

Отечественная ГЕОЛОГИЯ



Журнал выходит один раз в два месяца

Основан в марте 1933 года

4/2009

Учредители:

Министерство природных ресурсов и
экологии Российской Федерации

Российское геологическое общество

Центральный

научно-исследовательский

геологоразведочный институт

цветных и благородных металлов

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор А. И. Кривцов

Бюро: *Р.В.Добровольская* (зам. главного редактора),
В.И.Казанский, *А.А.Кременецкий*, *Г.А.Машковцев*,
Н.В.Милетенко (зам. главного редактора),
А.Ю.Розанов, *Г.В.Ручкин* (зам. главного
редактора), *В.И.Старостин*

Редсовет: *Е.М.Аксенов*, *А.Н.Барышев*, *Э.К.Буренков*
(председатель редсовета), *А.И.Варламов*,
Г.С.Вартанян, *И.Ф.Глумов*, *В.И.Ваганов*,
А.И.Жамойда, *М.М.Константинов*, *Т.Н.Корень*,
А.К.Корсаков, *В.С.Круподеров*, *Н.К.Курбанов*,
Н.В.Межеловский, *И.Ф.Мигачев*, *В.С.Сурков*,
Е.Г.Фаррахов

<i>Донской С.Е.</i> О мерах, принимаемых Правительством Российской Федерации по развитию минерально-сырьевой базы в Российской Федерации и контролю за рациональным и комплексным освоением недр	3	ЛИТОЛОГИЯ, ПЕТРОЛОГИЯ, МИНЕРАЛОГИЯ, ГЕОХИМИЯ	
<i>Запивалов Н.П.</i> Энергетика XXI века: тенденции и перспективы . . .	13	<i>Рященко Т.Г., Ухова Н.Н., Слагода Е.А.</i> Изучение проблемных геолого-литологических разрезов глинистых отложений с применением грунтоведческих критериев	61
МЕТАЛЛОГЕНИЯ, МИНЕРАГЕНИЯ, РУДНЫЕ И НЕРУДНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ		ГЕОФИЗИКА И ГЛУБИННОЕ СТРОЕНИЕ	
<i>Мигачев И.Ф.</i> Палеотектоническая позиция мезозойских вулканоплутонических поясов востока России	18	<i>Белоусов В.И.</i> Формации и структуры в электрическом поле горного обрамления Ферганской впадины	67
<i>Неволько П.А., Борисенко А.С., Травин А.В., Романов А.В.</i> О возрасте золотого оруденения Енисейского кряжа и его корреляции с магматизмом	30	ГЕОДИНАМИКА И СЕЙСМИЧНОСТЬ	
<i>Симкин Г.С.</i> Интегральная модель формирования системы гидротермально-метасоматических производных формационного ряда умеренно-низкощелочных гранитоидов орогенных складчатых поясов	34	<i>Блинова Т.С.</i> Потенциальная сейсмичность Западно-Сибирской плиты	73
<i>Сабитов А.А., Лыгина Т.З., Аксаментов Е.В., Мирошников К.Е., Руселик Е.С., Трофимова Ф.А., Зайнуллин И.И., Тетерин А.Н.</i> Бентониты Северного Кавказа и перспективы их освоения	46	ДИСКУССИИ	
СТРАТИГРАФИЯ, РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ И ТЕКТЕНИКА		<i>Зайченко В.Ю.</i> Авторское право на произведения в области наук о Земле в российском законодательстве и применение его норм при определении объектов авторского права в сфере недропользования	81
<i>Гаврилов А.А.</i> Некоторые парадоксы неомобилистских палеогеодинамических моделей и реконструкций (юг Дальнего Востока)	53	<i>Кучин Е.С.</i> Состояние геологической науки и перспективы ее развития	84
		<i>Кузовков Г.Н.</i> Парадигма в геологии	88
		<i>Филинский Л.М.</i> Литоформации в свете методологии системных исследований	89
		<i>Шуваева М.К.</i> Границы гряды Чернышева как отражение условий ее формирования	96
		К 100-летию со дня рождения Александра Ивановича Егорова	101

Редакция: Р.В.Добровольская, Т.М.Папеско
Верстка и оригинал-макет Н.П.Кудрявцева

Журнал включен в Реферативный журнал и Базы данных ВИНТИ

Подписано в печать 13.07.2009. Формат 60 88/8. Бумага мелованная.
Печать офсетная.

Адрес редакции: 117545 Москва, Варшавское шоссе, 129 кор. 1
Телефон: 315-28-47. Факс: 313-43-47. E-mail: tsnigri@tsnigri.ru

Сайт научной электронной библиотеки: <http://elibrary.ru>

Отпечатано ООО «Арт Медиа Хауз»



С.Е.Донской — заместитель министра природных ресурсов и экологии Российской Федерации

О мерах, принимаемых Правительством Российской Федерации по развитию минерально-сырьевой базы в Российской Федерации и контролю за рациональным и комплексным освоением недр*

Доклад на «правительственном часе» в Государственной Думе
24 июня 2009 г.

Как известно, минерально-сырьевой комплекс России продолжает играть значительную роль в развитии страны, обеспечивая большую часть бюджетных поступлений, рабочие места для сотен тысяч россиян. Доходы от использования минерально-сырьевой базы являются основой для формирования Резервного фонда и Фонда национального благосостояния, обеспечивающих дополнительную устойчивость государственным финансам.

При этом тратится на воспроизводство минерально-сырьевой базы менее 0,5% от этих доходов, в то время как в большинстве стран на эти цели тратится от 2 до 5% поступлений в бюджет (рис. 1).

В период с конца 1990-х и до начала 2000-х годов уровень производства по основным видам геологоразведочных работ существенно снижался, а решение проблем отрасли, по сути, откладывалось на будущее.

Перелом ситуации произошел в 2005 г. после принятия Правительством Долгосрочной государственной программы изучения недр и воспроизводства минерально-сырьевой базы России на период до 2020 г. Основная цель программы — преодоление негативных тенденций 1990-х годов, и обеспечение геологического изучения в объемах, достаточных для простого воспроизводства запасов основных видов полезных ископаемых (рис. 2).

Следует отметить, что данная программа уже дала существенные результаты. Финансирование геологоразведочных работ в рамках программы ежегодно увеличивалось. Соответственно росли физические объемы геофизических исследований, сейсморазведки, глубокого бурения (см. рис. 2). Показатель годового прироста запасов нефти и конденсата за 4 года реализации Долгосрочной программы вырос практически в 2,5 раза (до 650 млн.т).

В 2008 г. Долгосрочная программа была актуализирована. Это было вызвано необходимостью адаптации программы к уточняющимся приоритетам развития страны. Государственные ассигнования в геологическое изучение были увеличены с 270 до 544 млрд.руб. за весь период реализации программы. Особое внимание было уделено развитию работ по региональному изучению геологического строения недр, поискам и оценке стратегических видов полезных ископаемых, таких как нефть, газ, уран, марганец, хром, цементное сырье, приведению показателей воспроизводства полезных ископаемых в соответствие с планами социально-экономического развития страны, реализации крупных проектов, таких как «Восточная Сибирь—Тихий океан» и «Урал Промышленный—Урал Полярный», развитию отдельных территорий, таких как Дальний Восток, Юг России. Один из вопросов депутатов касался особенностей воспроизводства минерально-сырьевой базы в

*Доклад публикуется с некоторыми сокращениями иллюстративного материала.

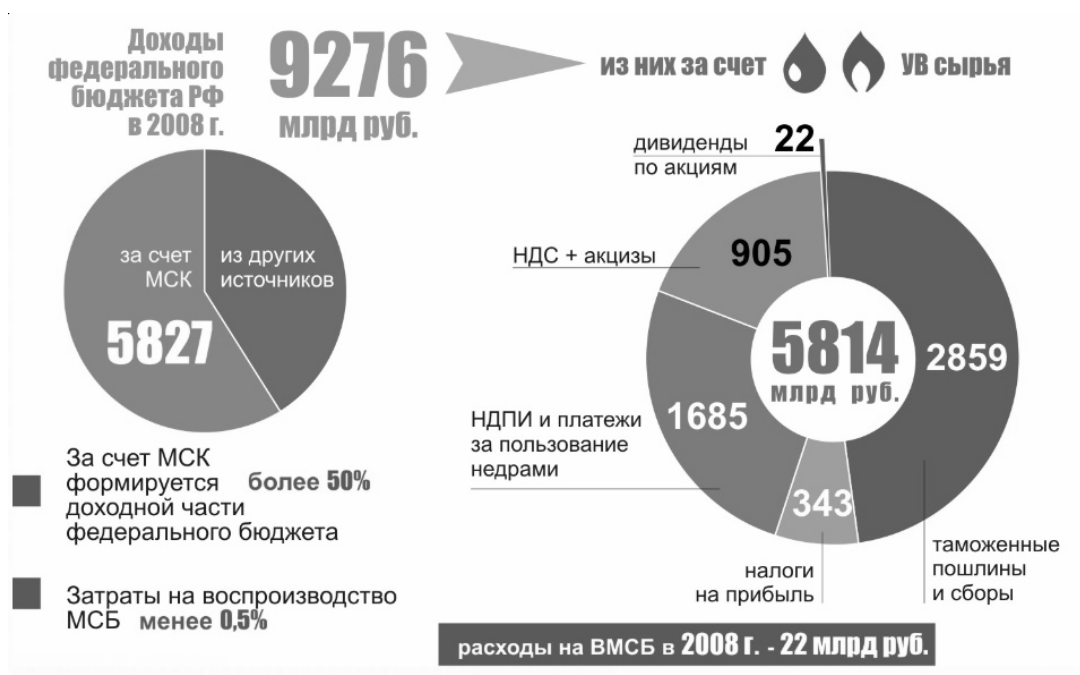


Рис. 1. Роль минерально-сырьевого комплекса в экономике России (по данным Минфина России)

Южном федеральном округе. В ходе геологического изучения недр в Южном федеральном округе только по итогам 2008 г. выявлено более 30 перспективных на нефть и газ локальных объектов на территории Краснодарского края, Республики Дагестан и Кабардино-Балкарской Республики, вложено более 700 млн.руб. государственных инвестиций.

Основными направлениями актуализации Долгосрочной программы являются:

1. Развитие работ по региональному изучению геологического строения недр и прогнозу землетрясений.

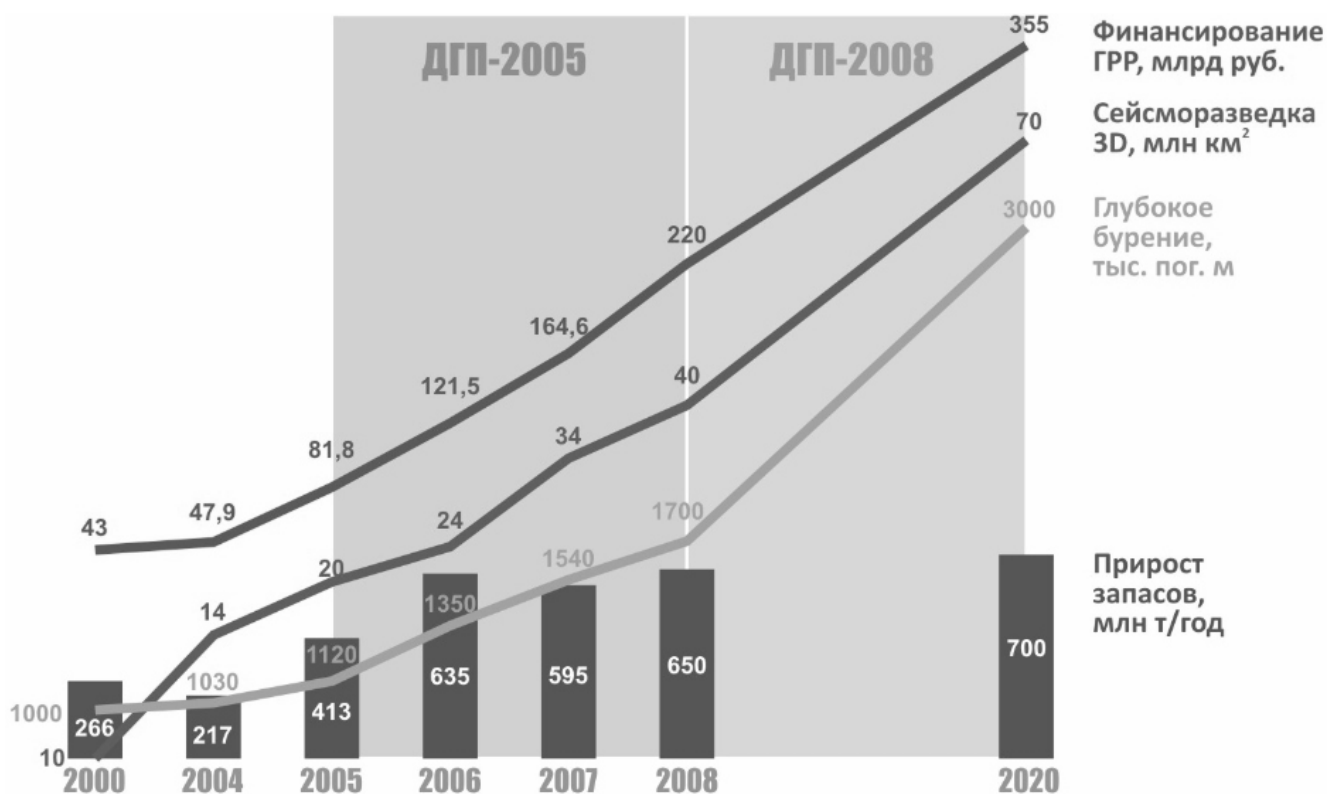


Рис. 2. Финансирование, объемы геологоразведочных работ и прирост запасов нефти и конденсата

2. Увеличение объема воспроизводства полезных ископаемых, необходимых для развития экономики Российской Федерации:

нефть, газ — достижение показателей, заложенных в энергетической стратегии;

уран — обеспечение топливом новых АЭС;

марганец, хром — достижение показателей стратегии развития металлургии;

цементное сырье — обеспечение национального проекта «Доступное жилье».

3. Геологическое изучение и освоение территорий:

континентальный шельф — организация геологического изучения и освоения ресурсов нефти и газа на континентальном шельфе;

Восточная Сибирь — строительство системы Восточная Сибирь—Тихий океан;

Полярный Урал — строительство железной дороги Полуночное—Лабытнанги;

Юг России;

Дальний Восток.

В настоящий момент необходимо отметить, что цели и задачи в сфере воспроизводства минерально-сырьевой базы и геологического изучения недр страны, сформулированные в Долгосрочной программе, в целом выполняются.

Как видно на рис. 3, общий объем вложений в геологоразведку за период с 2004 по 2008 гг. из бюджетных и внебюджетных источников составил 629 млрд.руб., при этом государственных средств (и федеральных, и средств субъектов Российской Федерации) было вложено за этот период около 87 млрд.руб. Суммарное финансирование геологоразведочных работ только в 2008 г. за счет всех источников составило 223 млрд.руб. При этом соотношение государственных и частных вложений в геологоразведочные работы таково, что на каждый рубль государственных средств приходится 9 руб. частных инвестиций. В целом мы стремимся достичь предусмотренного Долгосрочной программой соотношения государственных и частных инвестиций в размере 1 к 8.

Структура затрат федерального бюджета на выполнение работ по геологическому изучению недр и воспроизводству минерально-сырьевой базы в 2008 г. представлена на рис. 4, где видно, что почти половина всех выделенных в 2008 г. бюджетных средств была использована для проведения геологоразведочных работ на нефть и газ, треть бюджетных ассигнований пошла на выполнение геологоразведочных работ по твердым полезным ископаемым.

