных Ю.Б.Марина. При заметных отличиях составов и геохимической специализации, особенно заметных в рудогенных гранитах ЛГ и РГ, достаточно велико в ряде случаев и сходство, обуславливающее неопределенность металлогенических оценок. Поэтому, не подвергая сомнению необходимость совершенствования соответствующих средних оценок, попытаемся преодолеть эту неопределенность и показать возможные пути предсказания ожидаемых типов оруденения в конкретных естественно очерченных гранитогенных рудных районах. Как известно [7], каждый из таких районов вполне ясно выделяется и оконтуривается на гравиметрических картах локальными остаточными минимумами Δg .

В качестве примера рассмотрим территорию Южного Забайкалья (южнее Монголо-Охотского шва и западнее меридиана 118°), характеризующуюся оловянным металло-

2. Средние составы ведущих крупно- и среднезернистых разновидностей гранитов в районах локализации сопряженных с ними редкометалльных, оловянных, вольфрамовых, молибденовых месторождений, %

Типы гранитов от ранних к поздним в серии А → Б → В	Компоненты	Подтипы гранитов					
		В оловянных провинциях, ИЛ			В молибденовых провинциях, МГ		
		1	2	3	1	2	3
Редкометалльные микроклин-альбитовые лейкограниты В = РГ	SiO ₂	72	73	74,50	73,30	75,10	74,70
	TiO ₂	0,03	0,09	0,08	0,12	0,08	0,15
	Al ₂ O ₃	16	14	13	14,90	13,80	12,40
	Fe ₂ O ₃	0,73	0,20	0,40	0,40	0,60	1,50
	FeO	0,73	0,60	1,30	0,70	0,60	1,20
	MnO	0,20	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05
	MgO	0,10	0,20	0,15	0,40	0,20	0,15
	CaO	0,20	0,60	0,50	1,05	0,50	0,45
	Na ₂ O	5,30	4,50	4,20	4,15	4,50	4,65
	K ₂ O	2,30	4,50	4,70	4,15	4,50	4,70
Субредкометалльные олигоклаз-калшпатовые лейкограниты Б = ЛГ	SiO ₂	74,25	74	75,20	73,55	76	75
	TiO ₂	0,13	0,10	0,12	0,25	0,16	0,15
	Al ₂ O ₃	15	13,70	12,90	14,25	12,80	12,50
	Fe ₂ O ₃	0,45	0,50	0,50	0,45	0,80	1
	FeO	0,82	1,20	1,15	1	0,75	0,90
	MnO	0,07	0,03	0,03	0,04	0,05	0,04
	MgO	0,30	0,20	0,30	0,30	0,30	0,25
	CaO	0,85	0,60	0,80	1,20	0,70	0,80
	Na ₂ O	4,15	3,80	3,60	3,70	3,60	3,90
	K ₂ O	4,15	4,50	4,70	4,40	4,70	5
Нередкометалльные плагиоклаз-калшпатовые лейко- и мезократовые граниты А	SiO ₂	70,50	71	71,30	71,20	72	71,10
	TiO ₂	0,30	0,30	0,30	0,27	0,27	0,35
	Al ₂ O ₃	15,20	14,30	14,10	14,65	14,10	13,50
	Fe ₂ O ₃	0,70	0,70	0,90	1	1,60	1,80
	FeO	1,50	2,20	2,80	1,60	1,60	1,80
	MnO	0,04	0,05	0,08	0,04	0,06	0,07
	MgO	1	0,60	0,50	0,45	0,60	0,80
	CaO	1,65	1,30	1,30	1,40	1,50	1,50
	Na ₂ O	3,75	3,50	3,60	3,85	3,60	3,70
	K ₂ O	4	4,50	4,70	4,40	4,30	4,60

Примечание. 1. Сведения по подтипам выведены Ю.Б.Мариным и С.М.Бескиным с использованием опубликованных и фондовых данных по петрохимии гранитов России и мира. 2. Для редкометалльных микроклин-альбитовых лейкогранитов подтипы гранитов: 1 – РГп, 2 – РГл, 3 – РГщ; для субредкометалльных олигоклаз-калшпатовых лейкогранитов: 1 – ЛГс, 2 – ЛГн, 3 – ЛГа; для нередкометалльных плагиоклаз-калшпатовых лейко- и мезократовых гранитов: 1 – адаметиты и граниты, 2 – нормальные граниты, 3 – граниты и сиенограниты, в т.ч. рапакиви.

геническим профилем. Оловорудные районы этого региона хорошо изучены. Их ограничения по данным гравиметрии уточнены Э.Н.Лишневым [4]. Всего исследовано 27 рудных районов, размеры которых колеблются от 10х10 до 50х50 км. Некоторые из них являются редкометалльно-пегматитовыми (Завитинский, Седловский, Мензинский и др.). В табл. 1—3 и на рис. 1 они обозначены индексом ИЛ-1-ЛГс и РГп. Из районов (узлов, по терминологии читинских геологов) других типов в известном смысле эталонными выступают Хангилайский (Орловско-Спокойнинский), Шерловгорский и Тургинский. В пределах Хангилайского района известны кварцево-жильно-грейзеновые месторождения и рудопроявления W, Sn, Be в связи с лейкогранитами (Спокойнинское, Увальное и др.) и редкометалльно-гранитовое Орловское танталовое месторождение в связи с литий-фтористыми амазонит-микроклин-альбитовыми субщелочными лейкогранитами. Для Шерловгорского района характерны кварцево-жильно-штокверковые с сульфидными объектами, представителем кото-

рых является оловорудное (с Pb и Zn) месторождение сопки Большая, а также бериллий-вольфрамовые грейзены собственно Шерловой Горы. В Тургинском районе проявлены амазонитовые граниты повышенной щелочности, также литий-фтористые с молибден-танталовой минерализацией. А.М.Гребенников к Тургинскому району относит Калангуйскую группу флюоритовых месторождений. Во всех перечисленных районах установлены выходы гранитов типа А и Б, а в Хангилайском и Тургинском также и гранитов В. Средние составы гранитов приведены в табл. 4. Эти данные позволяют сделать заключение о большей щелочности гранитов Тургинского района (индекс «3» на рис. 1), в то время как гранитовые серии Хангилайского и Шерловгорского районов представляются стандартными (индекс «2»). Тем не менее перекрытия приведенных характеристик достаточно очевидны. Для их более уверенного разделения использован предложенный С.М.Бескиным [2] метод преобразования аналитических

3. Средние содержания элементов-примесей в ведущих, крупно- и среднезернистых разновидностях гранитов в районах локализации сопряженных с ними редкометалльных, оловянных, вольфрамовых, молибденовых месторождений, г/т

Типы гранитов от ранних к поздним в серии А → Б → В	Элементы	Подтипы гранитов (см. табл. 2)					
		В оловянных провинциях, ИЛ			В молибденовых провинциях, МГ		
		1	2	3	1	2	3
Редкометалльные микроклин-альбитовые лейкограниты В = РГ	Li	350	300	280	120	300	200
	Rb	500	1300	800	300	600	500
	Sn	55	35	15	4	10	7
	Zr	45	80	400	—	140	1000
	Nb	<70	60	100	25	45	150
	Ta	<60	30	16	5	13	10
	Be	10	12	8	6	8	5
	Sr	25	30	20	48	35	25
	Ba	25	75	50	—	55	40
	V	—	3	4	—	5	5
	Cr	—	4	5	—	7	14
Субредкометалльные олигоклаз-калишпатовые лейкограниты Б = ЛГ	Li	80—200	80	40	<25	50	30
	Rb	300	400	280	180	420	250
	Sn	15—30	<15	7	3	4—5	4
	Zr	75	150	<150	120	160	200
	Nb	20—50	40	26	15	30	30
	Ta	4—40	7	3	3	4	2
	Be	<50	7	6	—	5—6	6
	Sr	40	75	110	240	80	60
	Ba	80	200	280	700	200	150
	V	—	10	10	20	15	15
	Cr	—	8	7	12	10	8
Нередкометалльные плагиоклаз-калишпатовые лейко- и мезократовые граниты А	Li	100	120	70	30	20	30
	Rb	200	220	350	140	100	200
	Sn	15	10	5	3	3	5
	Zr	130	200	90	125	180	350
	Nb	20	15	35	10	15	20
	Ta	3	3	4	2	2	1
	Be	6	5	6	2	3	6
	Sr	250	210	90	250	340	100
	Ba	560	420	300	700	900	300
	V	7—35	—	—	20	30	15
	Cr	7—70	—	—	5	27	10

данных по содержанию MgO, CaO и других пар родственных компонентов, например Li и Rb, в разновидностях крупно- и среднезернистых биотитовых и лейкократовых гранитов типов А и Б в графики, отвечающие для каждого района линейным уравнениям вида: $\log \text{MgO} = a \log \text{CaO} + b$ (рис. 3). Опыт показывает, что для построений такого рода можно использовать данные о средних составах пород, полученные разными исследователями. Получаемые с помощью этих графиков трендовые параметры различны для гранитовых серий каждого из районов и отражают их тонкую геохимическую (петрохимическую) специфику. Использование этих параметров на диаграммах следующего поколения имеет несомненное прогнозно-поисковое значение.

Пегматитовые районы отличаются присутствием в них гранитных серий с особенно интенсивным темпом падения содержания извести (малыми углами $\alpha_{\text{мс}}$), высокой исходной щелочноземельностью и низкой щелочностью ($\text{MgO}_{\text{ст}}/\text{CaO}_{\text{ст}}$ 0,25—0,55) (рис. 4). В то же время среди непегматитовых районов (камерные пегматиты в расчет не принимаются) различают гранитовые серии, принадлежащие двум совокупностям. Одна из них представлена достаточно щелочноземельными гранитовыми сериями. Отношение стартовых содержаний MgO и CaO в породах этих

серий составляет 0,2—2, а спад содержания извести происходит менее интенсивно, чем в гранитовых сериях пегматитовых районов ($\alpha_{\text{мс}}$ 54—67°). Рассматриваемые серии отвечают районам с кварцевожильно-грейзеновым вольфрамовым и оловянным оруденениями, к числу которых относится и Шерловогорский район. Для районов второй совокупности с развитыми в их пределах малыми интрузивами редкометалльных гранитов характерны исходно минимально известковистые гранитовые серии. Их отличают значения $\text{MgO}_{\text{ст}}/\text{CaO}_{\text{ст}}$, равные 2—10 %. Спад содержания магнезии, как более кислотного компонента, протекает более энергично ($\alpha_{\text{мс}}$ 58—70°), чем уменьшение содержания извести (более основного компонента). Это свидетельствует о повышенной щелочности гранитных расплавов, создавших рассматриваемые серии. Дифференциация именно таких серий и приводит к появлению редкометалльных, типично субщелочных, микроклин-альбитовых гранитов.

В поле точек районов с редкометалльными гранитами отчетливо намечаются две ветви: менее щелочная с перспективами на тантал и литий — Олданда-Хангилайская, в которую вписываются и точки прогнозируемых С.М.Бескиным и Э.Н.Лишневским Верхнекыринского и Таптанайского районов, и более щелочная — Асакан-Шумилов-

ско-Саханай-Тургинская, перспективы которой на эти металлы оцениваются достаточно скромно. Положение точки Тургинского района позволяет придать ему индекс ИЛ-3 (см. табл. 1—3).

Таким образом, разработанная методика позволяет на основании петрохимических и геохимических исследований распознавать особенности петрологии и металлогении гранитовых формаций. Представляется перспективным при проведении петролого-металлогенического анализа использование сходных диаграмм по другим парам родственных компонентов. Изучение трендов и трендовых параметров является наиболее информативным для геохимической характеристики магматических формаций и серий.

Учитывая сказанное во всех четырех наших статьях, сделаем следующие выводы.

Естественный процесс накопления знаний приводит к необходимости пересмотра на новом уровне и такой общегеологической проблемы, как геохимическая специализация (ГС) геологических формаций и серий (ГФ) в связи с прогнозом их рудоносности.