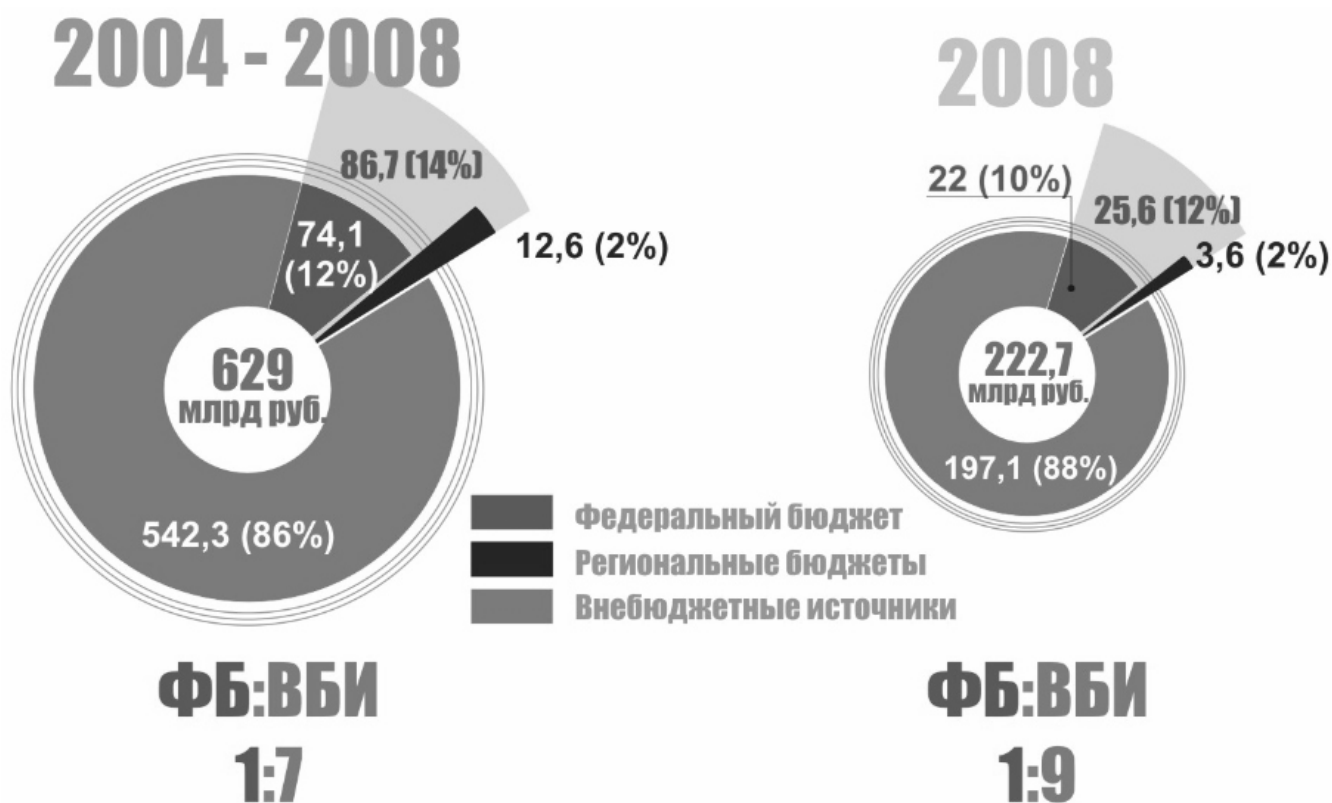


Рис. 3. Выполнение работ по геологическому изучению недр и воспроизводству минерально-сырьевой базы за счет всех источников финансирования (в млрд.руб.)

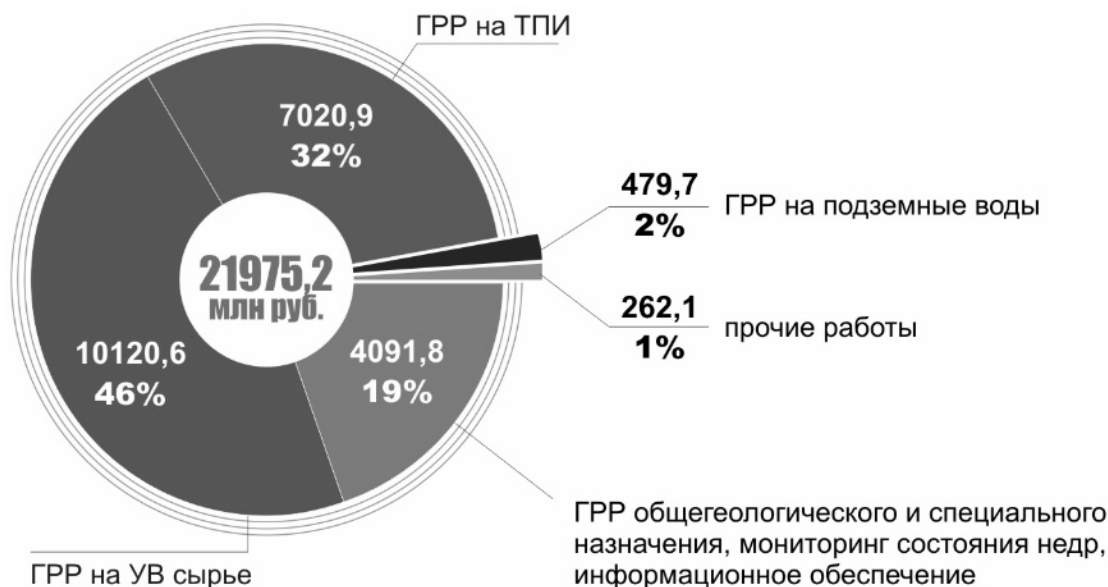


Рис. 4. Структура затрат федерального бюджета в 2008 г. по направлениям геологоразведочных работ (в млн.руб.)

В результате увеличения объема геологоразведочных работ достигнуто расширенное и простое воспроизводство по 15 видам полезных ископаемых, в т.ч., помимо упомянутых нефти и конденсата, по газу, углю, рудному золоту, серебру, платиноидам, никелю, титану, цементному сырью (рис. 5). В 2008 г. по нефти и газу выявлены прогнозные ресурсы в размере около 7 млрд.т.у.т.

Вместе с тем, по ряду полезных ископаемых прирост запасов не компенсирует добычу. Это во многом объясняется истощением фонда легкооткрываемых месторождений. Воспроизводство запасов этих видов полезных ископаемых становится более затратным и рисковым. Тем не менее, мы считаем осуществление этих работ, обеспечивающих по сути сырьевую и энергетическую безопасность экономики, необходимым.

Месторождения, открытые в 2008 г. По результатам работ 2008 г. открыто 66 месторождений углеводородного сырья. Среди них такие крупные месторождения как *Центральное* на акватории Каспийского моря с запасами нефти более 94 млн.т и природного газа свыше 70 млрд.м³, *Камовское* и *Ненецкое* с запасами нефти около 20 млн.т, *Западно-Юрхаровское* с запасами природного газа свыше 47 млрд.м³ (табл. 1).



Рис. 5. Прирост запасов полезных ископаемых в 2008 г. (в %) и соотношение прироста запасов за счет геологоразведочных работ и добычи

1. Наиболее крупные открытия 2008 г.

Месторождения	Запасы					
	Нефть, млн.т	Газ, млрд.м ³	Уголь, млн.т	Металлы	Плавиковый шпат, тыс.т	Цементное сырье, млн.т
Центральное	94,4	70,5	—	—	—	—
Камовское	21,2	—	—	—	—	—
Ненецкое	19,8	—	—	—	—	—
Худоельское	17,6	—	—	—	—	—
Западно-Ракушечное	15,3	—	—	—	—	—
Шушукское	14,8	—	—	—	—	—
Хоседаю-Неруюское	10,8	—	—	—	—	—
Западно-Юрхаровское	—	47,5	—	—	—	—
Западно-Аянское	—	28,7	—	—	—	—
Западно-Часельское	—	20,9	—	—	—	—
Ярудейское	—	15,8	—	—	—	—
Жерновское	—	—	130	—	—	—
Верхне-Кингашское	—	—	—	Au — 12 т, платиноиды — 116 т, Cu — 548 тыс.т, Ni — 1047 тыс.т	—	—
Чертово корыто	—	—	—	Au — 87,5 т	—	—
Пионер	—	—	—	Au — 45 т	—	—
Фёдорова Тундра	—	—	—	Платиноиды — 210 т	—	—
Киевей	—	—	—	Платиноиды — 42,2 т	—	—
Култуминское	—	—	—	Cu — 587 тыс.т	—	—
Хиагдинское	—	—	—	U — 513 т	—	—
Шунгулежское	—	—	—	Mn — 640 тыс.т	—	—
Шахматное	—	—	—	—	201	—
Антоновское	—	—	—	—	155	—
Каштановый	—	—	—	—	—	167
Цыпка	—	—	—	—	—	660,4

По различным видам твердых полезных ископаемых в 2008 г. было открыто 46 новых месторождений и получены существенные приросты запасов на уже выявленных объектах.

Важным аспектом деятельности органов исполнительной власти по воспроизводству минерально-сырьевой базы является предоставление недр в пользование.

В 2008 г. Роснедрами и его территориальными органами было проведено 411 аукционов на право пользования недрами (134 аукциона на углеводородное сырье и 287 аукционов на твердые полезные ископаемые).

Повышение эффективности государственного регулирования привело к значительному увеличению доходов федерального бюджета от продажи прав пользования недрами. Объем поступлений государству от торгов с 2003 по 2008 гг. вырос в 34 раза и по итогам 2008 г. достиг величины почти 92 млрд.руб. (рис. 6).

Очевидно, что повышение внимания государства к недропользованию потребовало и усиления контроля в этой сфере. Путем интеграции Государственной комиссии по запасам и Центральной комиссии по разработ-

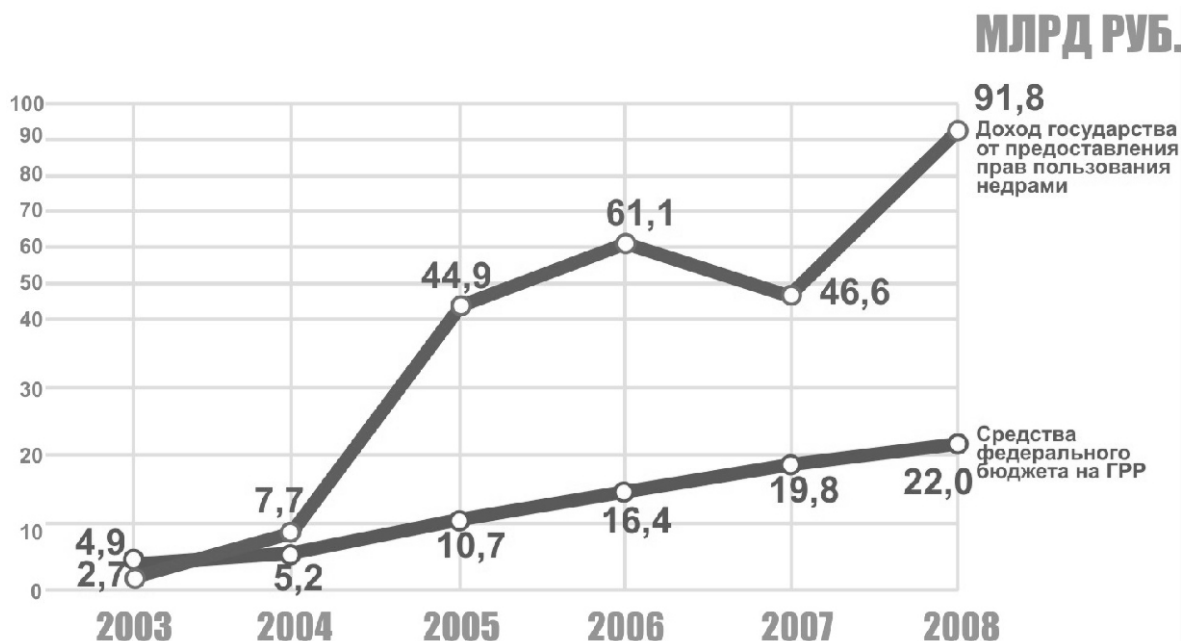


Рис. 6. Рост объемов разовых платежей по результатам аукционов

ке месторождений создана комплексная система оценки запасов и обоснования проектов разработки месторождений, учитывающая необходимость применения при добыче полезных ископаемых наиболее современных технологий. Работа этой системы была продемонстрирована Председателю Правительства. Соблюдение недропользователями условий лицензий и требований проектных документов контролируется как в рамках авторского надзора, так и Росприроднадзором. Так, например, в 2008 г. по результатам проверки Росприроднадзором более 8 тысяч лицензий, число нарушений условий лицензионных соглашений по срокам проведения геологоразведочных работ сократилось по сравнению с 2006 г. на 37%; по соблюдению уровней добычи сырья — на 32%. Динамику можно видеть на рис. 7.

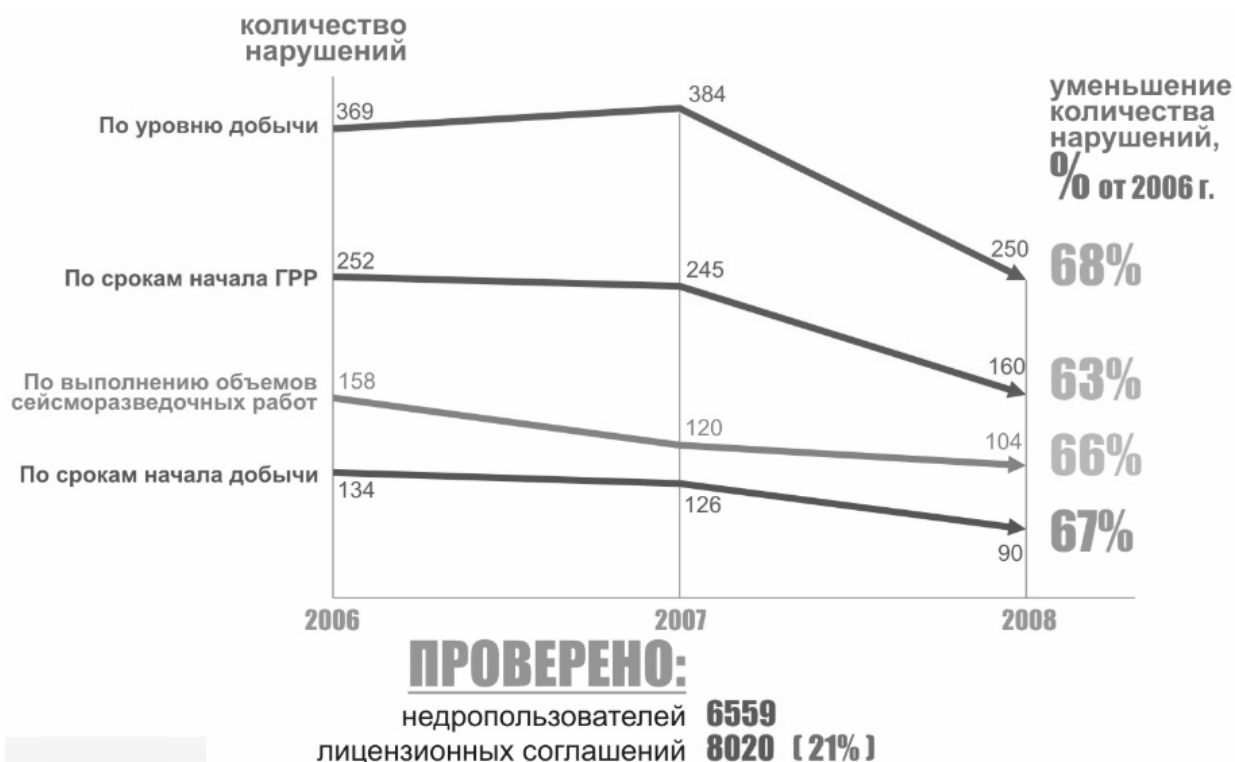


Рис. 7. Уменьшение количества нарушений выполнения лицензионных соглашений

2. Решение вопросов в сфере лицензирования пользования недрами

Лицензии	2007 г.	2008 г.
<i>Переоформлено</i>		
Всего	486	671
Из них по УВ	152	301
ТПИ	334	370
<i>Внесены дополнения</i>		
Всего	1056	1025
Из них по УВ	570	662
ТПИ	486	363
За невыполнение лицензионных условий Роснедрами и его территориальными органами		
<i>Направлено уведомлений</i>		
Всего	—	249
Из них по УВ	—	97
ТПИ	—	152
<i>Прекращено право пользования</i>		
Всего	—	111
Из них по УВ	—	35
ТПИ	—	76

Решение других вопросов в сфере лицензирования пользования недрами в 2008 г. по сравнению с 2007 г. представлено в табл. 2.

Важным инструментом повышения эффективности недропользования является контроль за выполнением лицензионных соглашений. В 2008 г. по этому направлению также проделан значительный объем работ. В связи с тем, что ранее многие лицензии были оформлены без включения в них конкретных обязательств недропользователя, проводится активная работа по **актуализации** условий лицензий.

За невыполнение условий пользования недрами, установленных в законодательстве и лицензионных соглашениях, прекращено право пользования недрами по 111 лицензиям (см. табл. 2).

В этом направлении необходимо отметить подготовленные Министерством и дорабатываемые сейчас по замечаниям министерств и ведомств поправки в закон «О недрах», направленные на:

- конкретизацию условий лицензий,
- определение порядка внесения изменений в лицензии на право пользования недрами,
- установление четких и однозначно толкуемых оснований для досрочного прекращения прав пользования недрами.

Реализация государственной политики в сфере недропользования и совершенствование законодательства о недрах в 2008 г. Важнейшим условием увеличения эффективности геологического изучения и освоения месторождений является совершенствование законодательства о недрах. Правительством сформулированы следующие 3 направления работы в этой сфере:

I. Обеспечение интересов обороны и безопасности страны, ее стратегических интересов:

- определены понятия и критерии выделения участков недр федерального значения;
- установлен законодательный порядок участия иностранного капитала при использовании участками недр федерального значения;
- сформирован круг участников работ по использованию недрами континентального шельфа.

II. Экономическое стимулирование геологического изучения отдаленных регионов и повышения рациональности недропользования:

обнулена ставка НДС по районам Крайнего Севера, Дальнего Востока, Арктического шельфа, Каспийского и Аральского морей;

увеличена цена отсечения по нефти с 9 до 15 долл/баррель для целей определения ставки НДС;

дифференцируется НДС в зависимости от горно-геологических условий и степени выработанности месторождений;

отменена необходимость возмещения исторических расходов государств на геологоразведочные работы.