Проведен анализ структуры самого понятия

4. Средние составы ведущих разновидностей гранитов эталонных районов непегматитового гранитогенного оруденения Южного Забайкалья*, %

Гранитогенные рудные районы	Компоненты	Типы крупнозернистых гранитов		
		А	Б – ЛГ	В – РГ, не руды
Хангилайский (Орловско-Спокойнинский): кварцево-жильно-грейзеновые образования в связи с гранитами Б (W, Sn, Be) и редкометалльно-гранитовые в связи с гранитами В (Ta и др.)	SiO ₂	73,06	75,12	72,27
	Al ₂ O ₃	13,68	13,99	14,84
	Fe ₂ O ₃	1	0,36	0,46
	FeO	1,65	0,70	1,02
	MgO	0,38	0,53	0,31
	CaO	0,68	0,42	0,67
	Na ₂ O	3,68	3,82	4,19
	K ₂ O	4,58	4,36	4,80
	F	0,13	0,11	0,44
	Li, г/т	125	115	470
	Rb, г/т	365	435	1000
Шерловгорский: кварцево-жильно-грейзеновые и сульфидно-штокверковые образования в связи с гранитами Б (Sn, Pb, Zn, Be); рудных образований в связи с гранитами В нет, как и самих этих гранитов	SiO ₂	72,90	75,26	—
	Al ₂ O ₃	13,14	13,31	—
	Fe ₂ O ₃	0,31	0,44	—
	FeO	2,32	0,72	—
	MgO	0,50	0,10	—
	CaO	0,84	0,60	—
	Na ₂ O	3,52	3,57	—
	K ₂ O	4,67	4,57	—
	F	0,60	0,50	—
	Li, г/т	140	140	—
	Rb, г/т	525	470	—
Тургинский: отдельные метасоматические образования в связи с гранитами Б; Ni-Ta-рудопоявления в связи с амазонитовыми гранитами В; предполагаемая связь с ними флюоритовых месторождений Калангуя	SiO ₂	74,33	76,31	75,90
	Al ₂ O ₃	13,80	12,33	12,94
	Fe ₂ O ₃	0,31	0,57	0,37
	FeO	1,23	0,67	1
	MgO	0,87	0,12	0,17
	CaO	1,34	0,34	0,20
	Na ₂ O	3,78	4,01	4,57
	K ₂ O	3,97	4,32	4
	F	0,32	0,15	0,20
	Li, г/т	100	75	215
	Rb, г/т	350	330	640

* Средние составы по данным многих проб из коллекций И.Ф.Григорьева, А.М.Гребенникова, В.Д.Козлова, Ю.П.Трошина, Н.Г.Бузковой, А.Д.Червинской, В.Н.Ковале, С.М.Бескина и др.

тия геохимической специализации, намечены граничные условия эффективности ее использования, введено понятие о продуктивной фации (фазе, интрузивном комплексе) ГФ, а сами ГФ систематизированы по характеру их ГС и положению продуктивной фации (фазы, комплекса).

Подобный анализ позволил прийти к следующим общим заключениям:

- 1) невозможно предложить какие-либо стандартные, общие для всех ГФ рекомендации по технологии оценки их рудоносности, основанной в том числе на данных по геохимической специализации;
- 2) отсутствуют эффективные в практическом отношении простые характеристики ГС, относимые к всему телу ГФ, например, средние содержания породообразующих или рудных элементов, которые позволяли бы делать обоснованное заключение о потенциальной рудоносности.

Эти заключения обусловлены объективными, нелинейно сложными связями оруденения с геологическими формациями, а так-

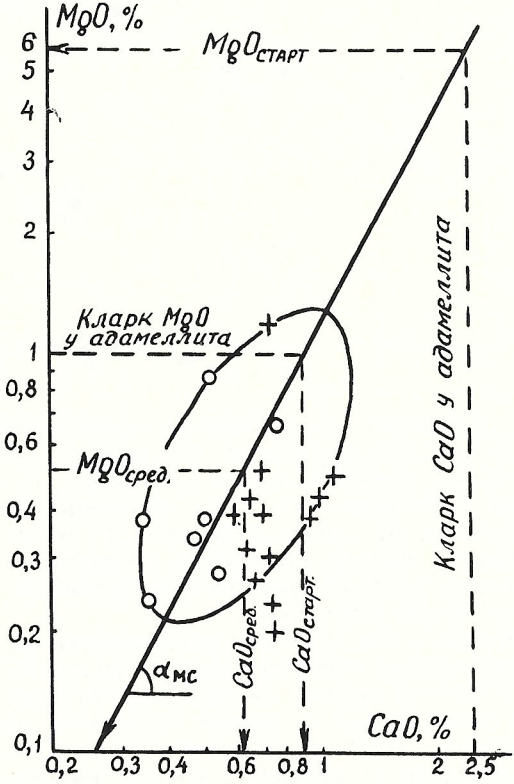


Рис. 3. Пример составления магний-кальцевой диаграммы для гранитоидного района (Хангилайского) и получение с нее трендовых оценочных параметров, по С.М.Бескину:

аппроксимирующая прямая задана длинной осью минимального эллипса, наиболее полно охватывающего фигуративные точки, отвечающие средним содержаниям магния и кальция в крупно- и среднезернистых разновидностях биотитовых, двуслюдяных (крестики), лейкократовых, аляскитовых (залитые кружки) гранитов, в т.ч. в одних и тех же разновидностях таких гранитов, но по данным разных авторов. Пробы взяты из Центрального Хангилай-Шилинского массива

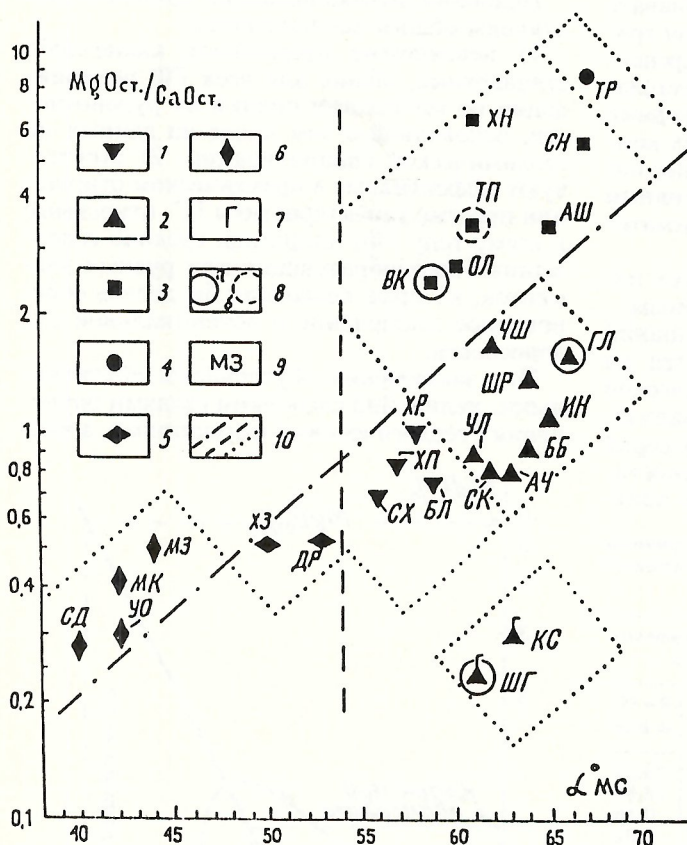


Рис. 4. Диаграмма $MgO_{ст}/CaO_{ст} - \alpha_{мс}$ для гранитовых серий оловянных районов Южного Забайкалья, по С.М.Бескину:

1 — рудные районы с гранитовыми сериями, завершающимися гидротермально-грейзеновым редкометалльным оруденением; 2 — то же, с проявлениями внутригранитных камерных пегматитов и (или) редкометалльных кварцевых порфиров, онгоитов и т.п.; 3—4 — то же, с оруденением редкометалльных натролитивых гранитов (3), в т.ч. повышенной щелочности (4); 5—6 — рудные районы с гранитовыми сериями, завершающимися редкометалльным пегматитовым оруденением (5), в т.ч. и с оруденением редкометалльных натролитивых пегматитов (6); 7 — районы с возможным, но ныне неизвестным видом оруденения (?); 8 — вновь выделенные, потенциально рудные районы (а), а также известные (б), где прогнозируется указанное, но до сих пор не известное в них оруденение; 9 — районы: АЧ — Адун-Челонский, АШ — Асакан-Шумиловский, ББ — Бубука-Белухинский, БЛ — Былыринский, ВК — Верхнекыринский, ГЛ — Голготайский, ДР — Дурулгуевский, ИН — Ингодинский, КС — Крестовосенькинский, МК — Малокулдинский, МЗ — Мензенский, ОЛ — Олдандинский, СН — Саханайский, СД — Седловский, СК — Соктуйский, СХ — Сохондинский, ТП — Таптанайский, ТР — Тургинский, УЛ — Улелейский, УО — Усть-Ононский, ХЗ — Халзанский, ХН — Хангайский, ХП — Хапчерангинский, ХР — Харалгинский, ЧШ — Чикокон-Шибегуйский, ШГ — Шарагорхонский, ШР — Шерловогорский; 10 — линии, разграничивающие поля районов с разными типами и видами оруденения: с проявлением редкометалльных натролитивых пегматитов или гранитов — слева вверх; и без таковых — справа вниз (штрих-пунктир); существенно пегматитовые — слева; непегматитовые — справа (пунктир); с более конкретными видами оруденения или минерализации (точки, эти поля выделены приблизительно)

же ступенчато эволюционным характером рудоконцентрирующего геохимического процесса, который лишь в редчайших случаях охватывает все тело геологической формации, но обычно сосредоточен в малой части ее объема, который и предлагается называть продуктивной фацией (фазой) геологической формации.

Вместе с тем, в первом приближении наметен подход, который позволяет видеть ГС не в средних числах, а в особенностях трендов (для малых и редких элементов по принципу Дж.Релея — прямолинейных логарифмических трендов), ибо как выяснилось (Бондаренко, 1978), любому геологическому объекту присуща закономерная изменчивость свойств [1, 2, 5].

В структуру понятий геохимическая специализация (ГС) геологических формаций и серий (ГФ) входят следующие информационные блоки: тектонический (геодинамический) режим становления ГФ, ее онтогенез — филогенез, петрохимия слагающих пород, статистические типы распределения элементов и их минеральных носителей (парагенетические ассоциации; нормальные,

логнормальные, комбинированные, полимодальные распределения; кларки глобальные и породные, ферсмы, фоны: корреляционные связи; индикаторные отношения), изотопия, экспериментальные физико-химические системы как указание на концентрационные тренды, термобарогеохимия и т.п.

В онтогенезе конкретной ГФ (зарождение → формирование → аутометаморфизм → аллометаморфизм) различают стадии (уровни) формирования ГС как интегральной характеристики:

сингенетичная («дорудная»);
рудоконцентрирования (в продуктивных фациях);

вторичная, не парагенетичная ГФ; например, если ГФ функционирует как геохимический, физический барьер, коллектор в отношении оруденения из внешнего источника.

Среди всей совокупности ГФ, обладающих потенциальной рудоносностью, выделяются по крайней мере две крайние, контрастные группы. В первой группе, куда, например, относятся мантийные ультраосновные, ультраосновные-щелочные и базальтоидные ГФ, ГС дает прямые, инфор-

мационно насыщенные, эффективные в практическом отношении критерии металлогенического прогноза. Во второй группе тело ГФ является лишь проницаемым барьером, коллектором для любого стороннего вещества (например, в инфильтрационных ролловых месторождениях урана и других элементов). В этом случае собственные геохимические характеристики ГФ не несут полезной информации для прогноза.

Для эффективного в практическом отношении использования ГС для металлогенического прогноза проведения систематика ГФ, поясняющая *границные условия* такого использования:

продуктивная фация находится *внутри тела* ГФ (проксимальная продуктивная разновидность): 1) магматические, плутонические, корово-мантийные ГФ, представленные сериями, рядами последовательных интрузий, 2) вулканоплутонические ГФ; продуктивная фация находится в плутоническом члене, а основной объем геохимической информации по общему прогнозу — в эффузивном, 3) осадочно-эффузивные (базальтоидные) ГФ в эвгеосинклиналях (колчеданные рудные формации), 4) осадочные ГФ со стратиформным оруденением сульфидов металлов, фосфоритовые и пр.;

продуктивные фации дистальные; находятся *вне тела* ГФ; они образуют ряд по увеличению степени дистальности, «оторванности»: 1) гранитные пегматиты в метаморфических толщах щитов, 2) метаморфогенные жилы кварцевые, карбонатные с сульфидным, оксидными, золотым оруденением, 3) регенерированные рудные тела, источник вещества которых находится в одной ГФ, а залегают они в других, даже не родственных ГФ;

рудные формации *автономного существования*, часто не связанные с какими-либо конкретными ГФ или связанные опосредствованно, абсолютно дистальные; вмещающие ГФ в этом случае нередко функционируют в качестве геохимических барьеров и коллекторов, но их первичная ГС не несет полезной информации для металлогенического прогноза.

Таким образом, во многих случаях важное значение для металлогенического прогноза имеет ГС не всего тела (объема) ГФ, а ее особой фации (фазы или комплекса), названной *продуктивной*. Она составляет обычно небольшую часть ГФ и именно в ней происходят процессы стадийного рудоконцентрирования, вещества дифференциации и локализация рудных. Выявление ГС таких продуктивных фаций — центральная задача обсуждаемого геохимического аспекта проблемы металлогенического прогноза. В сущности, именно горнопородная продуктивная фация ГФ и является объектом мелкоштабного прогноза, соответствуя в разных ГФ рудным районам, узлам или полям.

В общей системной технологической це-

почке операций прогноза и поисков данные ГС позволяют: проводить рудно-формационную интерпретацию обнаруженных в ходе геохимического картирования аномальных геохимических полей; районировать исследуемые территории по типам ГФ, обладающим той или иной ГС и, соответственно, потенциальной рудоносностью; оценивать прогнозные ресурсы.

Районирование территорий по геохимическим, металлогеническим типам ГФ должно быть тесно сопряжено с ландшафтным районированием, которое предшествует геохимическому картированию и определяет выбор метода, их комплексацию и технологию опробования, набор анализируемых элементов.