III. Снижение административных барьеров и коррупционной составляющей в сфере недропользования:

упрощение процедуры предоставления земельных участков для целей пользования недрами;

снижение числа органов, согласующих техническую документацию на пользование недрами;

устранение необходимости получать отдельные лицензии на добычу воды, гравия, песка пользователями недр для собственных нужд на своих лицензионных участках;

уточнение компетенции федеральных и региональных органов власти в сфере недропользования. (Субъекты Российской Федерации получают право предоставления пользования недрами для целей геологического изучения ОПИ, разведки добычи ОПИ, а также по совмещенным лицензиям);

использование исключительно аукционного принципа для предоставления регионами участков недр для целей добычи общераспространенных полезных ископаемых.

В рамках решения этих задач в 2008 г. был законодательно установлен порядок участия иностранного капитала при использовании участков недр федерального значения; определен круг участников работ на континентальном шельфе, были введены налоговые каникулы для разработки месторождений.

Отменена необходимость возмещения исторических расходов государства на проведение геологоразведочных работ.

Одна из ключевых проблем, мешающих развитию отрасли — наличие многочисленных административных барьеров при предоставлении недр в пользование и разработке месторождений полезных ископаемых. В отношении их снижения удалось сделать следующее.

Поправками в закон «О недрах», принятыми в конце 2008 г., упрощен порядок предоставления земельных участков для целей недропользования. Сейчас законодательно предусмотрено, что предоставление пользователю недр земельных участков, находящихся в государственной или муниципальной собственности, осуществляется без проведения торгов.

Путем создания «одного окна» из заинтересованных ведомств уменьшено количество согласований, требуемых при подготовке и утверждении проектных документов на разработку месторождений. В настоящий момент проект постановления, устанавливающего порядок согласования проектов разработки, внесен в Правительство Российской Федерации.

Также недропользователи имеют право добывать без отдельных лицензий общераспространенные полезные ископаемые и подземные воды в пределах горных отводов.

Определенные нововведения коснулись порядка распоряжения субъектами Российской Федерации участками недр, содержащими общераспространенные полезные ископаемые — теперь их можно распределять только на аукционе. На наш взгляд, это самая прозрачная и честная форма предоставления недр в пользование. К сожалению, до сих пор неоднозначно решается вопрос с предоставлением прав на геологическое изучение участков недр с целью поисков и оценки общераспространенных полезных ископаемых. Несмотря на то, что сейчас практически вся основная компетенция по пользованию и распоряжению общераспространенных полезных ископаемых находится у субъектов Российской Федерации, права на поиски и оценку по-прежнему предоставляют федеральные власти. Сейчас готовятся поправки, которые позволили бы без ущерба федеральному фонду недр расширить компетенцию органов власти субъектов Российской Федерации по указанному вопросу.

Рассчитываем на поддержку при рассмотрении соответствующих законопроектов в Государственной Думе.

Первоочередные задачи, стоящие перед отраслью. Обобщая сказанное, можно констатировать, что основные показатели развития отрасли за последние 4 года характеризовались устойчивой положительной динамикой. Однако следует признать, что в 2009 г. мы вошли с рядом проблем, вызванных в первую очередь негативным влиянием мирового финансового кризиса на отрасль.

В частности, значительно снизился интерес компаний к приобретению прав пользования участками недр, как для целей геологического изучения, так и для разработки месторождений.

Произошло сокращение бюджетных ассигнований на геологоразведочные работы за счет федерального бюджета относительно планируемых (с 22 до 18,9 млрд.руб.). При утверждении своих инвестиционных программ на текущий год пользователи недр также декларируют планы снижения объемов инвестиций, направляемых на геологоразведку.

Совершенно очевидно, что снижение темпов геологического изучения в текущем периоде скажется на последующем обеспечении экономики страны запасами полезных ископаемых. В связи с этим предлагаются и уже реализуются следующие меры для минимизации воздействия мирового финансового кризиса.

Во-первых, при предоставлении прав пользования недрами целесообразно повышать привлекательность объектов, выставляемых на торги, в частности, путем объединения участков недр в единые лоты с целью обеспечения создания общей инфраструктуры и снижения издержек освоения.

Во-вторых, планируется рассмотреть возможность дальнейшего снижения фискальной нагрузки на отрасль при освоении и изучении труднодоступных территорий. Готовятся предложения о вычетах затрат на успешные геологоразведочные работы из сумм подлежащего уплате НДС, что позволит повысить привлекательность геологоразведки. При этом мы будем продолжать усиливать контроль за выполнением компаниями лицензионных обязательств и требований утвержденных проектных документов и повышению ответственности недропользователей в случае их невыполнения.

Также важной задачей Министерства на ближайшую перспективу является продолжение совершенствования законодательства о недрах с целью устранения правовой неопределенности и снижения степени вмешательства чиновников на всех стадиях работ и в отношении всех видов пользования недрами.

Считаем также крайне важным сохранить бюджетное финансирование геологоразведочных работ в 2010—2013 гг. в объемах, предусмотренных Долгосрочной программой.

При совершенствовании механизмов государственного регулирования недропользования необходимо также учитывать, что запасы месторождений полезных ископаемых наиболее изученной и освоенной части России истощаются. Поэтому прослеживаются два первоочередных направления работы.

Первое. Совершенствование законодательства, стимулирующего освоение трудноизвлекаемых запасов, а также геологическое освоение глубоких и прилегающих горизонтов. Для решения этой проблемы необходимо внесение изменений в действующее законодательство о недрах, разработка и принятие мер экономического стимулирования.

В этой связи Министерством разработаны поправки в закон «О недрах», включающие введение норм, стимулирующих полную и комплексную отработку месторождений путем вовлечения в разработку глубоких горизонтов и прилегающих залежей.

Внесение указанных поправок позволит ввести в разработку значительные запасы полезных ископаемых в районах с уже развитой инфраструктурой, снизит социальную напряженность на этих территориях.

На повышение рациональности использования недр направлена работа, проводящаяся Министерством по совершенствованию нормативной базы подготовки, согласования и утверждения проектных документов на пользование недрами.

Повышение выработанности месторождений в традиционных районах добычи влияет на коэффициент извлечения полезных ископаемых. Качество запасов снижается за счет увеличения доли трудноизвлекаемых запасов. Для углеводородов эта доля составляет более 50% от общего баланса запасов.

Очевидно, что сохранить рентабельность отработки таких месторождений могут только действенные меры экономического стимулирования освоения остаточных и трудноизвлекаемых запасов.

Для повышения глубины переработки добытого сырья разработаны поправки в закон «О недрах», вводящие институт конкурсов на право пользования недрами с инвестиционными условиями.

Серьезной проблемой являются проблемы балансовой принадлежности десятков тысяч бесхозных скважин, шахт, горных выработок и другого имущества, когда-то сооруженного за счет государственных средств, и в настоящий момент из-за износа и истечения нормативных сроков службы превратившегося в источники повышенной опасности для населения и окружающей среды. Правительство готовит меры по решению этой проблемы, включая необходимые поправки в законодательство.

Одновременно планируется усилить штрафные санкции для недропользователей за нарушение требований по рациональному и комплексному использованию недр. В связи с этим уже разработаны и внесены в Правительство Российской Федерации соответствующие поправки в Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях, существенно повышающие административную ответственность недропользователей в случае нарушения условий лицензий и безлицензионного использования недр.

В настоящее время внесен в Правительство законопроект о внесении изменений в статью 51 закона «О недрах» и статью 46 Бюджетного кодекса (в части определения порядка расчета размера вреда, причиненного государству в результате деятельности пользователя недр). Комиссия Правительства Российской Федерации по законопроектной деятельности одобрила законопроект, поручив министерству представить в установленном порядке материалы, содержащие порядок расчета размера вреда, причиненного недрам вследствие нарушения законодательства о недрах. В настоящее время министерство работает над порядком расчета размера вреда.

Развитие центров экономического роста. Второе направление. Создание новых центров экономического развития на базе комплексного освоения крупных месторождений. Очевидно, что успешная работа по

этому направлению требует участия ряда министерств и ведомств с целью координации развития производственной и транспортной инфраструктуры, привлечения и использования трудовых ресурсов, развития перерабатывающих мощностей. Перечислим семь перспективных региональных центров экономического роста России на базе открытых месторождений полезных ископаемых со своей минералогической специализацией: Яно-Колымский, Западно-Верхоянский, Восточно-Забайкальский, Восточно-Саянский, Южно-Уральский, Северо-Кавказский и Ставропольский.

По предварительным оценкам, развитие данных центров экономического роста может создать до 150 тысяч новых рабочих мест в регионах на долгосрочный период, что, безусловно, будет иметь существенный социально-экономический эффект, значение которого для удаленных территорий России трудно переоценить.

Скорейшее освоение крупных месторождений углеводородов, находящихся в нераспределенном фонде, будет иметь долгосрочный положительный эффект для экономики регионов и страны в целом. В этой связи важно также отметить поручение Председателя Правительства Российской Федерации В.В.Путина, которое было дано на совещании в Государственной комиссии по запасам, о необходимости создания централизованной, вертикально-интегрированной информационной системы, обеспечивающей сбор, обработку, анализ и хранение информации о месторождениях, недропользователях, инфраструктуре на территории Российской Федерации с целью обеспечения эффективного и комплексного управления освоением недр.

Это важное направление работы, которое поможет проводить ведомствам скоординированную политику и сократить бюрократические проволочки при подготовке решений.

Геологическое изучение, освоение и разграничение континентального шельфа. В завершение своего доклада скажу несколько слов о таком важном вопросе как изучение и освоение континентального шельфа Российской Федерации. Работа в этой сфере осуществляется по двум основным направлениям:

1. Продолжение планомерного изучения континентального шельфа страны, определение его ресурсного потенциала, изучение дна Мирового океана. В этой области только в 2008 г. в результате геологоразведочных работ на 26 объектах континентального шельфа были выявлены прогнозные ресурсы углеводородов в объеме более 4 млрд.т.у.т.

В настоящий момент заинтересованные федеральные органы исполнительной власти разрабатывают Государственную программу изучения и освоения континентального шельфа Российской Федерации, реализация которой позволит изучить и освоить минерально-сырьевой потенциал шельфа с одновременным развитием транспортной инфраструктуры, судостроительной промышленности при соблюдении требований экологической безопасности ведения работ в условиях хрупкой экологической системы Арктического региона.

В результате наших исследований дна Мирового океана в 2008 г. выявлено в осевой зоне Срединно-Атлантического хребта новое крупное рудное поле глубоководных полиметаллических сульфидов «Зенит—Виктория».

2. Обеспечение национальных и стратегических интересов Российской Федерации при разграничении континентального шельфа и обосновании его границ. В этой сфере ведутся переговоры по разграничению морских пространств с Норвегией, Украиной, Японией. Продолжаются работы по закреплению за Россией суверенных прав на дополнительную территорию континентального шельфа в Северном Ледовитом океане площадью около 1,2 млн.км². В настоящий момент проведен ряд геолого-геофизических работ, готовятся к проведению комплексные батиметрические исследования дна арктического бассейна. Выполнение указанных мероприятий позволит подготовить и в 2013 г. направить в Комиссию обновленную заявку на установление внешней границы континентального шельфа Российской Федерации в Арктике.

Освоение ресурсного потенциала континентального шельфа Российской Федерации 2010—2039 гг. Ресурсный потенциал шельфа в размере свыше 100 млрд.т.у.т. оценивается как равный всему начальному потенциалу континентальной части России. Его освоение создает условия для значительного повышения внутреннего спроса, развития наукоемких технологий, судостроительной отрасли, рынка бурового и сейсморазведочного оборудования. В то же время, объем финансирования, необходимого для изучения и освоения шельфа, оценивается в астрономическую сумму более 9 трлн.руб. В соответствии с существующим в настоящее время законодательством, осваивать запасы на шельфе могут только 2 компании — «Газпром» и «Роснефть». Для сравнения достаточно сказать, что их совокупный объем инвестиций в шельфовые проекты в 2008 г., самом успешном году, составил около 60 млрд.руб. При сохранении таких темпов для осуществления необходимого объема капитальных вложений потребуется 155 лет. В связи с этим считаем необходимым дополнительно обсудить вопросы, связанные со стратегией освоения континентального шельфа Российской Федерации. На состоявшемся совещании с участием Президента Российской Федерации Д.А.Медведева было дано поручение подготовить материалы для целевого рассмотрения данной проблемы.

Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации в целом выполняет задания Долгосрочной государственной программы изучения недр и воспроизводства минерально-сырьевой базы России до 2020 г.

Энергетика XXI века: тенденции и перспективы

Н.П.ЗАПИВАЛОВ (Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, Новосибирский государственный университет)

Нефть для нации — это как кровь для человека.
Джавахарлал Неру

Автор данной статьи как геолог-нефтяник вот уже 45 лет профессионально связан с Индией. В январе этого года он участвовал в Международной конференции в Дели — Petrotech-2009. Это мероприятие (конференция выставка) проводится один раз в два года, начиная с 2001 г., и автор участвовал во всех конференциях. Конференция Petrotech-2009 была особо представительной: 5200 делегатов, из них 440 зарубежных из 50 стран. Было сделано 150 устных докладов (27 секций) и 400 стендовых.

Девиз конференции — *Энергетическая независимость на основе глобальной кооперации: возможности и решения.*

Следует отметить, что тематика докладов была разнообразна, включая альтернативные источники энергии, в т.ч. водородные, а также нанотехнологии в разведке, добыче и переработке нефти. Одновременно работала Международная выставка (273 участника). На ней были представлены новейшие достижения в области энергетики. Было много действующих макетов, в т.ч. демонстрационный автомобиль на водородном топливе.

В целом очередной Международный «Petrotech» продемонстрировал уверенную динамику индийской энергетики.

Из табл. 1 видно, что нефть, газ и уголь надолго останутся масштабным и определяющим первичным источником энергии в мире. Одновременно отметим

ускоренное развитие альтернативных и возобновляемых источников энергии. В разных странах и регионах они различны, но потребность в них везде высока. Эксперты полагают, что ежегодные темпы роста потребления энергии из возобновляемых источников могут достигать двузначной цифры, ее доля в общем объеме потребления к 2030 г. будет весьма значительной.

Каждая страна решает энергетические проблемы в соответствии с природными возможностями, уровнем развития экономики, науки и новых технологий, а также национальными традициями. Весьма показательна табл. 2.

Заметим, что за кадром табл. 2 остаются местные традиционные и возобновляемые источники топлива и энергии, как, например, в Индии.

Есть страны, которые используют только ископаемое топливо (Саудовская Аравия, Дания), а в других странах преобладают гидроэнергетические ресурсы (Бразилия, Исландия). В энергетическом балансе Франции и Бельгии доминирует атомная энергия (соответственно 72,9 и 59,6%). Так что свою энергетическую стратегию каждая страна выбирает сама. Энергетическая многополярность налицо.

Есть один вопрос, который имеет противоречивое звучание в прогнозах различных экспертов, включая профессионалов-геологов. Одни утверждают, что ресурсы нефти и газа скоро будут выработаны, опреде-

1. Состояние и прогноз мировой энергетической корзины [7]

Энергетическая корзина	Нефтяной эквивалент, млн.т					Рост, %
	1980 г.	2000 г.	2005 г.	2015 г.	2030 г.	2005—2030 гг.
Нефть	3106	3647	4000	4720	5585	40
Газ	1237	2089	2354	3044	3948	68
Уголь	1786	2292	2892	3988	4994	73
Ядерная энергетика	186	675	721	804	854	19
Гидроэнергетика	147	226	251	327	416	166
Биомассы и различные отходы	753	1041	1149	1334	1615	141
Другие возобновляемые источники	12	53	61	145	308	405
Итого	7228	10 023	11 429	14 361	17 721	
						55

2. Использование основных энергетических ресурсов в некоторых странах (в %)*

Страны	Ископаемое топливо	Гидро-электро-энергия	Атомная энергия
Саудовская Аравия	100,0	—	—
Дания	97,8	0,1	—
Австралия	89,7	10,3	—
Нидерланды	95,3	0,2	4,5
Китай	81,5	18,5	—
Италия	78,0	20,5	—
Индия	76,4	21,8	1,8
Великобритания	76,2	1,9	21,9
Россия	73,7	15,4	10,9
США	70,1	9,4	19,9
Германия	67,9	3,7	28,4
Япония	63,9	11,9	24
Испания	46,1	18,2	35,3
Бельгия	39,1	1,3	59,6
Канада	22,5	60,7	16,8
Франция	13,5	13,0	72,9
Бразилия	6,5	92,6	0,6
Швеция	4,7	43,1	52,2
Исландия	0,2	93,5	—

*Универсальный Атлас Мира, Астрель Аст, —М., 2003.

ляются различные даты и рубежи. Автор же данной статьи утверждает, что углеводородные ресурсы на нашей планете неисчерпаемы:

1. Разведанные запасы нефти и газа в мире все время увеличиваются. Сейчас они оцениваются в 177 млрд.т нефти и 173 трлн.м³ газа. В сумме это составляет 350 млрд.т условного топлива (т.у.т.).

2. Добыча нефти и газа неуклонно растет. Если в начале XX столетия добывалось всего 22 млн.т нефти, то в 2008 г. добыча нефти достигла 4,4 млрд.т, а газа — более 3 трлн.м³. Многие месторождения разрабатываются более 50 лет и объем добычи из них превышает первоначально подсчитанные запасы. С учетом существующего коэффициента извлечения нефти в пластах еще остается более 60% запасов.

3. Открываются новые нефтегазоносные районы и крупные месторождения на суше и на море, причем в нетрадиционных условиях («Белый Тигр», Вьетнам).

4. Увеличивается глубинность поисков нефти и газа, их скопления обнаруживаются на глубинах 8—9 км.

5. Человек «шагнул» в море. На акваториях добывается более 40% всей нефти мира.

6. Газогидраты как углеводородные скопления превышают все запасы на суше.

7. В настоящее время осваивается 200 нефтегазоносных бассейнов, 200 ждут своей очереди, а еще остается 150 неизученных бассейнов.

Главное состоит в том, что генезис углеводородных соединений в земной коре нарастает в геологической шкале времени. Более того, в ближайшем будущем мы, вероятно, сможем управлять процессами образования углеводородных масс и формированием их скоплений. В этом смысле нефть и газ можно считать возобновляемым энергетическим ресурсом.

Нефть по-прежнему остается стержнем экономики, политики и бескомпромиссных столкновений [4].

Нефть и газ Индии. После получения Индией независимости в 1947 г. Джавахарлал Неру считал главной задачей обеспечение страны нефтью и газом. Выступая в Парламенте, он сказал: «Страна, которая не производит собственную нефть, является слабой страной. С точки зрения обороны, отсутствие нефти есть фатальная слабость». Дж.Неру и его соратники понимали, что без поддержки дружественных государств им не справиться с отсталостью и бедностью. В эти трудные моменты именно Советский Союз протянул руку помощи индийскому народу и оказал эффективную поддержку в развитии промышленности и сельского хозяйства. Необходимо отметить, что это были трудные годы и для СССР, который восстанавливал народное хозяйство после Великой Отечественной войны. Подчеркнем, что одновременно шло освоение нефтяных богатств в Западной Сибири.

По просьбе индийского правительства в декабре 1955 г. в Индию была командирована группа советских специалистов-нефтяников (Н.А.Калинин — опытный геолог-нефтяник, руководитель группы, Н.П.Чунарев — геофизик, Э.И.Тагиев — буровик). В течение пяти месяцев группой были детально изучены геолого-геофизические материалы в Геологической службе Индии (г.Калькутта), проанализированы многие осадочные бассейны страны. Был разработан пятилетний план геологоразведочных работ на нефть и газ на 1956—1960 гг.

Для рассмотрения и экспертизы проекта были приглашены специалисты с мировым именем — доктор Бенц из ФРГ, профессор Леворсен из США, доктор Эванс из Англии. Их заключения были отрицательными. Доктор Бенц не только выразил негативное отношение к проекту, но даже выступил в печати с заявлением, что проект пятилетнего плана геологоразведочных работ в Индии, составленный советскими специалистами, является ничем иным, как авантюрой. Доктор Эванс то же опротестовал оценку, пред-

ложенную советскими специалистами. Профессор Леворсен был более тактичным. Он, в принципе, согласился с геологическим обоснованием и направлениями работ, но категорически не рекомендовал индийской стороне браться за выполнение работ собственными силами. Он обращал внимание на отсутствие в Индии опытных кадров, производственной базы и практического опыта в разведке нефти. Индийцы пошли своим путем и полностью доверяли советским специалистам. В августе 1996 г. была создана государственная Комиссия по нефти и природному газу (ONGC).

Отметим, что до начала сотрудничества с Советским Союзом Индия потребляла 5,5 млн.т импортной нефти, своей же нефти не было! Всего лишь за 10 лет (по состоянию на 1 декабря 1966 г.) было открыто 13 нефтяных и газовых месторождений, подготовлены промышленные запасы нефти в объеме 143 млн.т, добыча нефти составила более 4 млн.т в год. В Индии трудились более 750 лучших советских специалистов-нефтяников. В 1982 г. в Государственной Индийской Корпорации работало уже 25 тыс. человек, в т.ч. 1,5 тыс. специалистов с высшим образованием, многие из них учились в советских вузах. Уже было открыто 60 месторождений нефти и газа с запасами нефти 515 млн.т (в т.ч. на море — 250 млн.т), газа 400 млрд.м³. Были введены в эксплуатацию 24 месторождения. Индия стала нефтяной державой [2].

Министр нефти и природного газа Индии — Мани Шанкар Айяр, выступая в Москве на открытии четвертой всероссийской недели нефти и газа 26 ноября 2004 г., сказал: «Я хотел бы напомнить всем нам огромную роль, сыгранную бывшим Советским Союзом в становлении современного углеводородного сектора промышленности Индии. После двухсотлетнего британского владычества, когда мы оставались нищими и жаждающими нефти, а Запад в основном высмеивал наши усилия обеспечить из собственных источников хоть чуточку энергетической безопасности, только когда мы в середине пятидесятих обратились к Москве, пришла помощь, обильная и с редкой щедростью. Индийская корпорация по нефти и природному газу — совместный плод Матери России и Отца Индии». Такая память осталась у Индийского народа [3].

Современная нефтяная Индия. Территория Индии составляет 3,2 млн.км², что равняется территории Западной Сибири. Население Индии 1 млрд. 200 млн. человек. Из 26 осадочных бассейнов пока только в шести установлены промышленные запасы нефти и газа. Характерно, что 56% всех перспективных площадей бассейнов относится к морским акваториям, из них значительная часть (1,35 млн.км²) — к глубоководному сектору [8].

В настоящее время в Индии имеется более 20 контролируемых государственных и частных национальных нефтегазовых компаний, как правило, «сквозного» бизнеса: от разведки — до переработки, более

100 сервисных компаний в разведке и добыче нефти. Наиболее крупные из них: Государственная корпорация по нефти и газу (ONGC), Релайнс (Reliance Industries Ltd), Гайл (Gail India Ltd), Ойл Индия (Oil India Ltd). Укрепляются и другие компании.

Масштабы активной деятельности индийских нефтяных компаний за 2007—2008 гг. (производственный год с 1 апреля по 31 марта) отражены в следующих цифрах:

Сейсморазведка: на суше 4030 пог.км 2Д и 8302 км² 3Д; на море 25 520 пог.км 2Д и 27 605 км² 3Д (в работе 31 судно).

Бурение: на суше — скважин: разведочных 138 (338 610 пог.м), эксплуатационных 215 (423 109 пог.м); на море — скважин: разведочных 61 (185 739 пог.м), эксплуатационных 98 (292 690 пог.м).

Добыча: нефти 34,1 млн.т, газа 32,4 млрд.м³.

Новые открытия месторождений: Всего 67 (на суше 45, на море 22).

Начальные ресурсы нефти и газа на 01.04.2008 г. составили 9,13 млрд.т нефтяного эквивалента, прирост запасов за год — 363 млн.т.

В Индии имеется 19 нефтеперерабатывающих заводов производительностью 150 млн.т в год.

Общая длина нефте-, газо- и продуктопроводов составляет 17 000 км.

В 2009 г. Индии потребуется 120 млн.т сырой нефти и в дальнейшем эта цифра будет увеличиваться [7].

Флагман Индийской энергетики. Традиционно первые позиции в разведке и добыче нефти удерживает Государственная корпорация по нефти и газу (ONGC), включая создание альтернативных источников энергии. Это энергетический флагман Индийской экономики. Она отметила свое 50-летие в 2006 г. Компания открыла 367 месторождений нефти и газа, из них 233 на суше и 134 на море. Общая добыча составила: нефти 790 млн.т, газа 460 млрд.м³. В настоящее время это компания добывает 80% всей нефти в Индии. ONGC имеет 140 буровых и ремонтных станков на суше и 30 буровых станков в море, а также 81 морскую платформу и 59 судов различного назначения, более 22 000 км морских трубопроводов, включая 4500 км подводных.

Особого внимания заслуживает нефтегазовая «интервенция» Индии в других странах. Для этой цели создано специальное подразделение «ONGC Videsh Company» (OVL), которое имеет 38 проектов в 18 странах [7, 8].

Такая широкая экспансия объясняется тем, что Индия пока не может удовлетворить полностью свои потребности в собственной нефти и прилагает все усилия для энергообеспечения своей страны. Потребление энергии в Индии к 2030 г. возрастет в 3,6 раза. Это больше, чем в любой стране и регионе мира. Даже Китай предполагает увеличить свое энергопотребление в 3,2 раза [8].

В России индийская компания участвует в одном проекте на о.Сахалин, но в 2008 г. она приобрела 15 месторождений и участков в Томской области, фактически купила британскую компанию Imperial Energy, которая владела этими месторождениями. Сумма сделки составила 2,5 млрд.долл. Таким образом, ONGC пришла в Западную Сибирь, чтобы добывать здесь нефть и газ. Раньше Советский Союз помогал бедной Индии, теперь Индия помогает богатой России осваивать нефтяные богатства в непривычной для себя холодной Сибири.

У компании ONGC есть девиз: «*Making tomorrow brighter*». Автор публикации предложил им добавить: «*but after tomorrow more brighter*». Пусть эти слова будут общим девизом для Индии и России.

Индийская Одиссея автора связана именно с ONGC. В 1964 г. автор был командирован Министерством геологии СССР в Индию и проработал там 4 года. Сначала старшим геологом в системе ONGC (Дера-Дун), а затем в Посольстве СССР в Индии в качестве координатора советско-индийского сотрудничества в области нефтяных и геологоразведочных работ. В то время ONGC была единственной нефтяной корпорацией в Индии. Контакты с ONGC и ее лидерами восстановились в начале XXI столетия, когда автора пригласили в 2001 г. на конференцию Petrotech. Организатором конференции всегда является ONGC под эгидой Министерства нефти и природного газа Индии. Это самая крупная энергетическая организация в Индии и одна из ведущих нефтяных компаний мира. Безусловно, ей пригодилась наша советская закваска. Но сейчас новое время и новые песни.

Альтернативные и возобновляемые источники энергии. Перспективы и тенденции. Надо признать, что Индия использует все свои возможности для получения дополнительных источников энергии. Это было широко показано на прошедшей конференции и выставке Petrotech-2009. Индия предполагает за счет всех источников увеличить энергопотребление до 400 000 MW в 2030 г. против 130 000 MW в 2008 г. Большое внимание уделяется возобновляемым и альтернативным источникам [5, 7, 8].

Были представлены следующие направления:

1. Метан из угольных пластов. Уже есть несколько пилотных установок и промышленных предприятий в Центральной и Восточной частях Индии. Предполагается получить 1,24 млрд.м³ газа до 2012 г. Будет пробурено 1000 скважин.

2. Подземная газификация угля. В штате Гуджерат (Vastan) выбрана территория для пилотного проекта, где уже пробурено 18 скважин. Будет получено около 3 млрд.м³ газа.

3. Ветроэнергетика. Индийский ветроэнергетический комплекс имеет установки суммарной мощностью 8800 MW (март 2008 г.). В штате Гуджерат есть станции мощностью более 50 MW.

4. Газогидраты. В принципе, это углеводородный потенциал акваторий, но он относится к альтернативным источникам в силу недостаточно изученных условий образования метан-гидратных скоплений и отсутствия методов и технологий освоения таких месторождений. Однако масштабность и перспективность получения огромных углеводородных масс из газогидратных образований привлекает внимание многих стран и компаний к этому источнику. В индийских водах работает специальный корабль «*Joides Resolution*» для постоянных исследований.

Установлено, что имеются мощные газогидратные толщи (более 130 м) в бассейне Кришна Годавари (Бенгальский залив) и самые глубоководные (более 600 м ниже уровня моря) на Андаманских островах.

Ресурсная оценка акваторий Индии в настоящее время составляет около 200 трлн.м³ углеводородных газов, включая газогидратные скопления. Особенно перспективными считаются Андаманские острова, где запасы гидратного газа оцениваются в 6 трлн.м³. Правительство Индии разработало национальную программу по газогидратам, нацеленную на разведку и освоение ресурсов газогидратов в стране.

5. Водородная энергетика. Эти разработки в Индии широко развиты. Проводятся эксперименты, строятся заводы по производству водородных топливных элементов. Особое внимание уделяется переводу транспортных средств на водородное топливо, так как 40% углеводородных продуктов в стране поглощает транспорт.

6. Солнечная энергетика. На многих домах, особенно в горных районах, устанавливаются солнечные батареи.

7. Приливная энергетика и подводные течения. Проект реализован в заливе Кач (юго-запад Индии).

8. Использование биомассы и отходов для получения хотя бы небольшого количества энергии тоже не остается без внимания.

Премьер Министр Индии 20 августа 2007 г. в Дели открыл научно-исследовательский Энергетический Центр ONGC, в задачи которого входят:

- разработка термохимического реактора для получения водорода;
- разработка гео-биореакторов;
- проект биосинтеза метанола;
- участие в разработке мембранных топливных батарей;

- солнечная энергетика;

- урановая тематика.

Это своего рода Технопарк!

Индия уверенно решает свои экономические, энергетические и социальные проблемы [5, 6, 8].

Индия называет себя самой демократичной страной в мире. Она утверждает свой международный принцип: у нее нет явных больших врагов, нет и близких друзей, но национальные интересы превыше всего. Может быть, это исходит из древней индуист-

ской философии: «Никто тебе не враг, никто тебе не друг, но каждый человек тебе Великий Учитель». Хочу заметить, что патриотизм индийского народа чувствуется в большом и малом.

В Индии удивительно сочетаются ультрасовременные технологии и древние традиции. Там по-прежнему используются традиционные возобновляемые виды топлива. Индийские жители, как и во многих других странах, в качестве топлива широко используют сухой навоз (кизьяк) и древесину, в первую очередь для удовлетворения бытовых потребностей. Эксперты подсчитали, что это составляет более 20% всей потребляемой энергии в Индии. В Гималаях ячий кизьяк, сгорая, дает удивительно приятный дым, напоминающий ладан. В целях более рационального потребления кизьяка в последние годы расширяется производство из него энергетического биогаза.

Заметим, что население почти половины всех стран мира до сих пор готовит еду и обогревается на таком топливе, как кизьяки, дерево, отходы сельскохозяйственного производства. Задача состоит в том, чтобы облегчить населению утилизацию этих видов топлива (энергонасителей) с учетом использования современных технологий, обеспечивающих не только высокий КПД, но и сохранение здоровья от чрезмерного вдыхания продуктов сгорания в жилищах. На этот счет есть специальные проекты Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ).

А пока в Индии все еще много «кизьяковых» костров на улицах, тем более на окраинах городов и в селах. В связи с этим можно считать некорректной статистику, рассчитывающую потребление энергии на душу населения (*per capita*) в той или иной стране (регионе) с учетом лишь стандартных (невозобновляемых) источников энергии. Как говорил П.Л.Капица: «Существуют три вида лжи: ложь, наглая ложь и статистика».

А что же в России? По этому вопросу хотелось бы процитировать некоторые выдержки из недавней статьи Н.М.Байкова (ИМЭМО РАН) «Перспективы развития альтернативных источников энергии в мире». Для общего понимания ситуации достаточно двух заключительных положений в указанной статье [1]:

1. «Несмотря на огромные запасы энергии из возобновляемых источников в нашей стране, оцениваемые примерно в 4,6 млрд.т.у.т в год, что в 5 раз превышает объем ежегодного потребления первичных энергоресурсов, пока отсутствуют программа развития возобновляемых источников энергии и правовая база для их освоения. До настоящего времени отсутствуют стимулы для развития этого направления. Нет координирующего центра, объединяющего разрозненные разработки. В концепциях РАН РФ, ведущих институтов, отраженных в программе «Экологически чистая энергетика» (1993 г.) практически отсутствует стратегия полномасштабного перехода на возобновляемых источников энергии».

2. «В настоящее время в России работает одна ГеоТЭС» (Паужетская на Камчатке мощностью 11 МВт), одна приливная электростанция (Кислогубская мощностью 450 кВт), 1500 ветроустановок мощностью 0,1—16 кВт, 50 микроГЭС мощностью 1,5—10 кВт, 300 малых ГЭС, солнечные фотоэлектрические станции общей мощностью около 100 кВт, солнечные коллекторы площадью 100 тыс.м², 3000 тепловых насосов мощностью 8—10 МВт, что примерно в 30 раз меньше, чем в США. Если не принять соответствующие меры, то это может негативно отразиться на экономическом развитии страны» [1]. Имеется информация о том, что на Камчатке работают еще две геотермальные электростанции — 12 и 50 МВт на Мутновском месторождении. *Н.З.*)

В холодной России 20 млн. домов все еще отапливаются дровами. Буквально в последние месяцы в связи с кризисом активизировались исследования и работы по возобновляемым и альтернативным источникам энергии во многих странах Европы. Да и весь мир, пожалуй, наполнен этой заботой. Так, уже 49 стран имеют программы развития экологически чистых возобновляемых источников энергии, а в современной России эти проблемы решаются пока на уровне виртуальных стратегий и общих разговоров.

В связи с этим следует подчеркнуть, что практически в любой точке нашей страны можно использовать тепло Земли. Глубинная геотермика и гидротермальные ресурсы, в особенности, могут стать важной составной частью энергетического баланса многих регионов России, включая даже Ханты-Мансийский автономный округ.