Технологическая цепочка использования геолого-геохимических признаков рудоносности реализуется от мелкого масштаба ко все более укрупняющемуся в следующей последовательности: металлогеническая типизация ГФ на исследуемой территории по их ГС → районирование территорий по геохимическим типам РФ → выделение продуктивных геохимических фаций и фаз → выделение рудных районов и полей.

Приведенные примеры базальтоидных ГФ эвгеосинклиналей с медно-цинковым и свинцово-цинково-медным колчеданным оруденением (Урал, Алтай), базит-гипербазитовых плутоновулканических ГФ с платиноидно-медно-никелевыми рудами (Норильский рудный район) и гранитоидных ГФ с редкометалльным оруденением (Забайкалье) показывают эффективность *разных форм представления* данных ГС — диагностических цифровых таблиц, графиков и схем, а также сочетания геохимических и геофизических мелкоштабных критериев разбраковки территорий.

На данной стадии аналитического пересмотра общегеологической проблемы геохимической специализации геологических формаций выявлены следующие направления перспективных исследований:

расчет региональных кларков (ферсмов, фонов), а также горнопородных кларков разной формационной принадлежности;

конкретизация закономерностей ступенчатого концентрирования химических элементов в объектах разной иерархии (регионы → провинции → блоки → геологические формации) в соответствии с законом Мак-Келви — Овчинникова — Иванова — Панфилова (МОИП);

геолого-геохимическая систематика (диагностика) продуктивных фаций на фоне соответствующей систематики геологических формаций.

Социально-экономические условия научно-исследовательской геологической деятельности, возникшие в 1985 г., резко, радикально сократили потенциал накопления первичной геохимической информации. Эта тенденция, видимо, будет продолжаться долго. С другой стороны, лавинообразное

накопление фактического материала без своевременного, научно обоснованного «свертывания информации» также не вселяло оптимизма. Поэтому можно сделать вывод, что вольно или невольно мы должны начать научно-исследовательскую работу по обобщению, систематизации и теоретическому осмыслению фактического материала, уже накопленного к данному времени и хранящемуся главным образом в уникальном по масштабам бывшем Геолфонде СССР, в Геолфондах территорий.

Нам представляется, что постановка общегосударственных программ в таком направлении сама по себе давно назрела, не говоря уже о том, что она хотя бы частично компенсирует то прогрессирующее структурное и по общему объему ослабление научно-исследовательских работ отрасли, которое, к сожалению, сейчас происходит с полной и трагической очевидностью.

В операции прогноза рудных месторождений, где сочленяются буквально все геологические проблемы, ответы имеют принципиально вероятностный, нелинейный характер, и уже поэтому разработка этой операции будет продолжаться ровно столько,

сколько лет будем иметь потребность в таком прогнозе.

Авторы благодарят Э.К.Буренкова и А.И.Кривцова за поддержку и критические советы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бескин С.М., Ларин В.Н., Марин Ю.Б. Редкометалльные гранитовые формации. — Л.: Недра, 1979.
2. Бескин С.М. О взаимозависимости магний-кальциевых и литий-рубидиевых параметров гранитовых серий в оловорудных районах с различной редкометалльной металлогенией // Геология и геофизика. 1994. Т. 35. № 11. С. 82—92.
3. Лишневский Э.Н. Магнитное поле как индикатор провинций оловорудного и молибденового профиля // Докл. АН СССР. 1982. Т. 266. № 2. С. 429—432.
4. Лишневский Э.Н. Геолого-геофизическая характеристика олово- и молибденоносных рудообразующих систем // Геология рудных месторождений. 1991. № 5. С. 55—68.
5. Принципы расчленения и картирования гранитоидных интрузий. Методические рекомендации. — Л.: ВСЕГЕИ, 1988.
6. Справочник по геохимии. — М.: Недра, 1990.
7. Объемное геологическое картирование редкометалльных рудных районов. Методическое пособие по геологической съемке масштаба 1:50 000. Вып. 8. — Л.: Недра, 1981.

УДК 550.84:553.98(571.5)

© В.Б.Зиновьев, 1996

Перспективы развития геохимических поисков углеводородов

В.Б.ЗИНОВЬЕВ (Оренбурггеолком)

В условиях активно внедряющихся в нашу жизнь новых экономических отношений все большую актуальность приобретает необходимость скорейшего перехода к высокоэффективным малозатратным технологиям. Для поисков месторождений углеводородов это, в первую очередь, означает значительное повышение результативности глубокого бурения, что представляется возможным на основе принципиально нового подхода к подготовке геологических объектов под глубокое бурение.

Основным показателем, характеризующим качественный скачок в принципах прогнозирования нефтегазоносности наземными методами, очевидно, должен стать переход от локализации объектов, перспективных в нефтегазоносном отношении в силу специфики своего геологического строения, проявляющегося в геофизических полях, к прямому выявлению залежей с оценкой их геометрических размеров, глубины залегания, запасов углеводородов. Соединение в каком-либо одном методе поисков возможностей определения всех этих параметров вряд ли будет осуществимо. Решение данной проблемы видится во всестороннем и целенаправленном изучении недр комплексом геофизических и геохимических методов.

Положение в пространстве и размеры геологических объектов могут достаточно надежно определяться геофизическими методами. Однако оценка характера насыщения пластов и запасов углеводородов в контурах выявленных объектов — задача для наземных геофизических методов чрезвычайно сложная. Высокая изменчивость физических свойств горных пород вносит искажения в наблюдаемые геофизические поля, во много раз превосходящие аномальные эффекты, вызываемые флюидами нефтегазоносных горизонтов. Для определения нефтегазоносности потенциала геологических объектов более перспективно, на наш взгляд, применение геохимических методов, поскольку источником информации здесь являются непосредственно компоненты химического состава самих залежей.

Однако следует отметить, что традиционно используемые геохимические критерии (содержания химических элементов и соединений, различные соотношения в компонентном составе ореолов рассеяния и т.п.) позволяют давать лишь качественную характеристику геологических объектов. Вряд ли удастся получить количественную информацию о нефтегазоносности на основе

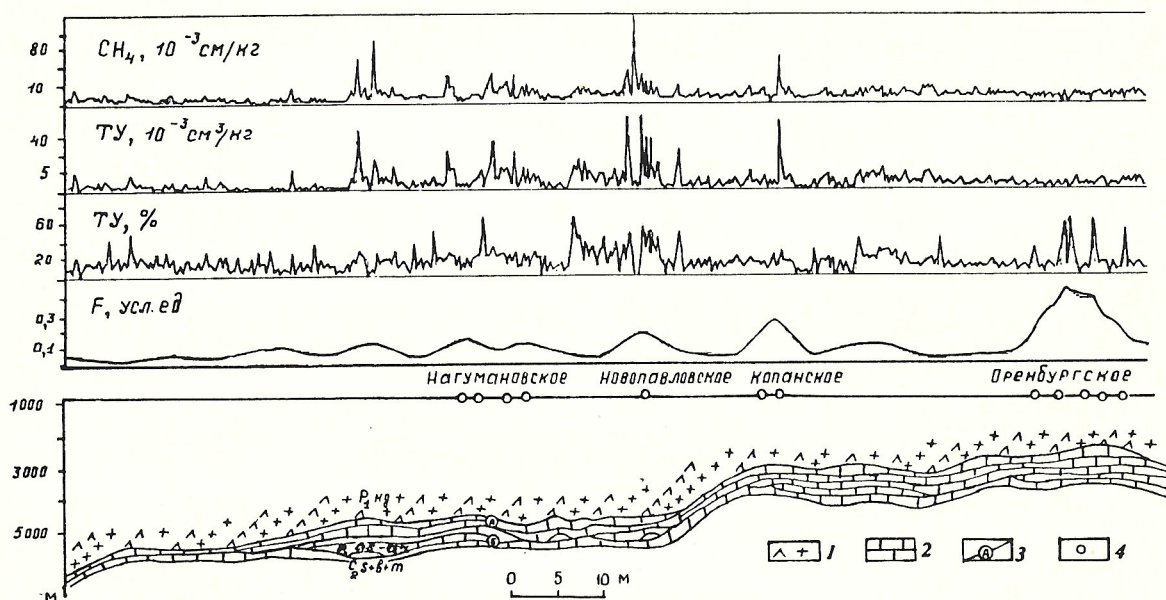


Рис. 1. Распределение геохимических параметров по региональному профилю I-P:

1 — ангидрит, соль; 2 — известняк; 3 — отражающие горизонты; 4 — скважины

диффузивно-фильтрационной модели ореолов рассеяния месторождений, т.к. для ее применения требуется обширная информация об изменениях коэффициентов диффузии и фильтрации в многослойной геологической среде, которая может быть получена только путем сложных лабораторных исследований образцов керна глубоких скважин. Кроме того, на диффузионно-фильтрационные параметры горных пород сильно влияют вторичные факторы: наличие в порах воды, трещиноватость, ориентировка трещин и др. Вариации диффузионно-фильтрационных параметров в разрезах составляют несколько порядков в зависимости от типов пород и степени их подверженности вторичным факторам. Получить представительную информацию о всех этих изменениях по отдельным образцам керна даже в пределах небольших площадей практически невозможно. При необходимости большого объема глубокого бурения для корректировки результатов наземных работ последние вообще могут потерять смысл. Выход из сложившейся ситуации возможен на основе новой физико-статистической модели геохимического поля, в которой пространственное распределение компонентов ореолов рассеяния представляется как самоорганизующаяся в естественных физических полях система частиц. Завершенной концепции такого подхода сегодня еще нет, но некоторые доводы в пользу вышеизложенных положений уже можно привести. Результаты геохимических исследований рассмотрим на примере Оренбургского региона, где в последние годы расширено применение наземной газовой съемки при поисках месторождений углеводородов.

Газонасыщенность пород горизонтов про-

боотбора (в данном случае — приповерхностных отложений) в количественном отношении определяется следующими основными факторами: характером источников глубинных флюидов; особенностями путей субвертикальной миграции углеводородных газов (УВГ); газоемкостными свойствами пород опорного горизонта. Для приповерхностных отложений на опосредованных площадях Оренбургского региона, как показал статистический анализ геолого-геохимической информации, последний фактор не является существенным. По критериям Коломорова — Смирнова и Стьюдента, связь газонасыщенности приповерхностных отложений с их литологическим составом отсутствует. Причина последнего — то, что газоемкостный потенциал различных литологических разностей пород во много раз превосходит количество привносимых в приповерхностную зону УВГ. Таким образом, при формировании газового поля в рассматриваемом регионе главную роль играют глубинные факторы. Однако интенсивность проявления каждого из них на различных площадях может быть самой разной.

В однородной и изотропной среде большей по размеру и содержанию УВГ залежи соответствовал бы больший по размеру и контрастности ореол рассеяния, симметрично расположенный в плане относительно залежи. Параметром, исчерпывающе характеризующим такой ореол и его источник, были бы абсолютные содержания УВГ в горизонте пробоотбора. В реальных условиях такая картина наблюдается крайне редко. Неоднородность площадей по распределению каналов субвертикальной миграции (разломов, трещин), их пространственная ориентация

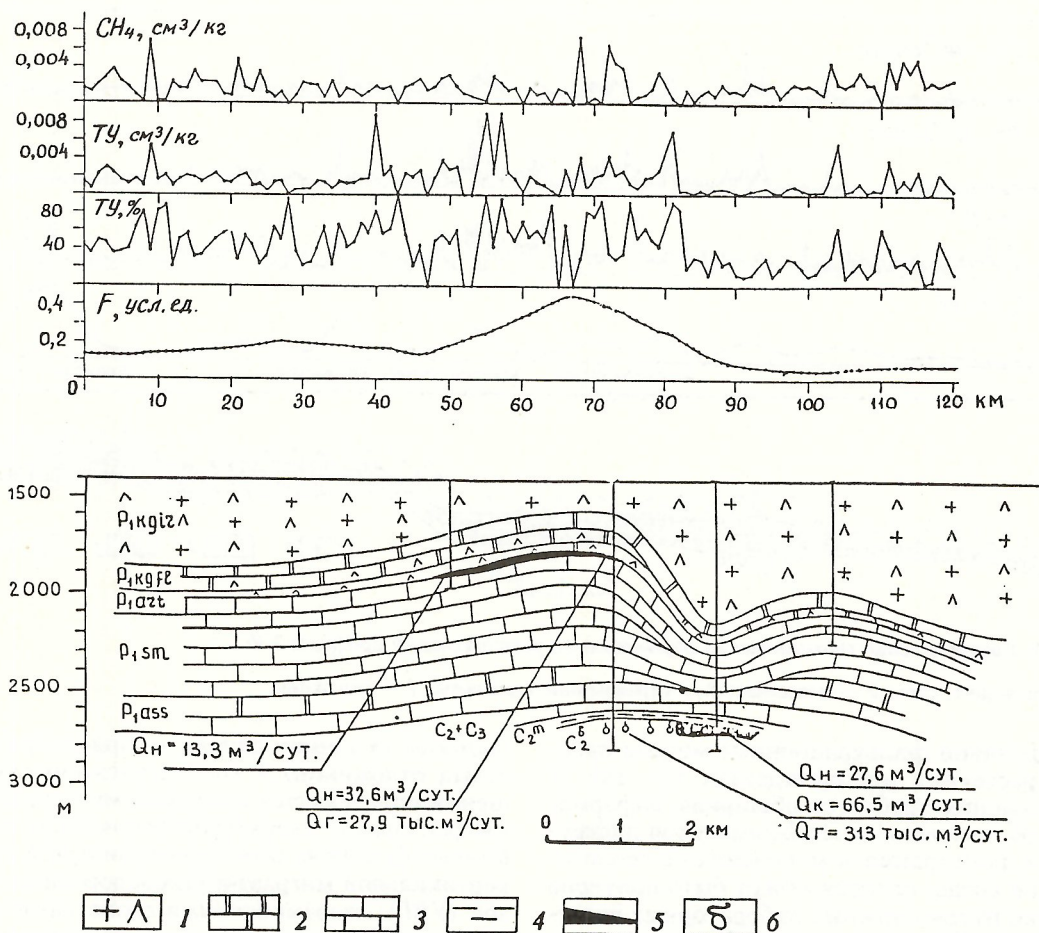


Рис. 2. Распределение геохимических параметров по Чкаловскому профилю:

1 — соли; 2 — доломиты; 3 — известняки; 4 — глины; 5 — нефть; 6 — газ

оказывают сильное влияние на интенсивность миграционных потоков и, как следствие, на положение ореолов в плане относительно их источников. В итоге зоны высоких концентраций УВГ в большей мере картируют области разгрузки глубинных флюидов, а не залежи углеводородов. Следует также иметь в виду, что обилие разрывной тектоники на локальных площадях является неблагоприятным условием для сохранности залежей. С этой точки зрения, потенциал нефтегазоносности площадей, характеризующихся меньшей газонасыщенностью верхней части разреза, может оказаться выше. Данная закономерность наблюдается на очень многих месторождениях. В частности, на Оренбургском ГКМ по линии профиля I-P концентрации УВГ практически не отличаются от фоновых (рис. 1).

Из сказанного выше следует, что на основе рассмотренных параметров невозможно выработать однозначные критерии для выявления и локализации нефтегазоносных объектов. Вместе с тем, детальный анализ характера распределения концентраций УВГ в ореолах рассеяния показал, что одно-

типным для всех нефтегазоносных объектов, независимо от средней газонасыщенности горизонта пробоотбора, является возрастание степени неоднородности поля концентраций УВГ над залежами.

Механизм формирования геохимических полей, приводящий к возрастанию вариаций концентраций УВГ в ореолах рассеяния залежей, можно представить следующим образом. В приповерхностную зону субвертикальный поток УВГ проникает преимущественно по трещинам. Эти трещины пронизывают разрез на различную глубину, и поэтому в них попадают газы из различных горизонтов. Разгрузка такого потока в приповерхностной зоне ввиду пространственной ограниченности каналов миграции происходит также на локальных участках. При равномерном насыщении всего разреза углеводородными газами близкими будут и плотности их потоков в различных трещинах. Как следствие, однородным будет и газовое поле в зоне разгрузки потоков. При наличии в разрезе залежей углеводородов в отдельные каналы миграции проникнут УВГ в относительно больших количествах, что

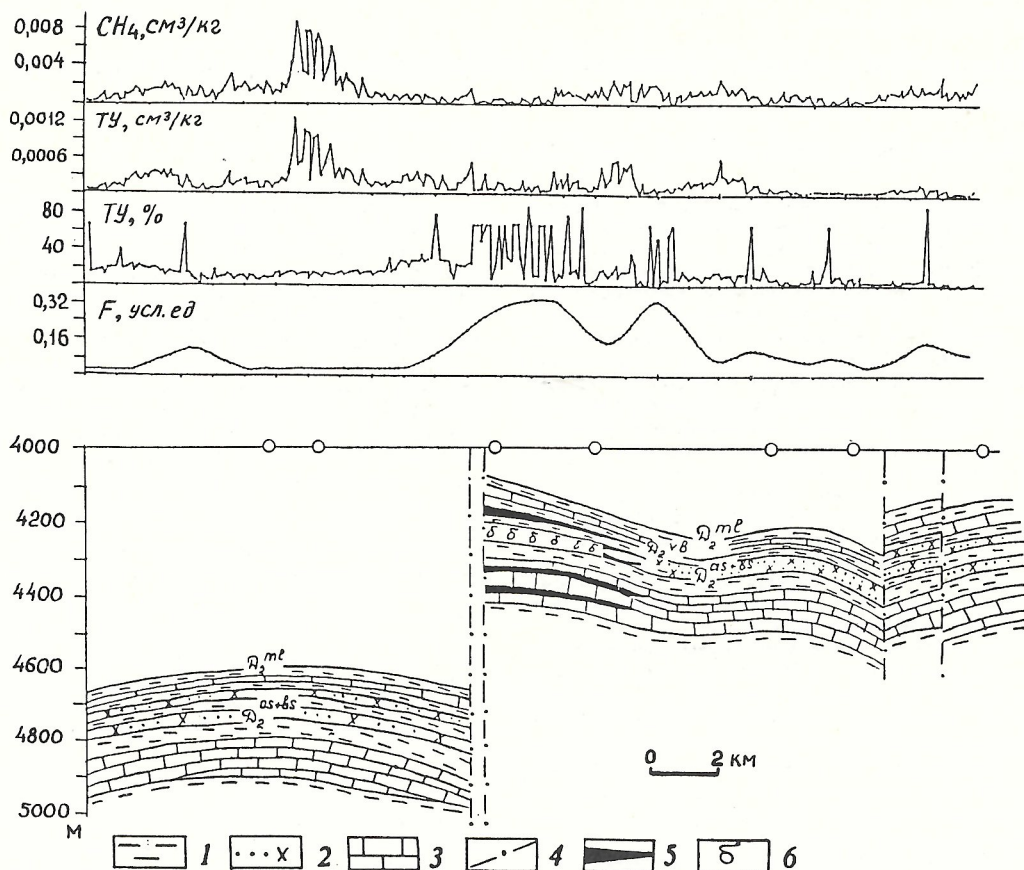


Рис. 3. Распределение геохимических параметров по Зайкинскому профилю:

1 — глины; 2 — песчаники; 3 — известняки; 4 — разломы; 5 — нефть; 6 — газ

приведет к большей дифференцированности концентраций УВГ в ореоле рассеяния. Средняя газонасыщенность пород горизонта пробоотбора на различных поисковых площадях будет в большей мере определяться степенью развитости трещин, по которым мигрируют УВГ. С другой стороны, неоднородность концентраций УВГ в горизонте пробоотбора характеризует такую их распределения в разрезе. Возрастание вариаций концентраций УВГ на какой-либо площади свидетельствует о большей вероятности обнаружить в ее пределах залежь углеводородов.

На основе данной закономерности был разработан газогеохимический показатель F , характеризующий степень неоднородности полей концентраций УВГ в горизонтах опробования. Показатель F на участке пробоотбора рассчитывается как дисперсия нормированных на локальное среднее логарифмов содержаний УВГ. Такая нормировка в рамках предложенной модели формирования ореолов рассеяния позволяет уменьшить в данном параметре влияние неоднородности проницаемости разреза на характер геохимической информации. Амплитуда F , таким образом, в большей мере характеризует углеводородный потенциал залежей.

О высокой информативности F свидетельствуют результаты опробования данной ме-

тодики выявления нефтегазоносных объектов на Оренбургском, Чкаловском, Зайкинском, Копанском, Нагумановском и других месторождениях Оренбургской области. В газовом поле приповерхностных отложений при самых различных уровнях концентраций УВГ в пределах этих месторождений все они однозначно проявляются участками аномально высоких значений F (рис. 2, 3, см. рис. 1).

Вместе с тем следует отметить, что в представленном виде F также дает информацию качественного характера, хотя и отмечается корреляция амплитуды F с глубиной залегания кровли артинского нефтегазоносного комплекса (см. рис. 1) и определенное соответствие размеров геохимических аномалий таковым нефтегазоносных объектов в плане. Решить задачу о количественной оценке нефтегазоносности будет возможно только при условии точного знания законов пространственного распределения компонентов ореолов рассеяния, вытекающих из функциональных связей параметров геохимических полей и геологических объектов. Таким образом, создание адекватной физико-статистической модели геохимического поля является сегодня важнейшей задачей прикладной геохимии.

Литолого-фациальные особенности отложений чернорского горизонта эйфельского яруса

В.Ф.БАЛДИН (Южно-Уральский филиал ВНИГНИ)

В юго-западной части Оренбургской области, в приграничных с ней Самарской, Саратовской областях и Казахстане, в пределах Бузулукской впадины и южной части Восточно-Оренбургского валообразного поднятия, широко развиты отложения чернорского горизонта эйфельского яруса (рисунок). К ним отнесены образования, занимающие стратиграфическое положение между подошвой пласта D_{IV} воробьевских слоев или его аналога — аргиллитов и кровлей карбонатов, относимых к мосолюскому (афонинскому) горизонту. Возраст отложений горизонта обоснован фаунистически. По данным С.П.Макаровой, во многих скважинах, пробуренных в этих отложениях с отбором керна, определены брахиоподы и комплекс остракод, отвечающие чернорскому горизонту унифицированной стратиграфической схемы, принятой для Русской платформы в 1988 г. (скв. Вишневская-703, Зайкинская-570, Росташинская-174, Мансуровская-286, Давыдовская-2, Чинаревские-П-4, П-9, Царевская-150, Кошинские-63, 113, Самаркинская-8, Рыбкинская-166, Мирошкинская-556, Южно-Гаршинская-300 и др.).

На описываемой территории рассматриваемые отложения вскрыты более чем 160 скважинами. Протяженность полосы их развития в широтном направлении достигает 370 км при ширине 10—100 км. Мощность отложений колеблется от 0 до 162 м (скв. Чинаревская-П-4). Исчезновение их к северу частично объясняется, вероятнее всего, размытием в более позднее время. Область максимальных мощностей имеет субширотное простираание и совпадает с линией скважин Перелобская-2 — Разумовская-1 — Погодаево-Остафьевская-45 — Чинаревские-П-4, П-9 — Кошинские-63, 113. Изопахиты 80 и 100 м оконтуривают узкую линзу. От нее изопахиты меньших значений мощности (70—30 м) выпуклой частью подковообразно уходят на север, картируя зону шельфа; к югу мощность моноклиinally и резко уменьшается вплоть до полного исчезновения по линии скважин Карповская-7 — Первосветская-41 — Рожковская-П-3 (см. рисунок). Область максимальных мощностей отложений горизонта четко фикси-

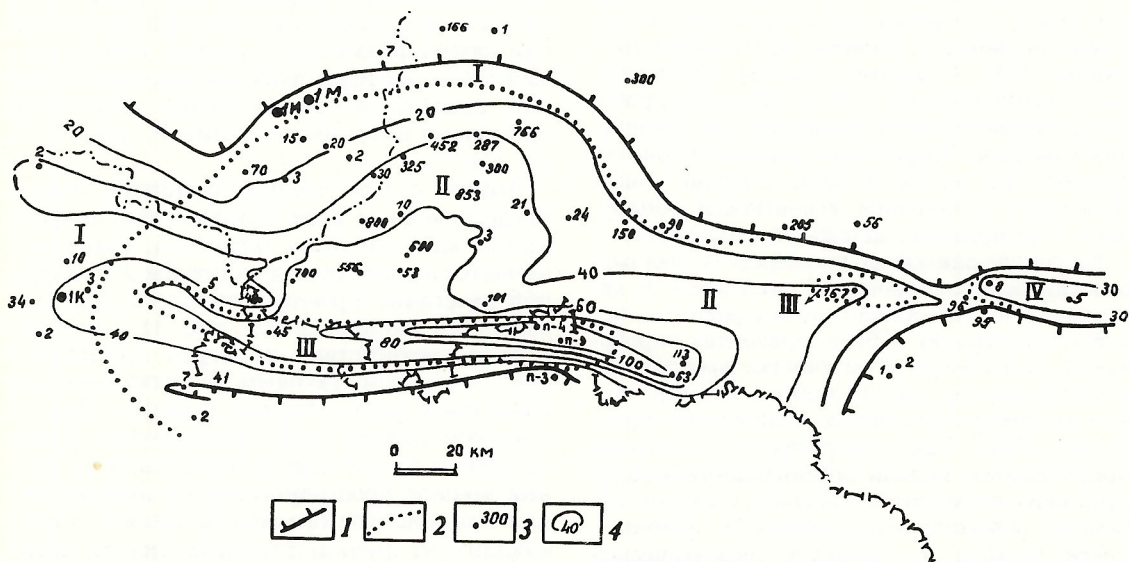
рует центральную часть Рубежинско-Уральского прогиба, выделенного в нижней части осадочного чехла.

По имеющемуся керну и данным ГИС, отложения чернорского горизонта представлены терригенно-карбонатными образованиями. Среди них можно выделить четыре типа разреза: терригенный, карбонатно-терригенный, терригенно-карбонатный и карбонатный.