В Геологическом Институте РАН составлена карта «Перспективные гидротермальные провинции России». Эксперты-геотермики утверждают, что горячие подземные воды могут конкурировать с углем и нефтью. Ресурсы геотермальной энергии разделяются на гидротермальные и петротермальные. Гидротермальные представлены теплоносителями — подземные воды, пар, пароводяные смеси. Петротермальные представляют собой тепловую энергию, запасенную в нагретых горных породах. По самым скромным оценкам прогнозные запасы термальных вод с температурой 40—250 °С в недрах Российской Федерации (до 3 км) составляют 21—22 млн.м³/сут., что эквивалентно 45—280 млн.т.у.т. в год. Прогнозные запасы паровоздушной смеси с температурой 150—250 °С на Камчатке и Курилах составляют 500 тыс. м³/сут.

Петротермальная тепловая энергия достигает 99% от общих ресурсов подземного тепла в России. На глубине до 4—6 км горячие породы с температурой 100—150 °С распространены почти повсеместно. Общий ресурс тепловой энергии, запасенной в 10-километровом слое Земли эквивалентен тепловому потенциалу сжигания 34,1 10⁹ млрд.т.у.т., что в несколько тысяч раз больше теплотворной способности всех известных запасов топлива на Земле. (Эти дан-

ные по геотермике Земли сообщил известный российский ученый, А.Д.Дучков).

Конечно, на пути использования неисчерпаемой (и возобновляемой) геотермальной (гидротермальной) энергии Земли имеется много проблем, которые могут быть преодолены вложением значительных средств и усилий в развитие технологии извлечения внутриземного тепла, фактически в развитие нового энергетического направления.

Есть примеры использования горячих подземных вод в Новосибирской и Омской областях. Оконеченская гидротермальная зона охватывает Татарский, Усть-Тарский, Баганский и даже Северный и Кыштовский районы Новосибирской области, а также юго-восточные районы Омской области. Воды на глубине 1000—1200 м (покурская свита, мел) имеют пластовую температуру 60—65 °С, а на поверхности — 45 °С. Этой теплой водой отапливаются отдельные здания; кое-где применяются тепловые насосы (теплотрансформаторы), разработанные в Академгородке (Новосибирск).

Разумеется, надо быстрее решать, а главное действовать, как сегодня и в перспективе обогреть самую холодную страну — Россию — собственным теплом. Однако нужна хорошая наука и геология.

Как говорил Д.И.Менделеев: «Без светоча науки и с нефтью будут потемки».

Из приведенных материалов можно сделать следующий вывод:

Любое увеличение энергетического потенциала — это выживание, независимость и процветание каждой нации (сообщества) в системе хаотической глобализации, но Мантра глобальной кооперации не всегда есть Мантра отдельной нации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Байков Н.М. Перспективы развития альтернативных источников энергии в Мире // Нефтяное хозяйство. № 2. 2008. С. 118.
2. Ближе к телу // Журнал GEO. №5. Май. 2007. С. 132—135.
3. Запывалов Н.П., Павлов Ф.П. Индия — путь к большой нефти. —Новосибирск: Гео, 2005.
4. Запывалов Н.П., Попов И.П. Флюидодинамические модели залежей нефти и газа. —Новосибирск: Гео, 2003.
5. Dr. A.P.J Abdul Kalam Dynamics of Energy Independence // Moving towards an efficient future, Petrotech Society, First Edition. January. 2009. ISBN. Pp. 15—20.
6. Dr. Jagdish P.N. Giri «Global Energy Policy and Economics» // «Drilling & Exploration World» the complete energy journal. January. 2009. Pp. 115—118.
7. Journal of the Petrotech Society «Energy Independence with global co-operation: Challenges & Solutions», Petrotech 2009. Commorate Issue. December. 2008.
8. Moving towards an efficient future // Petrotech Society, First Edition. January. 2009. ISBN.

Металлогения, минерагения, рудные и нерудные месторождения

УДК 551.(248.2+311.7)(-925 17/19)

И.Ф.Мигачев, 2009

Палеотектоническая позиция мезозойских вулканоплутонических поясов востока России

И.Ф.МИГАЧЕВ (ФГУП ЦНИГРИ)

Андезитоидные вулканоплутонические пояса представляют собой особые геотектонические таксоны, обладающие широким спектром металлогенических характеристик. В ряде ранее выполненных обобщающих работ [15, 19 и др.] показано, что металлогения таких геоструктур во многом определяется их палеотектонической позицией, природой и составом субстрата (основания). Эти вопросы весьма важны для металлогенического анализа вулканоплутонических поясов востока России.

Андезитоидные вулканоплутонические пояса северо-восточной окраины Азиатского континента в качестве самостоятельных, специфических геоструктур входят в состав Верхояно-Чукотской складчатой области, которая находится в довольно сложных геотектонических отношениях с Сибирской и Арктической платформами и мезозойско-кайнозойскими образованиями Корякии и Камчатки (рис. 1).

Природа и история тектономагматического развития Верхояно-Чукотской области рассматриваются с весьма различных геотектонических позиций. При этом во всех построениях учитывается гетерогенность ее строения. На данной территории выделяются структурно-формационные комплексы погруженной окраины континента или шельфовых морей, представленные мощными (рифей)-палеозойско-мезозойскими терригенными и терригенно-карбонатными толщами с режимом миогеосинклинального развития. Периодическая активизация тектономагматических процессов привела к образованию в пределах шельфа рифтогенно-троговых структур различной ориентации. Кроме того, строение шельфовой области осложнено существованием преимущественно на ее восточном фасе нескольких микроконтинентов или блоков с дорифейским фундаментом. Восточным ограничением этой области, по всей

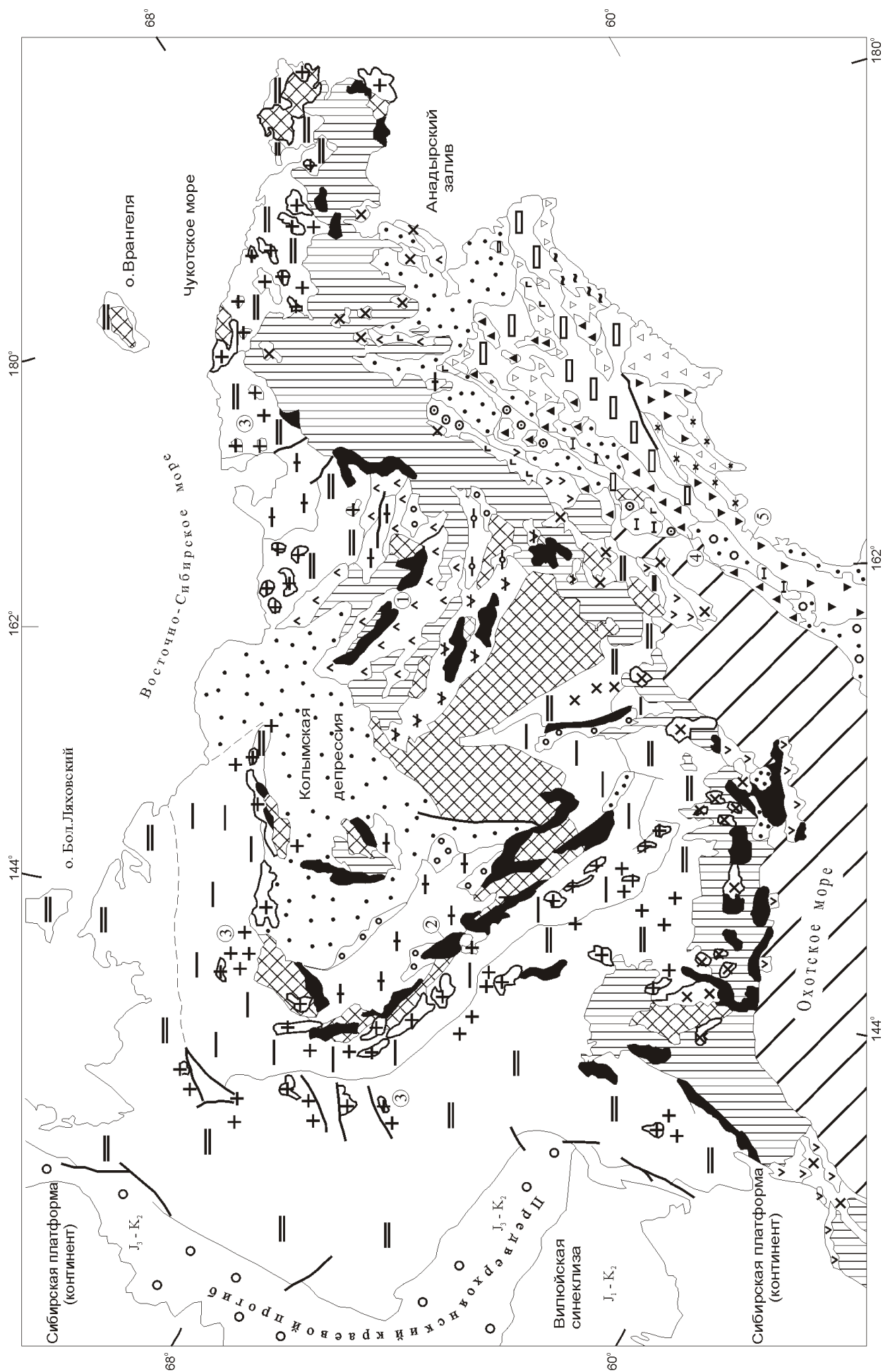
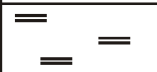
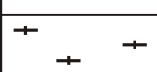
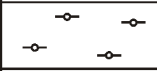
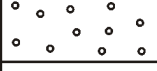
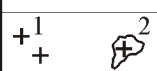
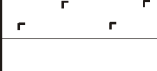


Рис. 1. Вулканоплутонические пояса Северо-Востока России:

пояса (цифры в кружках): 1 — Курильский, 2 — Уяндино-Ясаченский, 3 — Кольмо-Чукотский, 4 — Центрально-Камчатский, 5 — Восточно-Камчатский

Условные обозначения	Палеотектоническая позиция	Геодинамические обстановки образования	Формационные комплексы, формации	Геологический возраст
	Микроконтиненты и блоки с дорифейским фундаментом, рифей-палеозойским и рифей-палеозой-мезозойским чехлом			
	Охотоморская плита с субконтинентальной корой и кайнозойским чехлом			
Сибирский и Арктический континенты				
	Пассивная, погруженная окраина континента (миогеосинклинальные складчатые пояса — Верхоянский и Новосибирско-Чукотский)	Различные области шельфа	Морские терригенно-карбонатные, преимущественно терригенно-песчано-алевролитоглинистые	R-PZ, T ₁₋₂ , T-J ₂ , T ₃ -J ₁
		Континентальный склон и подножье	Морская, терригенная турбидито-флишевая	T ₃ - J _{2,3}
Индигово-Колымская подвижная (складчатая) область				
	Система морских бассейнов, островных дуг, микроконтинентов и блоков — микроокеан	Островные дуги (морские бассейны и их части с эвгеосинклинальным режимом развития)	Морская терригенно-вулканогенная базальт-андезитовая	(T-J ₂)—(J ₃ -K ₁)
		Окраинные и междугловые морские бассейны и их части с мио- и мезогеосинклинальными режимами развития	Морские туфогенные, терригенно-кремнистые, граувакковые, алевроглинистые, флишевые и флишеоидные	J ₃ -K ₁
		Окраинные морские бассейны шельфа и прибрежных морских равнин	Терригенно-вулканогенные морские и субаквальные	(PZ ₃)—J-K ₁
		Коллизионные зоны перехода континент (шельф) — микроокеан	Крайевые части окраинных морских бассейнов, крайевые прогибы	Терригенные грубообломочные мелководно-морские и континентальные (нижневерхнемолассовые)
	Зоны перехода континент (шельф) — микроокеан; поднятия в пределах микроокеана (подвижной области)	Крайевые прогибы, межгорные впадины	Терригенные континентальные (верхнемолассовые), в т.ч. угленосные	J ₃ -K ₁
		Вулканоплутонические и плутонические пояса и зоны	Преимущественно вулканогенные (базальт-андезит-липаритовые)	J ₃ , J ₃ -K ₁
			Плутоногенные габбро-диорит-гранодиорит-монзонит-гранит-леикогранитные: ареалы развития (1); отдельные крупные плутоны (2)	J ₃ —K ₁ -(K ₂)
Кони-Тайгоносская подвижная (складчатая) система				
	Раздвиговая шовная мегазона на границе континентальных плит	Островная дуга (морской бассейн с эвгеосинклинальным режимом развития)	Морская вулканогенная (базальт-андезитовая, андезитовая), вулканотерригенная	T-J ₂ , J ₃ -K ₁
			Базальтовая и плутоногенная габбро-гранодиорит-плагиогранитная	K ₁
		Вулканоплутонические зоны	Вулканогенно-плутоногенные базальт-андезит-дацит-липаритовые, диорит-гранодиорит-гранитные	J ₃ -K ₁
				

Условные обозначения	Палеотектоническая позиция	Геодинамические обстановки образования	Формационные комплексы, формации	Геологический возраст	
Охотско-Чукотский вулканоплутонический пояс					
	Краевые части континентальных плит «на плечах» разделяющей их шовной мегазоны	Вулканоплутонический пояс	Вулканогенные и плутоногенные: базальт-андезит-дацит-липаритовая; габбродиорит-гранодиорит-монцонит-гранитная; гранит-лейкогранитная	K ₁₋₂	
			Плутоногенные диорит-гранодиорит-монцонит-гранитная; гранитная; гранит-лейкогранитная: ареалы развития (1); отдельные крупные плутоны (2)	K ₁₋₂	
Корякско-Камчатская подвижная (складчатая) область					
	Периферическая часть океана	Островные дуги (морские бассейны и их части с эвгеосинклинальным режимом развития)	Морские вулканогенная (базальт-андезитовая), вулканогенно-кремнисто-терригенная, вулканогенно-терригенная	J ₃ -K ₁	
		Окраинные морские бассейны континентального склона и подножья	Морские вулканогенно-терригенная, терригенная, флишевая	K ₁₋₂	
		Островные дуги (морские бассейны с эвгеосинклинальным режимом развития)	Морские вулканогенная андезит-базальтовая, кремнисто-вулканогенная	K ₂ -P ₁	
		Окраинные и междуговые морские бассейны континентального подножья	Морские терригенные флишевая и флишеидная, терригенная флишеидная-нижнемолассовая	K ₂ -P ₁	
		Окраина континента	Краевые прогибы	Континентальная терригенная, верхнемолассовая	K ₂ -P ₁
		Периферическая часть океана	Окраинные морские бассейны континентального склона и подножья	Морская вулканогенно-терригенная, флишевая	P ₂ -N ₁
				Морская флишеидная терригенная и грубообломочная	P ₂ -N ₁
	Окраина континента	Краевые прогибы, межгорные впадины	Континентальная терригенная, верхнемолассовая	P ₂ -N ₁	
	Окраина континента	Вулканоплутонические пояса и зоны	Базальтовая, базальт-андезит-дацит-липаритовая	P ₂ -N ₁	
			Преимущественно андезитовая	N ₁₋₂	
	Эпиконтинентальные осадочные бассейны			N-Q	

видимости, служит Кони-Тайгоноская система — своеобразная структура островодужного типа позднепалеозойского—мезозойского возраста с эвгеосинклинальным режимом развития — «андезитовая геосинклиналь» (по В.Ф.Белому), или Удско-Мургальская островная дуга (по Л.М.Парфенову).

Начиная с триаса, большая часть обширной шельфовой области становится окраиной материка, а в ее северной, наиболее погруженной части происходит формирование океанического бассейна или микроокеана (Индигино-Колымская подвижная область), сопровождающееся деструкцией этой части континен-

тальной окраины. Микроокеан представляет собой сложную мозаику разнородных геоструктурных элементов — континентальных блоков, островных дуг, задуговых бассейнов, терригенно-вулканогенных и флишевых (турбидитовых) прогибов, фрагментов эпиконтинентальных морей. Радикальная тектоническая перестройка территории привела к прекращению существования микроокеана (J_3-k_1), что сопровождалось аккрецией слагающих его геоструктур к вновь образованной материковой окраине, широко развитыми коллизионными явлениями на границах океан—континент, «спаиванием» между собой отдельных геоструктурных элементов с образованием крупных стабильных блоков (амальгамация), завершением развития «андезитовой геосинклинали». С этими событиями связано возникновение и формирование позднеюрских вулканоплутонических поясов. Образование таких поясов происходило кратковременно в различных палеотектонических обстановках: на поднятиях в пределах микроокеана и в зонах коллизии на границе континента и микроокеана.

Курынский пояс относится к вулканоплутоническим поясам первого типа [17, 20], позже названный В.И.Шпикерманом Олойским [27]. Пояс развивается (рис. 2) в пределах Алазейско-Олойского блока, который, начиная с ранней юры, представлял собой устойчивое поднятие, что фиксируется повсеместно распространенной среднеюрской континентальной молассой. Пояс входит в следующий латеральный ряд субсинхронных геоструктур: краевая часть континента (с T_3n_3), Анюйская зона—Южно-Анюйская островная дуга (J_3-K_1b-v), в пределах которой происходит в это время накопление флишеидных и нижнемолассовых формаций — островодужная структура рифтогенного типа ($J_3v_1-k_1b-v$), пересекающая центральную часть Алазейско-Олойского поднятия — Курьинский вулканоплутонический пояс (J_3v_3) на поднятии, частично на «плече» рифтогенной островной дуги — морские бассейны (прогибы) с терригенно-вулканогенным выполнением с преимущественно андезит-дацитовым или дацит-липаритовым магматизмом (J_3-k_1b) — краевой прогиб (J_3-k_1) — континент, Омолонский массив.

В строении Курьинского пояса выделяются северо-западная, *Хетачано-Кричальская* и юго-восточная, *Ненкано-Баимская* зоны, отличающиеся характером субстрата и, соответственно, составом вулканоплутонических ассоциаций самого пояса.

Юго-восточный отрезок пояса сформирован в пределах Алучинского поднятия, сложенного преимущественно эвгеосинклинальными комплексами. По мнению Ю.М.Довгаля, цоколь поднятия состоит из протерозойских слюдисто-кварцевых и эпидот-кварц-хлоритовых сланцев, перекрытых образованиями средне-позднедевонской андезит-дацит-липаритовой и раннекаменноугольной базальт-андезитовой формаций. Породы позднекаменноугольной терригенно-кремнисто-вулканогенной формации, ас-

социирующие с интрузиями гипербазитов, габбро и плагиогранитов, выполняют рифтоподобную зону, контролируемую Анюйским глубинным разломом. Палеозойские толщи частично перекрыты поздне-триасово-раннеюрскими песчано-сланцевыми отложениями, содержащими прослои основных лав. Субстрат северо-западного отрезка пояса представлен мощными флишеидными комплексами карнийско-норийского возраста, морскими терригенными нижними молласами ранней юры и континентальными верхними молассами средней юры. Не исключено, что эти отложения подстилаются вулканогенными толщами среднего и позднего палеозоя.

В *Ненкано-Баимской* зоне рассматриваемого пояса происходило формирование субщелочной базальтовой формации, представленной субщелочными базальтами, трахибазальтами и андезито-базальтами. Количество осадочных пород в разрезе увеличивается с возрастанием мощности толщи в северо-западном направлении, где вулканы чередуются с конгломератами, песчаниками, туффитами и туфоалевролитами. В составе формации выделяются наземные, озерно-болотные и прибрежно-морские фации. Интрузивная составляющая вулканоплутонической ассоциации здесь представлена массивами габбро-монцонит-сиенитовой формации, которые, как правило, сложены породами нескольких фаз внедрения. К первой фазе относятся габбро, габбро-диориты и диориты, ко второй — преобладающие монцониты, сиенито-диориты, монцодиориты, кварцевые диориты. Более поздними являются дайкообразные тела субщелочных кварцевых монцонитов—сиенитов и гранитов. Завершают формирование массивов «порфиновые интрузивы», сложенные кварцевыми монцонит-гранодиорит-порфирами и сопровождающиеся дайками габбро-диоритовых и диоритовых порфиритов.

Хетачано-Кричальскую зону пояса слагают образования субщелочной наземной андезит-дацит-липаритовой формации, значительная часть объема которой представлена кислыми вулканидами, а базальты и андезито-базальты обособляются в нижней части разреза. Возраст вулканогенных формаций считается поздневолжским, хотя флористические определения свидетельствуют о позднеюрском—раннемеловом времени их формирования. Массивы монцонитоидной формации, входящие в вулканоплутоническую ассоциацию, здесь расположены в обрамлении пояса, за пределами развития комагматичных им эффузивных образований, и локализируются или в ареалах ранне-средневолжской континентальной молассы, или среди более древних пород. При этом среди интрузивных пород резко преобладают монцонитоиды главной фазы, а габбро и диориты ранней фазы развиты весьма незначительно.

Уяндино-Ясачненский вулканоплутонический пояс расположен в области перехода континент—микроокеан, позднеюрский (оксфорд-волжский

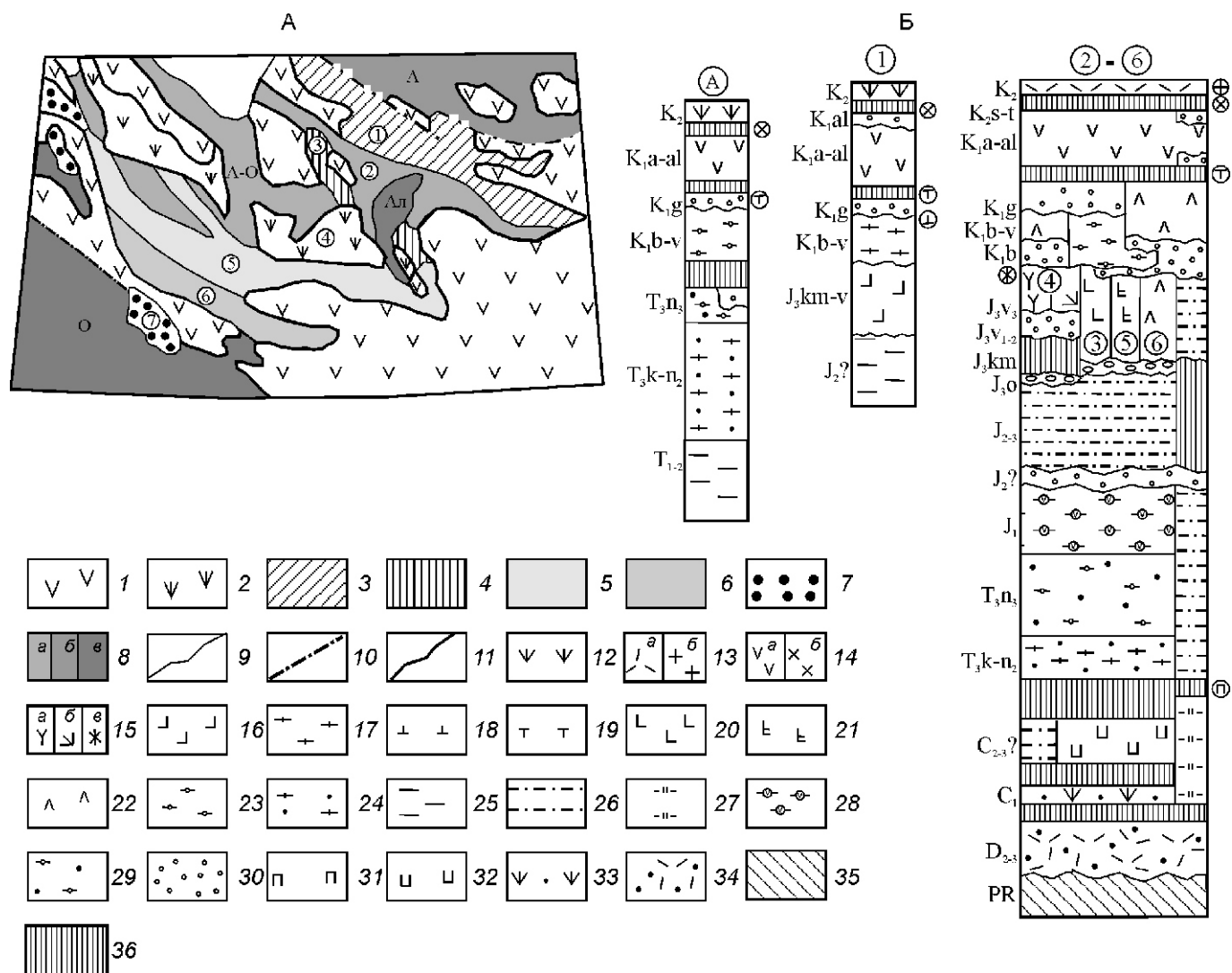


Рис. 2. Палеотектоническая позиция (А) и формационные ряды (Б) Курьинского вулканоплутонического пояса:

вулканоплутонические пояса: 1 — Охотско-Чукотский, K_{1-2} , 2 — Курьинский, J_3 (4); островные дуги с эвгеосинклинальным режимом развития: 3 — позднеюрские—раннемеловые (1) — Южно-Анжуйская, 4 — позднеюрские, km-v, (3); морские бассейны с терригенно-вулканогенным выполнением (J_3 — K_1): 5 — преимущественно с андезит-базальтовыми вулканитами (5), 6 — преимущественно с дацит-липаритовыми вулканитами (6); 7 — краевой прогиб (J_3 — K_1) с терригенным выполнением (мелководноморские и субаэральные формации) (7); континентальные и субконтинентальные массивы и блоки, 8 — стабилизация мезозойская: а — раннеюрская (А-О; 2 — Алазейско-Алжуйский), б — позднетриасовая (А — Анжуйский), в — палеозойская (в т.ч. О — Омолонский, Ал — Алучинский); 9 — границы геоструктур; 10 — региональные разломы; 11 — границы вулканоплутонических поясов; **формации и вулканоплутонические ассоциации вулканоплутонических поясов:** Охотско-Чукотский: 12 — базальт-липаритовая, 13 — липарит-трахилипаритовая (а) и гранит-лейкогранитная (б); 14 — андезитовая (а) и диорит-гранодиоритовая (б); Курьинский: 15 — субщелочная андезит-дацит-липаритовая (а), субщелочная базальт-андезитовая (б) и габбро-монзонит-сиенитовая (в); **формации геоструктур субсинхронных Курьинскому вулканоплутоническому поясу:** 16 — кремнисто-вулканогенная базальтовая, 17 — терригенная флишевая, 18 — габбро-гипербазитовая, 19 — габбро-тоналит-плагиигранитная, 20 — морская базальт-андезитовая, 21 — морская андезит-дацитовая, 22 — морская дацит-липаритовая, 23 — терригенная нижнемолассовая; **формации субстрата вулканоплутонических поясов:** 24 — терригенная флишевая, 25 — песчано-сланцевая, 26 — алевролит-песчано-гравийная, 27 — терригенно-карбонатная, 28 — нижнемолассовая вулканогенно-терригенная, 29 — терригенная нижнемолассовая, 30 — верхнемолассовая песчано-гравийная, в т.ч. угленосная, 31 — габбро-тоналит-плагиигранитная, 32 — кремнисто-вулканогенная базальтовая, 33 — базальт-липаритовая, 34 — липаритовая, 35 — дофанерозойские формации; 36 — перерыв в осадконакоплении

ярус). Он формируется на поднятии, сложенном породами палеозоя и раннего мезозоя, которое разделяет остаточные морские бассейны. В прогибе, отделяющем пояс от континентальной окраины (Иньяли-Дебинский синклиниорий), субсинхронно с образованием данного пояса происходило накопление сравнительно мелководных алевролито-глинистых осадков, туффитов и туфов кислого состава [6, 21]. Более глубоководные отложения в это же время формировались в пределах морского бассейна принадлежащего микроокеану (Илинь-Тасский антиклинорий) — песчаники, алевролиты, в т.ч. с примесью туфогенного материала, туфы среднего и кислого составов.

В современных условиях залегания Уяндино-Ясачненский пояс представлен цепочкой вулканических полей (грабен) и вулканоструктур, выполненных вулканогенными или вулканогенно-осадочными толщами. При этом состав вулканитов, количественные соотношения между ними и осадочными породами изменяется от грабену к грабену. Накопление продуктов вулканизма происходило в субаквальных и субаэральных обстановках. Вулканогенно-осадочные образования несогласно перекрывают палеозойско-среднеюрские складчатые толщи [11, 21, 24].

В целом, вулканиты образуют непрерывную базальт-андезит-риолитовую серию с преобладанием андезитов [21, 24]. Отдельные вулканоструктуры сложены породами бимодальной базальт-риолитовой или андезит-риолитовой ассоциациями. Характерно широкое развитие туфов различного состава, коэффициент эксплозивности изменяется от грабена к грабену от 12 до 90% [21].

Довольно широко распространены субвулканические и штокообразные тела габбро-долеритов, долеритов, андезитовых порфиритов и риолитов. Большинство вулканогенных образований пояса принадлежит известково-щелочной серии [6, 11, 21, 24]. Отмечается магматическая зональность вулкано-плутонического пояса [11, 27], выражающаяся в латеральной смене с северо-востока на юго-запад вулканических ассоциаций от натриевых базальтов к дифференцированной андезит-дацит-риолитовой и далее к андезитовой и существенно риолитовой формациям. В этом направлении происходит омоложение возраста вулканитов, обогащение их калием и снижение роли натрия в породах с одинаковым содержанием кремнезема.

Представления различных исследователей о тектонической природе пояса достаточно противоречивы и неоднозначны. Пояс рассматривается как окраинно-континентальная и континентально-рифтогенная [24], постамальгационная [27] структуры, эпиколлизионный вулканический пояс [21]. Е.Ф.Дылевский [11] считает его гетерогенным сооружением, в котором вулканиты разных частей пояса сравнимы с породами зон спрединга, энсиалических островных

дуг, континентальных окраин андийского типа. Исследователь подчеркивает, что петрологическая зональность пояса согласуется с неоднородностью строения его домезозойского основания. Преобладают представления о принадлежности рассматриваемого пояса к островным дугам [6, 21], что, как кажется, диктуется необходимостью реконструкции положения предполагаемой зоны субдукции. При этом в качестве основных признаков островной дуги рассматриваются состав, петрохимические и геохимические характеристики вулканогенных образований и их закономерные изменения в направлении от океана к континенту.

Плутонический пояс позднеюрского—раннемелового возраста состоит из нескольких частей — *Колымского, Северного и Южно-Верхоянского* поясов. Предполагается возможность существования гранитоидных интрузий на северо-западе под отложениями Колымской депрессии. Плутонический пояс относится к аккреционным [10], синаккреционным [27] и коллизионным [22] структурам. Таким образом, в целом плутонический пояс может рассматриваться как громадное полукольцо в континентальной раме микроокеана, подвергшейся процессам аккреции и коллизии.

Несмотря на хорошую изученность гранитоидного магматизма пояса, общепринятого мнения о возрастных соотношениях и формационной принадлежности слагающих его интрузивных массивов не существует. В последних обобщающих работах [7, 10, 13] на основе анализа геологического положения, взаимоотношений, петрохимических характеристик с учетом данных абсолютного возраста интрузивных пород предлагается выделить в составе пояса позднеюрско-раннемеловую и раннемеловую гранитоидные серии. При этом в составе плутонов, находящихся в зоне влияния Охотско-Чукотского вулкано-плутонического пояса, нередко присутствуют и поздне-меловые магматиты. Следует отметить, что интрузивы различных частей пояса рассматриваются как близкие по времени образования и формационным признакам [18].

Н.А.Горячев [10] в составе Колымского пояса выделяет позднеюрско-раннемеловую серию, представленную малыми интрузиями диорит-гранодиоритовой и батолитовой гранит-лейкогранитной ассоциаций и раннемеловую серию небольших по площади плутонов гранодиорит-гранитной ассоциации. В Северном поясе позднеюрская-раннемеловая серия включает интрузии пестрого состава — от габбро-диоритов до гранодиоритов и монцогранитов, а раннемеловая серия крупные плутоны гранодиорит-гранитной ассоциации. Южно-Верхоянский пояс состоит из позднеюрских—раннемеловых дайковых тел диорит-гранодиоритовой ассоциации и довольно крупных плутонов меловой серии гранодиорит-гранитной ассоциации.

Для наиболее изученных гранитоидов главного Колымского пояса глубина их становления оценивается Л.И.Измайловым [21] в 2,5 км, а по химическому составу, как показал В.А.Серебряков [21], они сходны с вмещающими их породами. Б.Л.Флеров [21] указывает на преемственность состава вулканитов Уяндино-Ясачненского пояса, комплекса малых интрузий и гранитоидных батолитов.

По времени образования (J_3 — K_1) к охарактеризованным вулканоплутоническим поясам близки *впадины и прогибы*, выполненные континентальными вулканогенно-осадочными толщами, которые принадлежат молассовой группе формаций [18]. Формирование таких структур, по всей видимости, фиксирует завершение тектономагматических процессов, включая аккреционные и коллизионные, в *Индиго-ро-Колымской* области и *Кони-Тайгоносской* островной дуге [18]. Эти впадины и прогибы располагаются преимущественно вдоль внешнего края Охотско-Чукотского вулканоплутонического пояса, «на плечах» островной дуги, а также в пределах Омолонского массива.

К подобным структурам позднеюрско-неокомового возраста, сопряженным в пространстве с Кони-Тайгоносской островной дугой, относится *Кони-Мургальский вулканогенный пояс* [1, 8, 10]. В его пределах субаэральные вулканиты андезит-дацитов и риолитовой формаций несогласно залегают на породах позднего триаса и ранней юры и сопровождаются многочисленными интрузивами габбро, гранодиоритов, гранитов и субвулканическими телами дацитов и риолитов.

Кроме того, мощные вулканогенные молассовые толщи заполняют грабенообразные структуры, возможно рифтогенного типа (Омсукчанский прогиб), поперечные по отношению к островной дуге [10]. В целом впадины и прогибы образуют достаточно обширную область дискретного развития вулканоплутонических ассоциаций.