Отложения терригенного типа развиты в западной и северной частях площади распространения горизонта. В разрезе скважин Южно-Первомайская-10, Чалыклинская-34, Весенняя-2, Кузубаевская-1, Западно-Степная-3, Иргизская-1, Муратшинская-1, Степановская-90 они представлены аргиллитами, алевролитами, реже песчаниками. Аргиллиты темно-буровато-серые до черных, каолиново-гидрослюдистые, неравномерно-алевритистые и известковистые, тонкоплитчатые, плотные, крепкие. Алевролиты темно-серые, кварцевые, мелко-среднезернистые, с глинистым, глинисто-карбонатным цементом базального, порово-базального типа, крепкие, плотные. Песчаники светло-коричневато-серые, темно-серые, кварцевые, разномзернистые, нередко алевритистые, неравномерно-глинистые. Мощность отложений данного типа в этих скважинах 6—45 м. Максимальные мощности отмечаются в центральной части площади их развития.

Наиболее распространен карбонатно-терригенный тип разреза. По данным ГИС и керну, он характеризуется неравномерным переслаиванием аргиллитов, известняков, мергелей, реже алевролитов и песчаников. Преимущественно развиты аргиллиты, среди которых встречаются прослои известняков, мощностью до 5 м. Известняки органогенно-детритовые и шламовые, тонкозернистые, глинистые, битуминозные. Мощность отложений данного типа изменяется от 8 до 100 м (скв. Кошинская-63); преобладают значения 40—70 м.

Отложения терригенно-карбонатного типа образуют как бы островки среди вышеописанного. Они вскрыты скважинами Чинаревские-П-4, П-9 и Рыбкинские-166,



Схематическая литолого-фациальная карта отложений чернорского горизонта:

1 — граница отсутствия отложений чернорского горизонта; 2 — граница литолого-фациальных зон чернорского горизонта; 3 — скважины и их номера; 4 — изопахиты отложений чернорского горизонта, м; литолого-фациальные зоны: I — терригенная (аргиллиты, алевролиты), II — карбонатно-терригенная (аргиллиты, известняки, мергели, реже алевролиты), III — терригенно-карбонатная (известняки, мергели, аргиллиты), IV — карбонатная (известняки)

167, 168. В разрезе резко преобладают известняки, мергели. Аргиллиты и алевролиты имеют подчиненное значение. Известняки темно-серые, почти черные, пелитоморфно-тонкозернистые, местами шламово-мелкодетритовые, неравномерно-глинистые, нередко окремненные, плотные, крепкие. Мергели темно-серые, почти черные, аргиллитоподобные, гидрослюдисто-известковистые, тонкоплитчатые, слабо битуминозные. В Чинаревских скважинах мощность отложений горизонта составляет 121 и 162 м, в Рыбкинских — 35—42 м.

Отложения карбонатного типа установлены в восточной части площади распространения черноморского горизонта. Здесь они образуют узкую полосу шириной до 15 км, протяженностью 50 км. Вскрыты скважинами Самаркинский-8, 9 и Шуваловская-5. Мощность отложений 31—50 м. По ГИС и имеющемуся керну, разрез сложен известняками коричневатого и темно-серыми, почти черными, радиоляриево-кониконхевыми, тонко-мелкокристаллическими, тонкослоистыми, битуминозными, в раз-

личной степени глинистыми. В них обнаружены брахиоподы черноморского возраста (скв. Самаркинский-8).

Карбонатно-терригенные отложения черноморского горизонта (зона II) накапливались в условиях мелководного шельфа Рубежинско-Уральского прогиба, терригенно-карбонатные (зона III) — в обстановке глубоководного шельфа центральной части этого прогиба.

Терригенно-карбонатные отложения черноморского горизонта служат региональной покрывкой для нефтяных залежей, обнаруженных в карбонатных породах афонинского горизонта. В районах их развития открыты наиболее крупные многопластовые месторождения, такие как Зайкинское, Росташинское, Гаршинское, Давыдовское, Вишневское и др. Севернее зоны развития черноморского горизонта залежи в афонинском горизонте не выявлены, а северо-восточнее — открыты относительно небольшие по запасам залежи на Ольховском, Смолянском, Загорском и других месторождениях.

Гидрогеология, инженерная геология

УДК 556.314.6(470.56)

© Т.А.Луговая, 1996

Формирование химического состава подземных вод верхней гидродинамической зоны юго-востока Русской плиты

Т.А.ЛУГОВАЯ (ГТТИ «Оренбурггеология»)

Территория бассейнов верхнего течения рек Ток и Большой Кинель расположена в пределах Урало-Волжской антеклизы Русской плиты, относится к Токско-Кинельскому нефтегазоносному району, Средневолжской нефтегазоносной области Волго-Уральской нефтегазоносной провинции. Начиная с 50-х годов на этой территории были открыты, разведаны и эксплуатируются крупные месторождения нефти и газа Покровское и Родинское, Подольская группа месторождений, Ибряевское, Самодуровская и другие более мелкие (рисунок). Район характеризуется также довольно высокой степенью сельскохозяйственного освоения, распаханность площади составляет более 70 % при средней по Оренбургской области 50 %.

Актуальность проведения гидрогеологической съемки масштаба 1:200 000 на данной территории обусловлена отсутствием гидрогеологической карты, что существенно затрудняло водоснабжение населенных пунктов. Дефицит в пресной воде особенно остро ощущается в восточных и центральных частях района, где использование солоноватых вод (более 1 г/дм³) составляет 50—100 %. Широко развитие сети нефтедобывающих объектов, их коммуникаций, нерадивое ведение сельскохозяйственного производства накладывают негативный отпечаток на экологическую обстановку, выраженный, в первую очередь, в загрязнении подземных вод нитратами, сульфатами, хлоридами, нефтепродуктами и другими компонентами.

Основными задачами гидрогеологической съемки масштаба 1:200 000, впервые выполненной на данной территории в 1990–1994 гг., являлись: 1) изучение степени обводненности водоносных горизонтов и комплексов; 2) определение естественных ресурсов подземных вод; 3) изучение условий формирования количества и качества подземных вод; 4) проведение эколого-геологических исследований для оценки загрязнения подземных вод.

Настоящая статья посвящена условиям формирования химического состава подземных вод.

На формировании подземных вод на современном этапе влияет комплекс факторов, важнейшими из которых являются климатические (осадки и температурный режим, определяющие условия питания подземных вод); геологические (состав и растворимость пород, основного поставщика катионов и анионов); тектонические, гидро-

динамические и геоморфологические (определяющие условия инфильтрации и водообмена).

Рассматриваемая территория расположена в зоне семиаридного климата и характеризуется умеренным (нейстойчивым) увлажнением. Среднее количество атмосферных осадков составляет 400—447 мм, увеличиваясь с юга на север, при среднегодовом испарении 320—340 мм. По условиям питания подземных вод территория расположена в зоне с преобладающим сосредоточенным (в период таяния снега) питанием 40—60 мм, которое уменьшается с юго-запада на северо-восток. Эффективное питание (за счет инфильтрации летних осадков) играет подчиненную роль и изменяется с юга на север от 30 до 40 мм. В целом зона характеризуется засушливыми условиями. По географической зональности территория относится к зоне грунтовых вод повышенной минерализации (0,5—1 г/л и более), где наряду с ионами гидрокарбоната увеличиваются содержания ионов хлора и сульфата, воды приобретают сложный состав и различную минерализацию.

В геологическом разрезе юго-восточной окраинной части Русской плиты отчетливо различаются два структурных этажа. Нижний — фундамент, образованный кристаллическими сложнодислоцированными дорифейскими породами. Верхний — пологозалегающий осадочный чехол, сложенный вендскими и фанерозойскими морскими и континентальными отложениями. Верхний структурный этаж большинство исследователей юго-востока Восточно-Европейской платформы подразделяют на пять структурных ярусов. Верхняя гидродинамическая зона активного водообмена в пределах юго-востока платформы формируется в верхней части пятого, верхнепермского структурного яруса, представленного лагунно-континентальной пестроцветной карбонатно-терригенной уфимско-казанской и континентальной красноцветной карбонатно-терригенной татарской формациями суммарной мощностью 400—700 м. На площади бассейнов верхнего течения рек Ток и Большой Кинель верхняя гидродинамическая зона охватывает водоносные комплексы татарского и сокской свиты казанского ярусов. Водовмещающие породы татарского яруса — красноцветные алевролиты, песчаники с линзами известняков

и конгломератов; сокской свиты — известняки, мергели, алевролиты гипсованные.

Региональный наклон слоев верхнепермского структурного яруса юго-западный, по кровле сокской свиты он составляет 3,5—3,7 м/км, по кровле малокинельской свиты 2—2,5 м/км. Плавный региональный наклон слоев по кровле сокской свиты нарушен в пределах Ивановского структурного носа и на западе в пределах Петро-Херсонского структурного носа, образовавшихся, вероятно, в результате малоамплитудных соляных дислокаций в кунгурском ярусе. На крайнем юго-западе, в слоях верхнепермского структурного яруса отчетливо картируются два крупных локальных поднятия (Покровское и Родинское), которые прослеживаются вплоть до малокинельской и кутулукской свит. Разрывные нарушения для данной территории не характерны, неотектонические движения проявлены слабо.

В геоморфологическом отношении вся территория расположена в пределах денудационной равнины позднеголистоценового возраста, рельеф расчлененный, густота овражно-балочной сети составляет 0,37. По левобережью крупных рек широтного, субширотного течения (Ток, Большой Кинель) выделяются широкие, протяженные участки денудационной равнины, на которых в верхней части склона картируются глубокие палеодолины, vyplненные преимущественно глинистыми отложениями акачильского возраста и песчано-глинистыми — апшеронского. Ниже по склону наряду с денудацией в антропогене аккумуляровался аллювий. Сформировались мощные тела аллювиальных отложений плейстоценового возраста, сложенные внизу галечниками с гравием, песками с галькой и гравием мощностью 3—5 м, сверху — глинами мощностью 25—31 м. Выше аллювиальных отложений в плейстоценовое время Q1—III аккумуляровались лёссовидные суглинки, в результате чего сформировался мощный (до 24 м) плащ покровных отложений, максимально перекрывающий древние геоморфологические поверхности и практически отсутствующий на молодых. Правые склоны долин рек (склоны южной экспозиции) — крутые, наиболее подверженные денудации и лишенные мощного чехла покровных отложений.

По результатам гидрогеологической съемки рассматриваемой территории, в пределах верхней гидродинамической зоны выделены семь водоносных (локально водонос-

ных, локально слабодоносных) горизонтов и комплексов, в т.ч. водоносный четвертичный аллювиальный горизонт по долинам рек Большой Кинель и Ток; водоупорный локально слабодоносный плиоценовый терригенный комплекс на левобережье рек Большой Кинель и Ток; водопроницаемый локально водоносный кутулукский карбонатно-терригенный комплекс на крайнем юго-западе территории (водораздел рек Ток и Малый Уран); водоносный малокинельский карбонатно-терригенный комплекс на западе, юго-западе территории (левобережье р. Ток, водоразделы рек Ток — Боровка и Боровка — Малый Кинель); водоносный аманакский карбонатно-терригенный комплекс, распространенный на водораздельных пространствах рек Большой Кинель — Турганник, Турганник — Березовая; водоносный большекинельский карбонатно-терригенный комплекс, распространенный практически на всей территории, за исключением нижних частей долин рек Большой Кинель, Турганник, Зиганнек на крайнем востоке площади, где на поверхность выходят отложения сокской свиты; водоносный сокский карбонатно-терригенный комплекс, распространенный на всей площади.

Состав воды верхней гидродинамической зоны охарактеризован по химическим анализам проб воды из 315 водопунктов. Наиболее развиты гидрокарбонатные воды (77 % водопунктов), значительно менее — сульфатные (10 %), смешанные (10 %) и хлоридные (3 %). По катионному составу — наиболее развиты смешанные (47 % водопунктов), натриевые (24 %) и кальциевые (21 %) воды. По минерализации наблюдается следующая закономерность: до 0,5 г/л — 37 % водопунктов; 0,5—1 г/л — 48 %; более 1 г/л — 15 %.

Наибольшая пестрота химического состава характерна для водоносного четвертичного аллювиального горизонта, где развиты все типы вод: сульфатный (32 %), гидрокарбонатный (31 %), смешанный (26 %) и хлоридный (11 %). По катионному составу воды горизонта преимущественно смешанные (54 %) и натриевые (35 %), по минерализации до 1 г/л — 54 %; более 1 г/л — 46 %. Причем в долине р. Большой Кинель в основном развиты сульфидные воды (75 %) и менее — смешанные (25 %), что объясняется формированием здесь состава вод преимущественно за счет разгрузки сульфатных вод сокского комплекса в верхнем течении реки. В долине р. Ток развиты смешанные (35 %), гидрокарбонатные (31 %), сульфатные (24 %) и хлоридные (10 %) воды. Формирование состава вод здесь идет за счет разгрузки сульфатных вод сокских отложений в верхнем течении правых притоков (р. Турганник, Зиганнек), смещения вод и, вероятно, перевода ионно-солевого комплекса глинистой составляющей вмещающих пород, ведущее к повышению содержания хлор-иона в воде. По результатам водных вытязек, верхнечетвертичные отложения до глубины 10 м обогащены солями гидрокарбоната натрия, нижнечетвертичные — на глубине 10—11,5 м обогащены солями сульфата натрия, хлорида натрия — на глубине 14,6 м.

В плиоценовых отложениях, имеющих существенно глинистый разрез, формируются гидрокарбонатные (64 %), смешанные (24 %) и хлоридные (12 %) воды. По катионному составу преобладают смешанные (47 %), натриевые (29 %) и магниевые (24 %) воды. По минерализации воды преимущественно пресные (до 0,5 г/л 24 %; 0,5—1 г/л 64 %; 1—1,5 г/л 12 %). Воды плиоценовых отложений формируются, вероятно, за счет углекислотного выпелачивания, ведущего к образованию

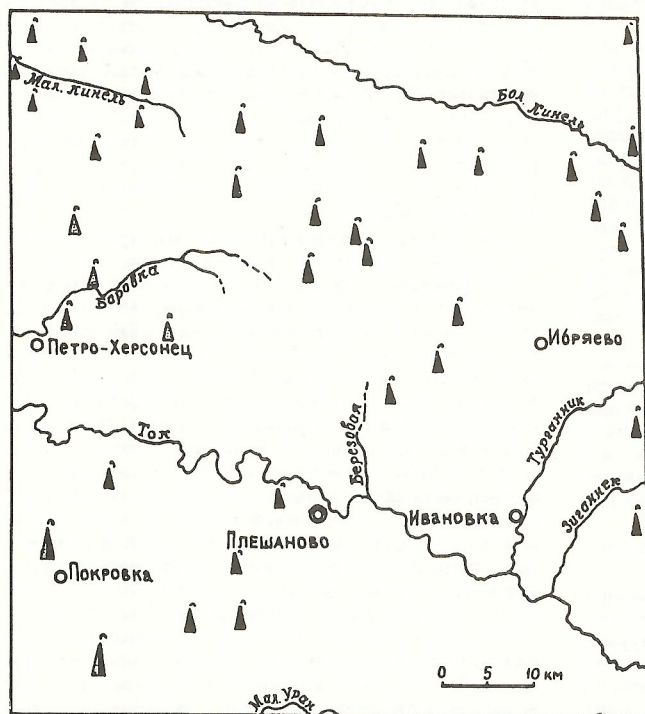


Схема размещения газонефтяных, нефтяных месторождений в бассейнах рек Ток и Большой Кинель

карбонат- и карбонат-ионов; перевода ионно-солевого комплекса глин в воду, обогащающего ее хлор- и натрий-ионами; окисления, ведущего к образованию сульфат-иона и катионного обмена. По результатам водных вытяжек, породы плиогена (глубина 50—79 м), обогащены солями сульфата и хлорида магния.

В татарских отложениях вследствие хорошей проницаемости и отсутствия легкорастворимых пород развиты преимущественно гидрокарбонатные воды (87 %). Однако, если в кутулукских отложениях распространены только гидрокарбонатные воды (100 %), по катионному составу — смешанные (86 %) и кальциевые (14 %), по минерализации — пресные (до 1 г/л — 100 %, то в малокинельских наряду с гидрокарбонатными распространены (хотя и значительно в меньшей степени, всего 40 %) смешанные воды. По катионному составу — смешанные (44 %) и кальциевые (28 %), по минерализации воды пресные (до 1 г/л — 98 %; 1—1,5 г/л 2 %). В амаканских отложениях развиты гидрокарбонатные (87 %), смешанные (6 %), хлоридные (5 %) и сульфатные (2 %) воды. По катионному составу воды в основном смешанные (45 %), кальциевые (26 %) и натриевые (22 %), по минерализации преимущественно пресные (до 1 г/л — 95 %; 1—1,5 г/л 5 %).

В большекинельских отложениях также преимущественно распространены гидрокарбонатные воды (84 %), менее — смешанные (14 %) и сульфатные (2 %). По катионному составу воды смешанные (49 %), натриевые (24 %) и кальциевые (18 %), по минерализации в основном пресные (до 1 г/л 93 %; 1—1,5 г/л 5 %; 1,5—3 г/л 2 %).

На формирование вод водоносных комплексов татарского яруса в основном влияет углекислотное выщелачивание. По результатам водных вытяжек, в породах татарского яруса до глубины 20—25 м преимущественно развиты соли гидрокарбоната кальция и магния, глубже — гидрокарбоната натрия. Этим, вероятно, объясняется различие в катионном составе вод родников (смешанный и кальциевый) и скважин (натриевый и смешанный).

Формирование сульфатных вод в амаканских и большекинельских отложениях на северо-западе территории (верховье рек Боровка и Малый Кинель) обусловлено разгрузкой (перетоком) сокских сульфатных вод на северных крыльях Ивановского и Петро-Херсонцево-структурных носов. Формирование смешанных вод в амаканских (левобережье р. Ток) и большекинельских (левобережье рек Большой Кинель, Умирка, Ток) отложениях и хлоридных в амаканских отложениях (левобережье рек Большой Кинель, Умирка, Ток) происходит, в основном за счет перевода ионно-солевого комплекса глинистой составляющей водовмещающих пород и затруднения водообмена. Последнее обусловлено не только развитием мощного плаща лёссовидных пылеватых суглинков на левобережье этих рек, но и замедлением скорости потока, связанных с несовпадением на-

правления падения пород (на юго-восток) и склона дрены (на север, северо-восток).

В сокских отложениях состав подземных вод формируется двумя путями. В верхней (безгипсовой) части разреза в местах выхода ее на поверхность в результате углекислотного выщелачивания формируются гидрокарбонатные воды (52 %), в нижней части в результате растворения гипсов — сульфатные воды (48 %). По катионному составу развиты воды смешанные (48 %) и кальциевые (40 %), причем первые встречаются преимущественно у родников (гидрокарбонатные воды), а вторые — у скважин (сульфатные). По минерализации 56 % водопунктов имеют пресную воду (до 1 г/л) и 44 % — более 1 г/л, в основном 1,5—3 г/л. На юго-западе территории при значительном погружении сокских отложений под татарские, воды становятся сульфатные натриевые с минерализацией 9,1 г/л.

Подводя итог вышесказанному, следует отметить следующее.

1. Подземные воды татарских отложений юго-восточной окраинной области Русской плиты ввиду их достаточной проницаемости формируются в основном под влиянием углекислотного выщелачивания, обогащающего воды гидрокарбонат- и карбонат-ионами.

2. В местах затрудненного водообмена, обусловленного перекрытием коренных (татарских) пород глинистыми, суглинистыми разностями неоген-четвертичного возраста и уменьшением скорости потока при несовпадении направления падения пород и склона к дрене, под воздействием перевода ионно-солевого комплекса пород в воду формируются слабосоленоватые смешанные и хлоридные воды.

3. При выходе сокских отложений на поверхность в верхней части (безгипсовой) формируются пресные гидрокарбонатные воды, в нижней — солоноватые сульфатного кальциевого состава. При значительном погружении сокских отложений воды становятся сульфатными натриевыми с минерализацией до 9,1 г/л.

4. При наличии тектонических поднятий по кровле сокских отложений происходит разгрузка (переток) сульфатных вод с повышенной минерализацией в вышележащие большекинельские и даже амаканские отложения по крыльям поднятий.

5. Формирование состава вод в неоген-четвертичных отложениях вследствие их недостаточной проницаемости и затрудненности водообмена обусловлено существенно глинистым составом, подчиняется географической зональности грунтовых вод.

Полученные выводы будут иметь практическое значение при проведении более грамотно и целенаправленно поисково-разведочных работ для решения вопросов водоснабжения населенных пунктов пресными и солеными водами для законтурного заводнения нефтяных месторождений.

Рецензии

УДК (049.32)

© А.И.Кривцов, 1996

Картографические основы анализа геологического развития и нефтегазоносности Сибири*

А.И.КРИВЦОВ (СНИИГТИ)

Сибирским научно-исследовательским институтом геологии, геофизики и минерального сырья Роскомнедра (СНИИГТИМС, Новосибирск) составлен и совместно с

компанией Петроконсалтантс С.А. (Женева, Швейцария) издан на английском языке «Атлас палеотектонических и палеогеолого-ландшафтных карт нефтегазоносных провинций Сибири».

Атлас, подготовленный коллективом авторов под руководством академика РАН В.С.Суркова, включает 11 цветных карт масштаба 1:10 000 000 для Сибири в целом (палеотектонических, мощности и структурно-

* Atlas of paleotectonic and paleogeological — landscape maps of hydrocarbon provinces of Siberia, SNIIGTMS (Novosibirsk), Petroconsultants s.a. (Geneva), 1995.

плотностных неоднородностей литосферы, мощности земной коры, рельефа поверхности консолидированной коры), 4 сейсмоплотностных разреза литосферы Сибири до глубины 250 км и 15 цветных палеогеолого-ландшафтных карт Западно-Сибирского бассейна масштаба 1:5 000 000. Атлас сопровождается пояснительной запиской.

В аннотации Атласа отмечается, что карты первого комплекта позволяют создать модель формирования современной литосферы Сибири. Рифейский рифтогенез и раскол Протопангеи связываются с суперплотнами, а палеозойское развитие — с обособленными разновременными спрединговыми центрами. В северо-западном секторе Урало-Монгольского пояса реставрируется позднепалеозойское сводовое поднятие, предшествовавшее триасовому рифтогенезу. Мезозойско-кайнозойская деструкция литосферы выразилась в рифтогенезе и сопровождалась формированием осадочных бассейнов.

Проанализированы связи рифтогенеза, формирования рифейских и мезозойских осадочных бассейнов Сибири и их нефтегазоносности. Представлена объемная модель структурно-плотностных неоднородностей литосферы Сибири до глубины 250 км.

Второй комплект карт раскрывает историю развития Западно-Сибирского осадочного бассейна от поздней перми до раннего плиоцена включительно. Проанализированы скорости осадконакопления, мощности, фациальные особенности осадочных толщ и их нефтегазоносность в связи с пострифтогенным прогибанием земной коры и эвстатическими колебаниями бореальных морей. Позднеэоцен-четвертичная перестройка Западно-Сибирского бассейна — воздымание его северной части и погружение южной в связи со спредингом в Арктическом бассейне, — привела к перераспределению залежей нефти и газа.

Материалы Атласа предоставляют широкие возможности для анализа ряда ключевых проблем современной геотектоники, включая сопоставление ее различных парадигм, а также для палеотектонических реконструкций, в том числе и отличных от предложенных авторами.

В глобальной системе плит Западная Сибирь занимает особое место, будучи окруженной разновозрастными складчатыми системами и примыкая к молодым структурам Северного Ледовитого океана. Анализ развития этого огромного региона имеет принципиальное значение для глобальных палеотектонических реконструкций.

Строение и развитие Западно-Сибирской плиты в палеозое так или иначе определяют подходы к интерпретации природы структур Центрального Казахстана, Урала, Енисейского кряжа и Алтае-Саяно-Салаирской системы. Отсутствие надежных данных о строении палеозойского основания Западной Сибири достаточно долго допускало возможность внешне эффективных, но непроверяемых построений о режимах развития огромного региона, на противоположных флангах которого располагаются складчатые системы Урала и Енисейского кряжа. Гипотетический Западно-Сибирский палеозойский океан с симметричным развитием по спрединговой модели привлекал внимание многих исследователей. Однако уже первые данные о палеозойских комплексах Западной Сибири расшатывали подобные построения, а карты, содержащиеся в Атласе, свидетельствуют о более сложной истории региона.

Комплект карт Атласа и обобщенные данные о глубинном строении консолидированной коры и литосферы Западной Сибири привели авторов к выводу о преобладании рифтогенных режимов развития региона от рифея до триаса. Практически для каждого временного отрезка, отраженного на картах Атласа, выделяется 2—3 трансконтинентальных рифтовых системы субмеридионального простирания. Эти рифты наследуют положение зеленокаменных поясов докембрия, частично рассекая допалеозойские жесткие блоки, а их оси испытывают во времени ограниченную пространственную миграцию. Судя по авторским построениям, процессы рифтогенного раздвига компенсируются ком-

прессионными (транспрессионными) явлениями в структурах Урала и Енисейского кряжа. Принятая авторами реконструкционная модель во многом близка картируемому структурам Центрального Казахстана (серия разновременных и разноориентированных внутриконтинентальных рифтов — «битая тарелка» ограниченных масштабов) и заведомо исключает взаимное глобальное разбегание Восточно-Европейской и Восточно-Сибирской плит.

Можно оспаривать предложенные авторами интерпретации, однако составленные ими карты (особенно для позднего палеозоя, триаса и перми) представляют объективную основу для увязки противоречивых представлений о палеозойском развитии и природе структур Урала, Казахстана и Енисейского кряжа.