Количество и состав вулканитов в разных впадинах заметно отличаются. Преобладают базальты, андезито-базальты, андезиты, дациты, иногда явно преобладают кислые разности. Вулканиты располагаются в различных частях разрезов впадин, но преимущественно в их средней и верхней частях. Они слагаются потоками и покровами лав, лавобрекчий и туфов. Песчаники и конгломераты, как правило, доминируют, отмечаются угленосные горизонты. Вулканогенно-осадочные отложения иногда замещаются по латерали молассовыми образованиями [18].

Следует отметить, что многие исследователи [25] включают охарактеризованные вулканогенные ассоциации в состав Охотско-Чукотского вулканоплутонического пояса, считая их наиболее ранним проявлением его магматических процессов.

Таким образом, мощные проявления магматизма в поздней юре—раннем мелу привели к формирова-

нию многочисленных вулканоплутонических и плутонических поясов, которые в качестве самостоятельных геоструктурных элементов завершали развитие Индиго-ро-Колымского микроокеана и Кони-Тайгоносской островной дуги и в целом фиксируют зону аккреционно-коллизионных процессов.

Охотско-Чукотский вулканоплутонический пояс представляет собой крупную самостоятельную геоструктуру, конфигурация которой осложнена зонами развития вулканогенных образований, примыкающих к основному стволу пояса под углами близкими к прямым и глубоко проникающих в пределы Индиго-ро-Колымской складчатой области и микроконтинентов. Такие зоны могут рассматриваться как внутриконтинентальные вулканоплутонические пояса. Описываемый пояс расположен на краю современного континента и в примыкающей акватории Охотского моря, на гетерогенном основании. Время образования этого пояса, его тектоническая позиция, последовательность формирования, строение, объемы и возраст слагающих его магматитов до сих пор остаются предметами дискуссий. Обзор существующих представлений был приведен в работах [1, 2, 3, 4, 21, 25] и более подробно в монографии [13].

В структуре Охотско-Чукотского вулканоплутонического пояса выделяются фланговые, внутренняя и внешняя зоны, отличия, в строении которых зависят от состава их основания [1, 2]. Кроме того, ореолы рассеянного развития вулканоплутонических пород пояса рассматриваются в качестве его перивулканической зоны. По простираанию пояс разделяется на ряд поперечных зон, различающихся строением вулканогенных толщ и характером субстрата.

В зависимости от представлений о тектонической природе Охотско-Чукотского вулканоплутонического пояса и, соответственно, объемах слагающих его стратиграфических единиц, существует несколько вариантов оценки времени существования пояса. Так, В.Ф.Белый [4] достаточно убедительно определяет образование пояса в узком временном интервале — среднем альбе—сеномане (до начала кампана). При этом Кони-Тайгоносскую дугу и Охотско-Чукотский пояс, он рассматривает как «последовательно сформированные, но независимые структуры» [2]. Временные границы пояса неизохронны в различных его зонах.

Вулканогенные образования пояса резко несогласно перекрывают породы субстрата, а в основании его разреза, как правило, фиксируются молассовые отложения. С определенной долей условности установлено два этапа формирования данного пояса. Для раннего, средне-позднеальбского характерна интенсивная вулканическая деятельность, в результате которой образовалось не менее 80% вулканогенных пород пояса, широкий набор формаций с постепенной сменой состава пород от основных (базальт-андезит-базальтовая и андезитовая формация) к кислым (иг-

нимбритовая и риодацитовая формации); для позднего — значительно меньший объем, включающий ранние андезитовую и андезито-базальтовую и позднюю риолитовую игнимбритовую формации.

В.Ф.Белый [2] вулканогенные формации пояса объединяет в четыре группы: базальтовую, андезитовую, игнимбритовую и контрастную, каждая из которых состоит из нескольких разновозрастных формаций. Разрез вулканитов пояса венчает трахибазальтовая формация, которую многие исследователи [13] исключают из состава вулканоплутонических поясов, относя ее к самостоятельному континентальному рифтогенному этапу развития территории.

Среди плутоногенных формаций Охотско-Чукотского вулканоплутонического пояса установлены диорит-гранодиорит-монцонит-гранитная и гранит-лейкогранитная. Считается, что их образование происходит дважды, первой — вслед за формированием базальт-андезитовых толщ, второй — после накопления эффузивов кислого состава. Вместе они образуют устойчивые вулканоплутонические ассоциации комагматичных магматитов. Породы базальт-трахибазальтовой формации прорываются небольшими по размерам штоками гранит-граносиенитовой формации. Л.М.Парфенов [21] обращает внимание на сравнительно небольшой эрозионный срез интрузивов и почти постоянное присутствие в них остатков кровли.

Окраинно-континентальная природа Охотско-Чукотского пояса не вызывает сомнений. В то же время положение различных его сегментов в геоструктурных латеральных рядах заметно отличается. Так, северная часть пояса (Пенжинско-Анадырский и Центрально-Чукотский сектора), занимающая краевую часть континентальной окраины, граничит с субсинхронными Охотско-Чукотскому вулканоплутоническому поясу окраинными морскими бассейнами Анадырско-Корякской системы, в которых происходило накопление миогеосинклинальных флишевых и флишеидных осадков. По геофизическим данным [18] эти бассейны образовались в пределах материкового склона, где мощность земной коры достигала 36—40 км. Далее к юго-востоку окраинные моря закономерно сменяются островодужными структурами Олюторской системы, в пределах которых формируются кремнисто-вулканогенные и вулканогенные образования. Структура земной коры здесь резко изменяется и отличается резкодифференцированным полем силы тяжести.

Ключевым моментом в определении палеотектонической позиции центральной и южной частей Охотско-Чукотского пояса, как кажется, является установление тектонической природы Охотоморской плиты. По этому поводу существуют различные мнения. Так, Н.А.Богданов [5] предполагает, что большая часть Охотоморской плиты — Охотский свод — представляет собой океаническое вулкани-

ческое плато гомогенного строения, которое входило в состав плиты Кулу, субдуцировавшей под Евразийский континент вплоть до конца турона. При этом Охотское плато не участвовало в процессе субдукции, а испытало поднятие с компрессией в зоне субдукции.

В то же время большинство исследователей, основываясь на интерпретации и анализе геофизических и геологических данных, приходят к выводу о первично континентальной природе Охотоморской плиты, принадлежности ее к структурам окраины Азиатского континента и об образовании в ее пределах окраинного Охотского моря, начиная с эоцена.

В работе [9] Охотское море входит в состав Азиатско-Тихоокеанской зоны перехода континент—океан. По сейсмическим данным земная кора здесь относится к переходному, субконтинентальному типу. Предполагается возможность процесса утонения континентальной коры в результате тектонической активности послепозднекайнозойских процессов. Приводятся результаты электромагнитных и сейсмических исследований, подтверждающих отсутствие признаков зоны субдукции в зоне сочленения Охотоморской плиты и Азиатского континента.

В 2002 г. группа сотрудников Всероссийского научно-исследовательского геологического института им.А.П.Карпинского (ВСЕГЕИ) под руководством Н.В.Беляева, обобщив существующие разномастные магнитометрические и гравиметрические данные и применив современные компьютерные интерпретационные технологии их обработки, создали макет объемной модели глубинного строения коры Северо-Востока России. Отмечается продолжение некоторых аномальных зон материковой части в акватории Охотского моря, а также постепенное — от современной границы материка в сторону океана — уменьшение мощности коры (рис. 3).

Т.К.Злобин [14] провел комплексную интерпретацию различных данных МОВ ОГТ, ГКЗ и МОВЗ с приведением всех сейсмических границ к единой системе и их геологической интерпретации, что позволило построить глубинные сейсмические разрезы «Охотоморской литосферной плиты» (рис. 4) и в первом приближении установить ее границы. При этом акустический фундамент отождествляется с кровлей консолидированной коры, мощность которой под Охотским морем колеблется от 25 до 29 км, под п-вом Камчатка достигает 48 км, а под о.Сахалин — 32—33 км. В.Е.Хаин в широко известной работе [26] отмечает, что большая часть Охотского моря представляет собой шельфовый бассейн, подстилаемый континентальной корой.

Изучение образцов пород, полученных при драгировании морского дна и бурении, позволяет судить о геологическом строении поверхности фундамента и осадочного чехла Охотоморской плиты. Так, Е.П.Леликов с соавторами [16] среди геологических образо-

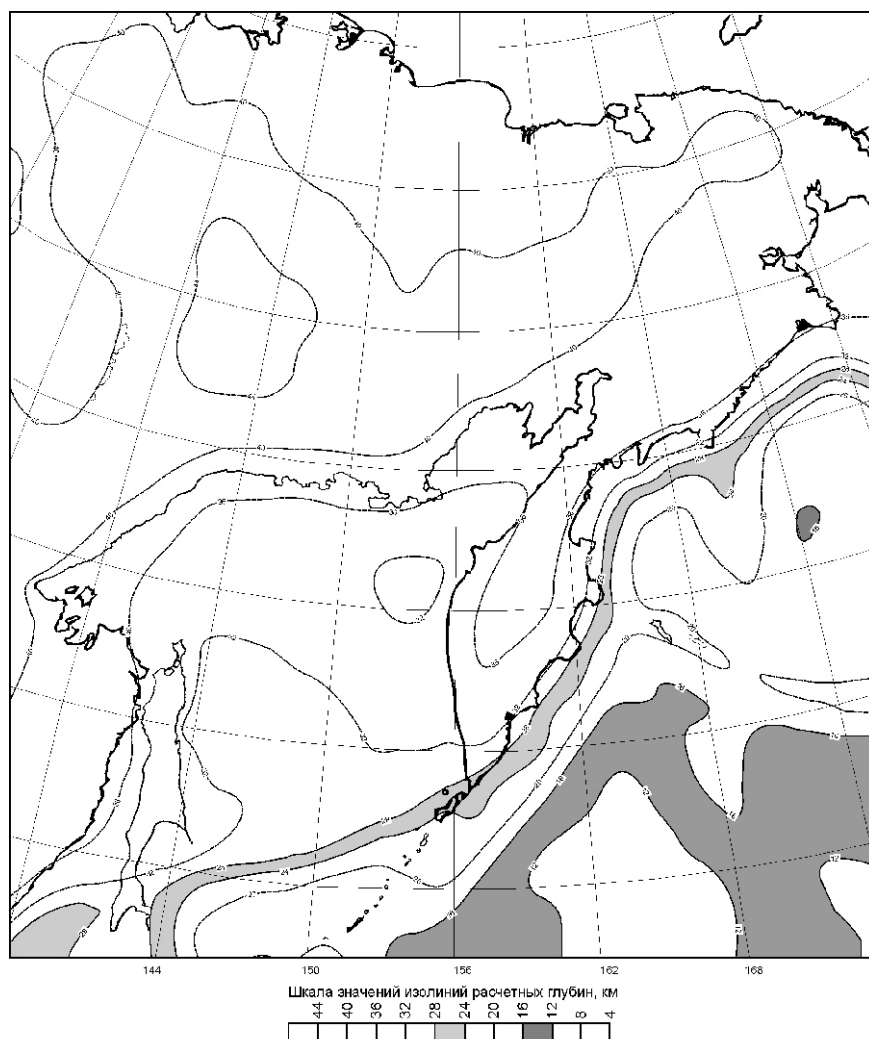


Рис. 3. Рельеф кровли слоя плотностью $3,3 \text{ г/см}^3$ (подошва земной коры)

ваний дна моря выделяют метаморфические, осадочные, интрузивные и вулканогенные. В составе первых из них присутствуют зеленокаменно измененные эффузивы возрастом 313,4 и 218,1 млн.лет. Песчаники, алевролиты и сланцы мезозоя (норийская фауна) с обломками метаморфических пород прорваны позднемеловыми интрузивными телами. Гипабиссальные гранитоиды кали-натриевой серии отнесены к двум комплексам — позднеюрскому (179,4—138 млн.лет) и меловому (138—72 млн.лет). Вулканогенные образования с учетом их петрографических, петрохимических и геохимических характеристик подразделяются на семь возрастных комплексов: позднеюрский (179—142 млн.лет), раннемеловой (130,3—97,4 млн.лет), позднемеловой (96,6—69,3 млн.лет), эоценовый (51,2—37,2 млн.лет), позднеолигоценый (25 млн.лет), позднемiocеновый (11,9 млн.лет) и плиоцен-плейстоценовый (4,1—0,4—0,932 млн.лет).

Авторы выделяют несколько этапов формирования структур Охотского моря: 1) накопление мощных вулканогенно-осадочных толщ в палеозойских

трогах; 2) начиная с позднего триаса, выведение этих структур на дневную поверхность в качестве областей сноса и образование мелководных морских бассейнов; 3) в позднем мезозое образование областей активного субаэрального вулканизма, связанного с формированием Охотско-Чукотского вулканоплутонического пояса; 4) образование наземных (эоценовый комплекс) и подводных вулканитов, а также осадочного чехла в кайнозое.

Делается вывод о заложении впадины Охотского моря на раздробленной окраине Азиатского континента, претерпевшей тектономагматическую активизацию и рифтогенез в кайнозое (начиная с эоцена), что привело к образованию современной впадины. Подобного же мнения об условиях и этапах развития Охотского моря придерживаются авторы обобщающей монографии [23].

Анализ пространственного распределения плотностных неоднородностей в земной коре и верхней мантии Северо-Востока России, моделируемых в результате формализованных расчетных процедур, позволил А.М.Петрищевскому [22] прийти к выводу о валообразном поднятии нижнекорового слоя на всем протяжении Охотско-Чукот-

ского вулканоплутонического пояса, что является типичным признаком раздвиговых (рифтогенных) окраинно-материковых структур. Предполагается также, что подкорový слой верхней мантии под данным вулканоплутоническим поясом на глубинах 37—55 км находится в вязком или частично расплавленном состоянии. В рассматриваемых моделях отсутствуют отчетливые прямые признаки субдукции Тихоокеанской плиты под Азиатский континент. Полученные данные согласуются с концепцией тектонически расслоенной литосферы.

Можно предположить, что в период формирования Охотско-Чукотского вулканоплутонического пояса в пределах Охотоморской плиты сохранялся платформенно-континентальный режим с образованием серии грабенов (рассеянный рифтинг), в которых накапливались вулканоплутонические породы аналогичные таковым в указанном поясе. Деструкция континентальной коры и формирование осадочного бассейна здесь происходили уже в палеогене.

Анализ изложенных материалов позволяет определить специфику палеотектонической позиции Охот-

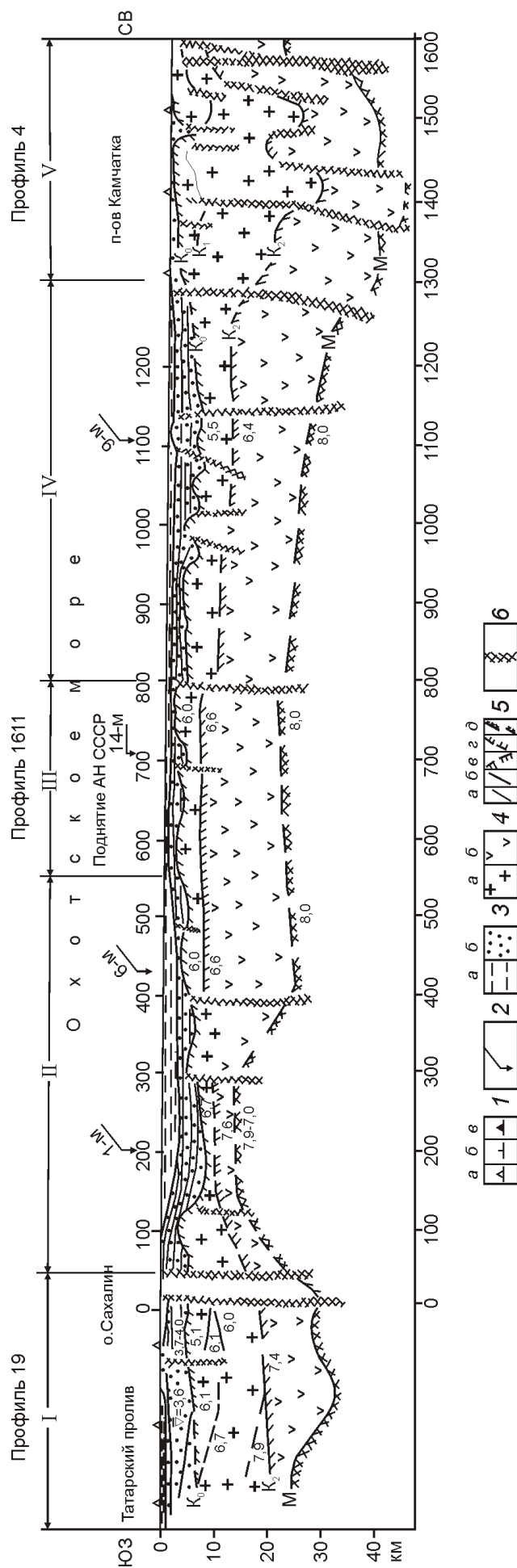


Рис. 4. Глубинный разрез земной коры вдоль профиля Южный Сахалин—Охотское море—Камчатка [14]:

1 — пикеты; *a* — профиль ГСЗ 19 через о. Сахалин, *б* — МОВ ОГТ 1611 через Охотское море, *в* — профиль 4 через п-ов Камчатка, 2 — пересечения разреза с профилями ГСЗ и их номер, 3 — слои: *a* — водный, *б* — осадочный (осадочно-вулканогенный); 4 — слои консолидированной земной коры: *a* — гранито-метаморфический (верхний и средний), *б* — гранулит-базитовый («базальтовый», нижний); 5 — сейсмические границы: *a* — в осадочном чехле по данным МОВ ОГТ, *б* — земной коре по данным ГСЗ МОВЗ, *в* — связанные с кровлей консолидированной коры, *г* — разделом Конрада между нижним (гранулит-базитовым) и вышележащим слоем, *д* — подошвой земной коры; 6 — разломы; сейсмические скорости (°/км/с): средние — 3, 6; граничные — 5,0; римские цифры — положение и номера выделенных блоков земной коры

ско-Чукотского вулканоплутонического пояса, заключающуюся в его развитии в краевых частях континентальных плит, «на плечах» разделяющей их раздвиговой шовной мегазоны, отделившей Охотоморскую литосферную плиту от Азиатского континента, что отвечает тектонической версии А.Л.Яншина с соавторами [28]. В пределах этой шовной зоны с позднего палеозоя до неокома [2] происходило формирование островодужной структуры — «андезитоидной геосинклинали». Не исключено, что именно в палеозое и произошло заложение шовной зоны в результате образования здесь валлообразного поднятия мантии и нижнего слоя коры. При этом сохраняется преемственность «андезитоидного стиля» магматизма этих двух геоструктур, что подчеркивает непрерывно-прерывистый характер развития магматических процессов в шовной зоне.