Один из ключевых вопросов палеотектонического анализа — природа палеозойских гранитоидных поясов. Судя по картам Атласа, по крайней мере часть из них может быть отнесена к вулканоплутоническим поясам, совозрастным с рифтогенными прогибами и сформированным на их плечах по модели внутриконтинентальных латеральных рядов геоструктур. Обращает на себя внимание и то обстоятельство, что выделенные авторами поля развития долеритов, пикрит-долеритов и пикритов так или иначе фиксируют относительно консолидированные межрифтовые блоки и могут рассматриваться как следствие активизации структур рифтовой рамы. Из авторских палеорекострукций со всей очевидностью вытекает господство в палеозое внутриконтинентальных рифтогенных режимов, что ставит принципиальный вопрос о масштабах и природе океанических зон этой эпохи.

Карты Атласа предоставляют весьма широкие возможности для глобальных геотектонических и металлогенических построений. Авторами обработан и систематизирован огромный материал, составленные ими карты имеют многоцелевое назначение. В первую очередь, они могут быть использованы для закрытия «желтого» Западно-Сибирского пятна на обзорных картах России, что, естественно, потребует взаимоувязки со всеми прилегающими геоструктурами.

Особую ценность представляет комплект карт, реконструирующих фации, мощности, геоморфологию, флору и фауну для ряда этапов формирования мезозойско-кайнозойского чехла плиты. Эти карты позволяют анализировать комплекс проблем нефтегазового потенциала Западной Сибири и его реализации в промышленных месторождения. Итоговая карта распределения главных нефтегазовых полей региона может служить наглядным пособием для демонстрации закономерностей нефтегазонакопления в пространстве и времени. Частные карты «углеводородного» блока Атласа содержат чрезвычайно ценную информацию для прогнозных построений и выбора направлений поисков.

Рецензируемая работа несомненно принадлежит к выдающимся достижениям отечественной геологической науки. Остается лишь сожалеть, что она издана только в англоязычной версии, хотя, с точки зрения рецензента, по крайней мере, легенды к картам могли бы быть даны в двуязычном варианте.

К сожалению, авторам не удалось избежать терминологических недостатков. Одновременное использование палеотипных и кайнотипных тектонических терминов (при существующих в современной геотектонике разночтениях) и далеко не всегда удачный их перевод на английский язык (по модели англофикации русских понятий) затрудняет восприятие отдельных элементов легенд к картам. Впрочем, последнее может быть адресовано и некоторым отечественным картографическим изданиям.

Богатство материалов, содержащихся в Атласе, безусловно заслуживает более подробного разбора по сравнению с приведенным обзором. Данная рецензия имеет цель — представление Атласа, а не его детальный анализ.

Авторов Атласа можно поздравить с успешным завершением выдающегося труда, который несомненно будет пользоваться заслуженным успехом.

О формационных рядах чехла Русской платформы

Ю.Г.СТАРИЦКИЙ (ВСЕГЕИ)

В Бюллетене Московского общества испытателей природы (№ 5), отдел геологии за 1995 г. помещена небольшая статья В.М.Цейслера с критикой двух капитальных книг — «История развития и минерагения чехла Русской платформы» (1981 г.) и I том — «Русская платформа» десятилетнего издания: «Геологическое строение СССР и закономерности размещения полезных ископаемых» (1985 г.). Каждой из этих книг посвящено примерно половина статьи.

В первой части статьи автор кратко характеризует содержание первой книги, но при этом характеристика дана неверная. Автор статьи выделяет семь, а в книге рассматривается восемь этапов развития чехла платформы. Далее пересказываются взгляды С.Н.Бубнова, широко известные, опубликованные в 1960 г. На разборе шести протерозойских и палеозойских этапов развития Русской плиты автор «не останавливается», отмечает лишь, что выделение шестого этапа ($C_2 - J_1$) для него непонятно. Мезозойско-кайнозойский этап (такого этапа в книге нет) начинается, по В.М.Цейслеру, с конца $T_3 - J_1$, «отложения которых залегают с резким географическим несогласием на всех подстилающих комплексах». Морские отложения T_3 на Русской платформе развиты очень слабо, континентальные относятся к предыдущему этапу, его эмерсивной стадии. Нижнеюрских морских отложений на платформе нет.

На с. 44 автор, по его выражению «попытался» выразить текстовый материал книги в табличной форме. Попытка оказалась неудачной, т.к. автор то ли не понял текста, то ли сознательно его исказил. В частности, для Украинской структурно-формационной области (СФО) в книге (с. 100) сказано, что в течение почти всей раннемеловой эпохи здесь была эмерсия. В таблице показана регрессия. Неточно показана в таблице и Каспийско-Московская СФО, в которой отдельные ее части существенно отличаются друг от друга. Автор не затруднил себя показом этих различий и тем самым исказил общую картину.

Восьмой этап развития Русской платформы по книге охватывает кайнозой. В.М.Цейслер воздержался от его рассмотрения.

Любопытно рассуждение автора о трансгрессиях на Русскую платформу с двух сторон — с севера и юга. При этом сделана ссылка на Западно-Сибирскую плиту, где якобы северный и южный бассейны сливаются. Между тем Западная Сибирь в юре — мелу и палеогене была огромным изолированным озером, которое лишь очень редко соединялось с Мировым океаном; тем более нельзя приписывать влиянию бореального бассейна появление кокколитофорид в писчем мелу Прикаспия и Украины.

Некоторые заявления автора вызывают недоумение. Например, на с. 45 написано, что авторы книги не использовали известный материал о наличии карбонатных толщ в разрезе верхней юры по юго-западному обрамлению платформы. «В противном случае они были бы вынуждены выделить два трансгрессивно-регрессивных цикла в юрско-меловой истории». Однако ведь именно это и написано на с. 96, 103, 104 и др.

Во второй части статьи автор разбирает другую из указанных книг. Такой способ разбора двух книг в одной статье крайне неудачен. Ведь они написаны разными коллективами по разным методикам. В значительной мере замечания В.М.Цейслера по поводу второй работы справедливы, однако дидактический тон его не оправдан, поскольку он повторяет данные первой книги и статьи Н.С.Иголкиной и В.П.Кирикова, опубликованной в журнале «Советская геология» (№ 5) за 1986 г.

Заканчивая рассмотрение статьи, хочется отметить недопустимые, по нашему мнению, выражения: «абсурдность предложенной схемы», исследование «искажает действительную картину» и др. Автор может не знать принятых в науке правил приличия, но редакция — обязана.

90-летие Ивана Ивановича Краснова

Ивану Ивановичу Краснову 10 февраля 1996 г. исполнилось 90 лет. И.И.Краснов выдающийся геолог России, главный научный сотрудник Всероссийского научно-исследовательского геологического института (ВСЕГЕИ), Заслуженный Соросовский профессор, доктор геолого-минералогических наук, Почетный член Международной ассоциации по изучению четвертичного периода (ИНКВА), Почетный председатель комиссии МСК по четвертичной системе.

И.И.Краснов один из самых известных и авторитетных геологов России и зарубежья. Он отдал 68 лет служению наукам о Земле — геологии и геоморфологии, что свидетельствует об активной научной и общественной деятельности юбиляра.

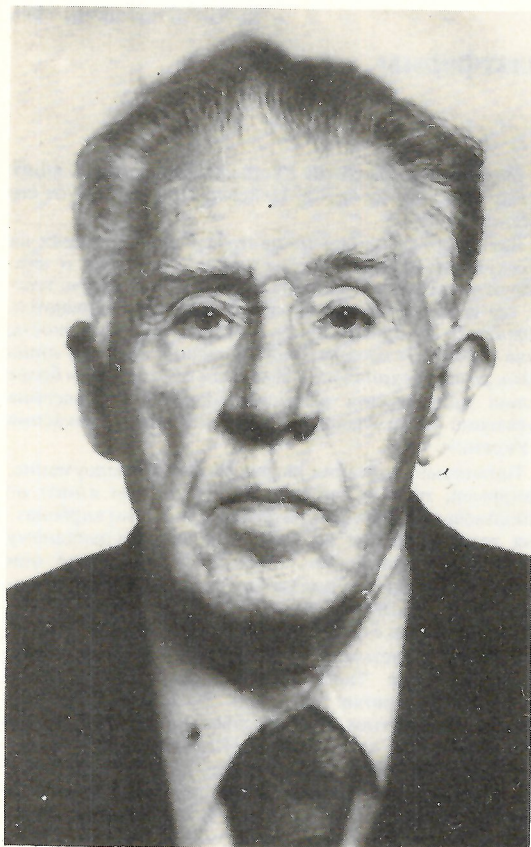
Иван Иванович начал трудовую деятельность в 1928 г. еще студентом географического факультета Ленинградского государственного университета в должности научно-технического сотрудника четвертичной комиссии Академии наук в период подготовки российскими геологами под руководством С.А.Яковлева и В.А.Обручева 2-го Конгресса ИНКВА. После окончания университета в 1930 г. он был направлен на работу в Ленинградский районный геологоразведочный трест, а в 1932 г. зачислен в штаты ЦНИГРИ — ВСЕГЕИ, где занимал должности геолога бюро по составлению Международной четвертичной карты Европы, начальника геологических партий, экспедиций, заведующего каби-

нетом аэрометодов, сектором Восточной Сибири. С 1954 г. И.И.Краснов — старший научный сотрудник отдела Восточной и Западной Сибири, затем отдела геоморфологии и четвертичной геологии института, где он работает и сейчас в должности главного научного сотрудника.

В 1941 г. Иван Иванович защитил кандидатскую, а в 1969 г. — докторскую диссертации. Им опубликовано более 200 научных работ, включая различные карты геологического содержания; он автор и соавтор многочисленных производственных и научных отчетов.

За долгие годы работы в геологии И.И.Краснов в полной мере реализовал свои многогранные научные интересы. В каждой проблеме, которую он разрабатывал, проявлялись его неиссякаемая энергия и неутомимая работоспособность.

Круг научных интересов И.И.Краснова чрезвычайно широк. Он охватывает прикладные геологические исследования, связанные с решением конкретных народнохозяйственных проблем, прогнозирование и поиски месторождений алмазов на Урале и в Сибири, разработку и внедрение в практику геологических работ аэровизуальных наблюдений и дешифрирования аэрофотоматериалов, региональные исследования в области геоморфологии и четвертичной геологии, разработку теории стратиграфической классификации четвертич-



ных отложений на основе климатостратиграфического принципа, учитывающего закономерные периодические изменения климата.

В первые годы научно-производственной деятельности И.И.Краснов занимался вопросами водоснабжения Ленинграда, поисками строительных материалов в четвертичных отложениях в Ленинградской области; инженерной геологией при строительстве ленинградского метро, а также участвовал в проектировании гидроузлов Соликамской и Мстинской ГЭС.

Особой вехой в его геологической деятельности стали научно-тематические исследования и практические изыскания в решении общегосударственной проблемы прогноза и поисков месторождений алмазов. Во время Великой Отечественной войны он проводил поиски и разведку россыпных алмазных месторождений на Урале, а в послевоенный период возглавлял Тунгусско-Ленскую экспедицию, задачей которой являлось обобщение геологических материалов по Сибирской платформе, составление геологической карты и карты прогноза алмазности этой, почти неизученной, территории Сибири. Карта прогноза была завершена И.И.Красновым и его соавторами в 1952 г. На ней еще до находки первой кимберлитовой трубки были обозначены перспективные зоны, в пределах которых впоследствии были обнаружены коренные месторождения алмазов. Кроме того, Иван Иванович сам непосредственно направлял поисковые работы, которые привели к открытию коренных первоисточников сибирских алмазов.

В послевоенные годы И.И.Краснов стал одним из пионеров в области широкого использования аэрофото-материалов для геологического картирования. В это время он заведывал во ВСЕГЕИ первым в системе геологической службы кабинетом аэрогеологических исследований.

В течение всей своей длительной научной и научно-производственной деятельности И.И.Краснов занимался региональными исследованиями в области геоморфологии и четвертичной геологии. Результат этих исследований — карты четвертичных отложений и геоморфологические карты (масштабы в основном 1:1 500 000 — 2 500 000)

Западной Сибири, Сибирской платформы, европейской части СССР и сопредельных территорий, а также территорий СССР, Европы и Евразии. И.И.Краснов — редактор и составитель перечисленных карт, а также один из авторов или редакторов многих томов «Геология СССР», тома «Стратиграфия СССР. Четвертичная система», Методического руководства по изучению и геологической съемке четвертичных отложений и по применению аэрометодов в геологической съемке, двух изданий «Геологического словаря» и др.

Велик вклад И.И.Краснова и в теоретические вопросы стратиграфии четвертичных отложений. Вместе с коллегами Е.В.Шанцером и К.В.Никифоровой им разработан проект первого в мировой практике стратиграфического кодекса применительно к четвертичной системе (1973 г.), охватившего как принципиальные вопросы стратиграфической классификации и терминологии, построение общей шкалы антропогена, так и составление региональных корреляционных схем, выделение стратотипов и индексацию стратонов. Эти разработки были учтены в отечественных стратиграфических кодексах, в подготовке которых И.И.Краснов принял активное участие. Много сил им отдано изучению палеоклиматической ритмики как основы стратиграфии четвертичной системы и геохронологии позднего кайнозоя.

Многие годы Иван Иванович был членом бюро МСК и председателем Комиссии МСК по четвертичной системе — в этот период при его активном содействии были составлены и утверждены региональные стратиграфические схемы четвертичных отложений для большинства регионов страны.

И.И.Краснов воспитал десятки специалистов — геоморфологов и геологов-четвертичников из многих городов России, стран СНГ и Прибалтики. Кроме того, он был руководителем 10 аспирантов, а также оппонентом при защите более 40 кандидатских и докторских диссертаций. Отличительная черта Ивана Ивановича — большая открытость и доброжелательность в общении с учениками и коллегами. Он всегда охотно делился своими идеями, материалами и готов отдать их для дальнейшей разработки другим исследователям. Искренняя заинтересованность многими геологическими проблемами и разработкой новых методов, инициативность и энергия позволили ему стать организатором ряда научных конференций, симпозиумов и т.д., при этом его доклады и выступления всегда отличались многогранностью и яркостью изложения. С 1932 по 1982 г. И.И.Краснов активно участвовал в восьми Международных геологических конгрессах и конгрессах ИНКВА и избирался в состав рабочих комиссий. В течение многих лет он был членом Ученого совета ВСЕГЕИ и советов других геологических учреждений, он — постоянный член Научно-редакционного совета при Роскомнедра и его экспертных комиссий, работающих при ВСЕГЕИ.

В 1951 г. за научные и практические достижения в области геологии И.И.Краснов был награжден орденом Трудового Красного Знамени.

В 1982 г. за большой вклад в развитие отечественной геологии и укрепление минерально-сырьевой базы страны ему присвоено звание «Почетный разведчик недр». В 1986 г. он награжден Почетной грамотой Мингео СССР за многолетнюю плодотворную научно-производственную работу в области четвертичной геологии, в 1988 г. стал лауреатом премии Мингео СССР за вклад в научно-технический прогресс в геологии.

В настоящее время Иван Иванович продолжает исследования в области стратиграфии четвертичных отложений и геоморфологии северо-западных регионов России. В июне 1994 г. состоялось Всероссийское совещание по изучению четвертичного периода. В решении совещания были отмечены высокий научный уровень и большое научное и практическое значение представленных на этот форум коллективом авторов под руководством И.И.Краснова карты четвертичных отложений и геоморфологической карты района Санкт-Петербурга масштаба 1:200 000. Эти карты также высоко

оценены финскими геологами, с которыми осенью 1994 г. Иван Иванович участвовал в полевых маршрутах на моренных грядах Сальпауселья на юге Финляндии.

И.И.Краснова по праву можно назвать самым главным «начальником четвертичных отложений» России и стран ближнего зарубежья.

Желаем Ивану Ивановичу крепкого здоровья, бодрости, новых творческих успехов на благо отечественной геологии.

*Коллегия Роскомнедра
Ученый Совет ВСЕГЕИ
Редколлегия журнала*

80-летие Давида Иосифовича Горжевского



16 марта 1996 г. исполнилось 80 лет Давиду Иосифовичу Горжевскому — крупному ученому — геологу в области геологии и металлогении месторождений цветных металлов, работы которого охватывают широкий круг научных и прикладных проблем и широко известны как в России, так и за рубежом.

Первый опыт в изучении рудных месторождений Д.И.Горжевский приобрел в 1940—1944 гг. в Киргизии после окончания Московского геологоразведочного института. Он занимался исследованием минерально-сырьевой базы стратиграфически важных полезных ископаемых. Материалы, собранные в данный период, легли в основу кандидатской диссертации, посвященной металлогении Тянь-Шаня и минералогии месторождений этого района, которую Давид Иосифович защитил в 1948 г. во МГРИ.

Долгие годы Давид Иосифович Горжевский проявлял большой интерес к свинцово-цинковым месторождениям. Он изучал геологию полиметаллических месторождений Восточного Забайкалья (1947-1948 гг.), а затем работал в Алтайской экспедиции ВАГТ. При его участии и руководстве в 1949—1954 гг. составлены геологические карты главных рудных районов Рудного Алтая м-ба 1:200 000, которые легли в основу научного прогноза, способствовавшего открытию новых свинцово-цинковых месторождений в этом старейшем горно-рудном районе страны.

Собранные материалы требовали научного осмысления, и поэтому в 1954 г. Д.И.Горжевский перешел на педагогическую работу во Львовский государственный университет, здесь он проработал до 1963 г. сначала доцентом, профессором, а затем заведующим кафедрой полезных ископаемых. Параллельно с педагогической деятельностью он систематизировал накопленные данные, изучал золотые, молибденовые и полиметаллические месторождения Забайкалья, написал несколько крупных работ и статей, посвященных связям рудных месторождений с геологическими формациями. В 1959 г. Давид Иосифович защитил докторскую диссертацию по геологии и металлогении Рудного Алтая.

С 1963 г. по настоящее время Д.И.Горжевский работает в Центральном научно-исследовательском геологоразведочном институте цветных и благородных металлов (ЦНИГРИ), где возглавляет прогнозно-металлогенические работы, выполняющиеся крупными коллективами научно-исследовательских и производственных организаций на Рудном Алтае, Большом и Малом Кавказе, в Центральном Казахстане, Южном и Западном Узбекистане, Прибайкалье.

Д.И.Горжевский проявил себя прекрасным организатором и научным руководителем. Исследования (1971—1978 гг.), проведенные под его руководством, посвящены геологии и металлогении Рудного Алтая, что ознаменовало новый крупный этап в изучении этой важной провинции и легло в основу коренной переоценки региона. В этот период был открыт ряд месторождений и укреплен сырьевая база крупных полиметаллических комбинатов: Лениногорского, Зырянского, Золотушинского. За организацию и проведение такой работы Д.И.Горжевский удостоен Государственной премии СССР.

Много лет Давид Иосифович Горжевский являлся главным куратором Мингео СССР по свинцу и цинку и консультантом геологических работ в странах СЭВ. В результате им были созданы основы рудноформационного и структурно-металлогенического анализа применительно к месторождениям свинца и цинка, а также методы прогноза, поисков и оценки этих месторождений. Данным вопросам посвящены монографии и многочисленные статьи.

В последние 10 лет Давид Иосифович разрабатывает принципиально новую научную проблему — парагенезис металлов и нефти в осадочных толщах нефтегазовых бассейнов. Результаты исследований обобщены в одной из его монографий.

Д.И.Горжевский воспитал плеяду ученых. Им опубликовано более 300 статей, руководств, монографий. Его деятельность отмечена правительственными и отраслевыми наградами.

Преданность Давида Иосифовича науке, работоспособность и широта познаний — пример для всех, кто с ним работает.

Желаем Давиду Иосифовичу доброго здоровья, бодрости и успехов в научном творчестве.

*Коллегия Роскомнедра
Ученый совет ЦНИГРИ
Редколлегия журнала*

70-летие Виктора Семеновича Суркова



Виктору Семеновичу Суркову — академику РАН, профессору, директору Сибирского научно-исследовательского института геологии, геофизики и минерального сырья исполнилось 70 лет.

В.С.Сурков — участник Великой Отечественной войны; 16-летним юношей он ушел добровольцем в действующую армию. В 1945 г. после тяжелого ранения и демобилизации он поступил в Казанский государственный университет. Окончив университет в 1950 г., В.С.Сурков работает в Сибири — вначале в Сибирском геофизическом тресте, где проходит путь от начальника партии до управляющего трестом, затем в СНИИГГиМС — с 1962 г. заместителем директора по науке, а с 1970 г. — директором.

В 1962 г. В.С.Сурков успешно защитил кандидатскую диссертацию, в 1969 г. — докторскую, с 1973 г. профессор, с 1979 г. член-корреспондент, а с 1987 г. — действительный член РАН.

В.С.Сурков — один из лидеров геологических и геофизических исследований Сибири. Выполненные под его руководством в 1957—1962 гг. геофизические работы в центральных районах Западной Сибири выявили ряд перспективных структур, в которых были открыты месторождения нефти и газа.

Руководимые В.С.Сурковым творческие коллективы

на базе разработанных им теоретических и методических основ комплексного анализа геофизических и геологических данных выполнили фундаментальные исследования по геологии и геофизике Западной Сибири, что способствовало реализации нефтегазоносного потенциала этого важнейшего региона страны. Многочисленные статьи В.С.Суркова и серия коллективных монографий «Геологическое строение фундамента Западно-Сибирской плиты», «Геология нефти и газа Западной Сибири», «Фундамент и развитие платформенного чехла Западно-Сибирской плиты», «Мегакомплекс и глубинная структура земной коры Западно-Сибирской плиты», отражают итоги комплексных исследований уникальной геотектонической провинции.

Фундаментальные работы В.С.Суркова по изучению Алтае-Саянской складчатой области и Енисейского кряжа позволяли реализовать принципы объемного тектонического районирования, выявить связи глубинных структур с поверхностной тектоникой и закономерности распределения полезных ископаемых.

С 1976 г. под руководством В.С.Суркова были начаты работы по изучению геологического строения и оценке перспектив нефтегазоносности Восточной Сибири. Реализация созданных в те годы комплексных целевых программ геологоразведочных работ на нефть и газ привели к открытию ряда крупных месторождений нефти и газа в докембрии и нижнем кембрии. За научное обоснование и открытие докембрийской нефти на Сибирской платформе В.С.Суркову вместе с группой ученых и производственников, в 1994 г. была присуждена Государственная премия России.

В последнее время В.С.Сурков с присущим ему энтузиазмом создает обоснования для поисков месторождений нефти и газа в ниже-среднеюрских отложениях Западной Сибири.

В.С.Сурков — крупный организатор науки и геологоразведочных работ. Под его руководством широкое развитие получили новые методы геофизических исследований, были созданы эффективные аппаратно-методические электроразведочные комплексы. В.С.Сурков — автор более 300 научных работ, из них 20 монографий, участник многих научных геологических и геофизических форумов, член редколлегий ряда научных журналов. По его руководством подготовлено 20 кандидатов и докторов наук.

За боевые заслуги в Великой Отечественной войне и многолетнюю плодотворную научно-производственную деятельность В.С.Сурков награжден орденами Отечественной войны I степени, Красной Звезды, Октябрьской Революции, Трудового Красного Знамени и медалями СССР и России. Он заслуженный деятель науки РФ, лауреат Государственной премии России.

Сердечно поздравляя с юбилеем, желаем Виктору Семеновичу крепкого здоровья и новых творческих успехов.

*Коллегия Роскомнедра
Ученый совет СНИИГГиМС
Президиум СФ РАН
Редколлегия журнала*

Contents

ORGANIZATION, MANAGEMENT, ECONOMICS, SUBSURFACE USE		METALLIC AND NONMETALLIC MINERAL DEPOSITS	
<i>Zaychenko V.Yu.</i>		<i>Lyadsky P.V., Baldin V.F.</i>	
Geological information resources: conceptual terms and definitions	3	Evaluation of ore mineralization zones from trace element contents in pyrites	34
ENERGY MINERAL RESOURCES		LITHOLOGY, PETROLOGY, MINERALOGY, GEOCHEMISTRY	
<i>Baranov V.K., Galimov A.G.</i>		<i>Beskin S.M., Zhabin A.G., Kudryavtsev Yu.K., Filatov Ye.I.</i>	
Lithological criteria of oil contents in Late Devonian deposits in the south of Orenburgskaya Oblast	11	Use of petrochemical and geochemical peculiarities of granitoid formations in prediction of rare metal mineralization	39
<i>Sokolov A.G.</i>		<i>Zinovyev V.B.</i>	
A method of evaluation of Early Carboniferous structures	17	Prospects of development of geochemical exploration of hydrocarbons	48
<i>Panteleyev A.S., Malinovsky I.N., Grishin Ye.S.</i>		<i>Baldin V.F.</i>	
A methodology of estimation of active reserves in oil-water zones	20	Lithology-facial peculiarities of strata composing the Chernoyarsky horizon of the Eifelian stage	52
<i>Zhukov I.M., Yakhimovich N.N.</i>		HYDROGEOLOGY, ENGINEERING GEOLOGY	
Concentric (annular) dislocations and prospecting for oil and gas	22	<i>Lugovaya T.A.</i>	
STRATIGRAPHY, REGIONAL GEOLOGY AND TECTONICS		Formation of chemical composition of underground waters in the upper hydrodynamic zone of the southeastern regions of the Russian plate	53
<i>Yakhimovich N.N.</i>		BOOK REVIEWS	
Geodynamics of the Sol'-Iletsky tectonic prong in the southeast of the Russian platform	24	<i>Krivtsov A.I.</i>	
<i>Makarova S.P., Yakhimovich N.N.</i>		Mapping fundamentals of the analysis of geological development and oil and gas occurrences of Siberia	56
On stratigraphic discordances in Devonian strata within the region of joint between the Russian plate, By-Caspian depression and Fore-Uralian marginal trough	32	<i>Staritsky Yu.G.</i>	
		On formation series of the Russian platform cover	57
		90th anniversary Ivan I.Krasnov	57
		80th anniversary David I.Gorzhevsky	59
		70th anniversary Viktor S.Surkov	60