Таким образом, мезозойские вулканоплутонические пояса северо-восточной окраины Азиатского континента образовались в результате различных геологических и тектонических процессов, что отражается в специфике их палеотектонической позиции в рядах сопряженных геоструктурных элементов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Белый В.Ф. Стратиграфия и структура Охотско-Чукотского вулканогенного пояса — М.: Наука, 1977.
- Белый В.Ф. Формации и тектоника Охотско-Чукотского вулканогенного пояса. — М.: Наука, 1978.
- Белый В.Ф. Геология Охотско-Чукотского вулканогенного пояса. — Магадан, 1994.
- Белый В.Ф. Комплексное обоснование региональной стратиграфической схемы Охотско-Чукотского вулканогенного пояса. Геодинамика, магматизм и минералогия континентальных окраин Севера Пацифики. — Магадан, 2003. Т. 1. С. 135—137.
- Богданов Н.А., Добрецов Н.Л. Охотское океаническое вулканическое плато // Геология и геофизика. 2002. Т. 43. № 2. С. 101—104.
- Гедько М.И. Уяндино-Ясачненская островная дуга (Северо-Восток СССР) // Геотектоника. 1988. № 3. С. 88—100.
- Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России // «Дальнаука», 2006. Кн. 2.
- Геология СССР // Северо-Восток СССР. Кн. 2. Т. 30. — М.: Недра, 1970.
- Глубинное строение территории СССР / Под ред. В.В.Белоусова, Н.И.Павленковой. — М.: Наука, 1991.
- Горячев Н.А. Геология мезозойских золотокварцевых жильных поясов Северо-Востока Азии. — Магадан, 1998.
- Дылевский Е.Ф. Зональность Уяндино-Ясачненского вулканического пояса и его тектоническая природа (северо-восток Азии) // Геотектоника. 1994. № 4. С. 52—62.
- Емельянова Т.А., Леликов Е.П., Съедин В.Т., Нарыжный В.И. Геология и особенности вулканизма дна Охотского моря // Тихоокеанская геология. 2003. Т. 22. № 4. С. 3—18.
- Жуланова И.Л., Русакова Т.Б., Котляр И.Н. Геохронология и геохронометрия эндогенных событий в мезозойской истории Северо-Востока Азии. — М.: Наука, 2007.
- Злобин Т.К. Строение земной коры Охотского моря и нефтегазоносность ее в северо-восточной (прикамчатской) части. — Южно-Сахалинск, 2002.
- Кривцов А.И. Металлогения андезитовидных вулканоплутонических поясов. Ч. II. — М., 1999.
- Леликов Е.П., Емельянова Т.А. Магматизм Охотского моря и подводного хребта Витязя. Тектоника и металлогения Северной Циркум-Пацифики и Восточной Азии. // М-лы конференции, посвященной памяти Л.М.Парфенова. — Хабаровск, 2007. С. 206—208.
- Мараева Р.Н., Мигачев И.Ф., Сапожников В.Г., Шишаков В.Б. Геологические обстановки нахождения меднопорфирового оруденения Западной Чукотки // Оруденение порфирового типа на Дальнем Востоке. — Владивосток, 1988. С. 94—105.
- Металлогеническая карта Магаданской области и сопредельных территорий. Масштаб 1:1 500 000. Объяснительная записка. Часть 1. — Магадан, 1986.
- Мигачев И.Ф. Металлогения андезитовидных вулканоплутонических поясов. Ч. I. — М., 1997.
- Мигачев И.Ф., Мараева Р.Н., Сапожников В.Г., Шишаков В.Б. Продуктивные для меднопорфирового оруденения вулканоплутонические пояса Западной Чукотки // Докл. АН СССР. 1984. Т. 277. № 2. С. 458—461.
- Парфенов Л.М. Континентальные окраины и островные дуги мезозойского Северо-Востока Азии. — Новосибирск: Наука, 1984.
- Петрищевский А.М. Глубинные структуры земной коры и верхней мантии Северо-Востока России по гравиметрическим данным // Литосфера. 2007. № 1. С. 46—64.
- Структура и динамика литосферы и астеносферы Охотоморского региона (Харахинов В.В., Туазов Н.К., Бабошина В.А. и др.). — М.: Национальный геофизический Комитет РАН, 1996.
- Трунилина В.А., Орлов Ю.С., Роев С.П. Магматические ассоциации Уяндино-Ясачненского вулканоплутонического пояса и его геодинамическая природа // Отечественная геология. № 4. 2004. С. 61—66.
- Умитбаев Р.М. Охотско-Чаунская металлогеническая провинция. — М.: Наука, 1986.
- Хаин В.Е. Региональная геотектоника. Океаны. Синтез. — М.: Недра, 1985.
- Шкиперман В.И. Домеловая металлогения Северо-Востока Азии. — Магадан, 1998.
- Яншин А.Л., Хаин В.Е., Гатинский Ю.Г. Основные проблемы тектоники Азии // Тектоника Азии. XXVII МГК. Докл. Т. 5. — М.: Наука, 1984. С. 3—10.

О возрасте золотого оруденения Енисейского кряжа и его корреляции с магматизмом

П.А.НЕВОЛЬКО, А.С.БОРИСЕНКО, А.В.ТРАВИН, А.В.РОМАНОВ (Институт геологии и минералогии им.В.С.Соболева СО РАН)

Красноярский край — лидер по добыче коренного золота в России. На Енисейском кряже известен ряд крупных и уникальных золоторудных месторождений. Ведущими промышленными типами золотого оруденения здесь являются золотокварцевый (Советское, Васильевское, Эльдорадо и др.), золотосульфидный (Олимпиадинское, Ведугинское, Боголюбовское) и золотосурьмяный (Удере́йское, Раздольнинское) [1, 2, 7]. Особый интерес представляет сурьмяная минерализация, проявленная на всех типах золоторудных месторождений района. Различна лишь степень ее проявления — от секущих жил и протяженных зон метасоматитов с антимонитом (Олимпиадинское, Ведугинское) до золотосурьмяных (Удере́йское) и собственно сурьмяных (Раздольнинское) месторождений. Проблема ее генезиса на этих месторождениях остается до настоящего времени дискуссионной. Неясно, является ли она поздней наложенной и не связанной с основными этапами золоторудного процесса или это продукт заключительной стадии единого процесса формирования золотосурьмяного оруденения. В последнее время с применением современных изотопно-геохронологических методов были определены основные этапы формирования оруденения различного типа, установлен возраст формирования гранитных [4, 5], щелочных и дайковых комплексов [6, 10] и определены этапы коллизионного и рифтогенного магматизма [10], а также предложены модели формирования Енисейского кряжа, которые подтвердили сложную историю развития региона с неоднократным проявлением коллизионных и рифтогенных процессов и, сопровождавшихся соответствующими типами магматизма и метаморфизма.

Многие месторождения Енисейского кряжа достаточно хорошо изучены в геологическом и минерало-геохимическом отношении. Однако, несмотря на длительную историю изучения, некоторые важные проблемы генезиса золотых месторождений Енисейского кряжа остались нерешенными, в т.ч. и такие узловые проблемы как возраст и соотношение золотого оруденения с процессами магматизма и метаморфизма. Во многом это было связано с отсутствием надежных изотопно-геохронологических методов определения возраста минералов руд. Многочисленные попытки решения этой проблемы с помощью К-Аг и Rb-Sr методов не привели к получению желаемых результатов. Сложность К-Аг метода связана с тем, что анализируемые пробы серицита, калиевого полевого шпата, биотита и других минералов часто являлись полиминеральными агрегатами или испыты-

вали термальное, динамическое или химическое воздействие в ходе более поздних наложенных процессов динамотермального, контактового или регионального метаморфизма, а также гидротермального преобразования на более поздних стадиях или этапах процесса рудообразования. Полученные таким методом значения возраста гидротермальных минералов отражали интегральный результат этих процессов, что не позволяло корректно использовать К-Аг метод при решении проблем возраста гидротермального оруденения.

Основная проблема в применении Rb-Sr метода заключается в трудностях подбора изотопно-равновесных, синхронно-отлагавшихся минеральных ассоциаций, а также их преобразованность на более поздних стадиях и этапах минералообразования.

Наиболее корректные изотопно-геохронологические данные удается пока получить на основе Ar-Ar и Re-Os методов определения возраста гидротермальных образований. Так, Ar-Ag метод, позволяющий снять недостаток К-Аг метода, учесть влияние более поздних процессов и использовать для анализа широко распространенные в рудах калийсодержащие минералы (калиевый полевой шпат, мусковит, биотит, серицит и др.), является в настоящее время наиболее перспективным для выяснения возраста гидротермального оруденения. С учетом этих замечаний методического характера был определен возраст золотого оруденения Енисейского кряжа на основе Ar-Ag метода.

Изотопно-геохронологические исследования проведены в центре коллективного пользования «Аналитический центр» Института геологии и минералогии СО РАН (г.Новосибирск). Навески минеральных фракций серицита и мусковита из рудных жил и зон совместно с навесками биотита МСА-11 (ОСО № 129-88), используемого в качестве монитора, заворачивались в алюминиевую фольгу, помещались в кварцевую ампулу и после откачки из нее воздуха запаивались. Биотит МСА-11, стандартный К-Аг образец Всесоюзного научно-исследовательского института минерального сырья (ВИМС), был аттестован в качестве Ar-Ag монитора с помощью международных стандартных образцов мусковита Bern 4m, биотита LP-6. За интегральный возраст биотита МСА-11 принято среднее результатов калибровки, составившее 311,0 ± 1,5 млн.лет. Кварцевые ампулы с пробами облучались в кадмиевом канале научного реактора ВВР-К типа при Научно-исследовательском институте ядерной физики (г.Томск). Градиент нейтронного потока не превышал 0,5% в

размере образца. Эксперименты по ступенчатому прогреву проводились в кварцевом реакторе с печью внешнего прогрева. Холостой опыт по ^{40}Ar (10 мин при 1200 С) не превышал $5 \cdot 10^{-9}$ нсм³. Для коррекции на мешающие изотопы аргона, образовавшиеся во время облучения на Са, Cl, К, использовались следующие коэффициенты:

$$(^{39}\text{Ar}/^{37}\text{Ar})_{\text{Ca}} \quad 0,00073 \quad 0,000026,$$

$$(^{36}\text{Ar}/^{37}\text{Ar})_{\text{Ca}} \quad 0,00032 \quad 0,000021,$$

$$(^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar})_{\text{K}} \quad 0,0641 \quad 0,0001,$$

определенные по облученным навескам чистых солей. Очистка аргона производилась с помощью Ti- и ZrAl SAES- геттеров. Изотопный состав аргона измерялся на масс-спектрометре Noble gas 5400 фирмы Микромасс (Англия). Ошибки измерений, приведенные в тексте, в таблицах и на рисунках, соответствуют интервалу 1.

Для анализа из руд месторождений Ведугинское, Советское и Удере́йское были отобраны пробы из рудных жил и зон разных стадий и этапов формирования месторождений. Для определения возраста были взяты пробы серицита и мусковита, относящиеся к различным стадиям и этапам образования месторождений.

Возраст формирования *Удере́йского* месторождения ранее определялся разными авторами К-Аг методом. В лаборатории Всероссийского научно-исследовательского геологического института им.А.П.Карпинского (ВСЕГЕИ) по двум пробам поздних калиевых слюд получены значения **673 13** и **663 22** млн.лет [3]. Полученные датировки близки к определениям, сделанным в институте минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов (ИМГРЭ) по гидротермально измененным сланцам Удере́йского месторождения — среднее из шести

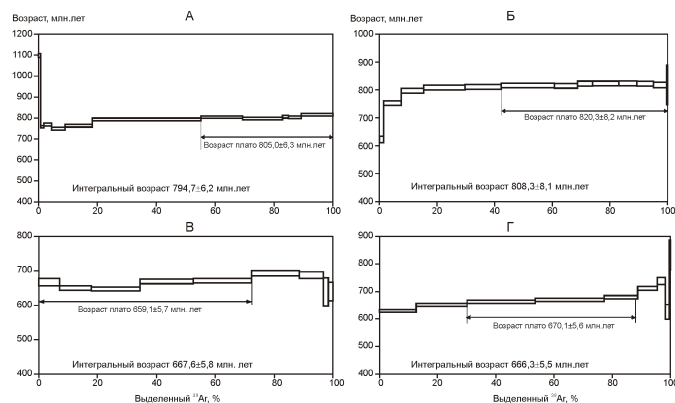


Рис. 1. Ar-Ar возрастной спектр серицитов:

месторождения: А — Ведугинское, Б — Советское, В, Г — Удере́йское

проб **664 36** млн.лет [10]. Определение возраста сурьмяного оруденения по калиевой гидрослюде из того же месторождения в лаборатории Института геологии и геофизики СО АН СССР дало **605 30** млн.лет. Авторами было датировано 4 пробы серицита Ar-Ar методом. Для серицита из рудных жил с пиритом и халькопиритом был получен возраст **711,6 3,4** млн.лет, характеризующий время формирования ранней золотополисульфидной ассоциации. Формирование сурьмяного оруденения отвечает возрасту **676,6 2,8** и **659,1 5,7** млн.лет (рис. 1, табл. 1). Значение **643,2 2,8** млн.лет отвечает этапам преобразования антимонит-кварцевой ассоциации, выразившееся в развитии поздних сульфидно-сульфосольных парагенезисов.

Для *Раздольнинского* месторождения А.Ф.Цельковский приводит лишь определение К-Аг методом

1. Пробы серицита из руд золоторудных месторождений Енисейского кряжа

Месторождения	Типы оруденения	Описание проб	Положение в общей стадийности	Возраст, млн.лет.
Советское	Золотокварцевый	Серицит из кварцевой жилы с золотом	Ранние золотокварцевые жилы	820,3 ± 8,2
		Мусковит из прожилка с крупным золотом в сланце		775,8 ± 8,1
Ведугинское	Золотосульфидный	Серицит из жилы с арсенопиритом и золотом	Ранние золотоарсенопирит-кварцевые жилы	805,0 ± 6,3
Удере́йское	Золотосурьмяный	Серицит из ранних кварцевых жил с пиритом халькопиритом и золотом	Ранние золотосульфидные жилы	711,6 ± 3,4
		Серицит из сурьмяных руд	Поздние сурьмяные жилы	676,6 ± 2,8 643,2 ± 3,8
		Прожилок со сфалеритом, антимонитом и халькостибитом	Поздние прожилки с сурьмяными минералами	659,1 ± 5,7
		Серицит из основной массы сланца с мелким арсенопиритом	Золотосодержащие вмещающие породы	670,1 ± 5,6

возраст формирования окварцеванных сульфидизированных сланцев из «оруденелых боковых пород», представляющих собой собственно золотую руду. Полученный возраст составил **735** млн.лет.

Для датирования рудоносных минеральных комплексов **Олимпиадинского** месторождения использовался изохронный Rb-Sr метод (лаборатория ИМГРЭ). Изотопный состав Sr и концентрации Sr и Rb определялись в различных по плотностным характеристикам фракциях серицит-(мусковит)-кварц-карбонатных метасоматитов, ассоциированных с ранней продуктивной золотоарсенопиритовой минерализацией, и в кварц-серицитовых метасоматитах позднего продуктивного, бертьерит-антимонитового минерального комплекса. Полученные изохроны **794 ± 15** млн.лет для ранних метасоматитов и **615 ± 15** млн.лет для поздних [9]. Устанавливается большой временной перерыв (179 млн.лет) между главными стадиями рудообразования.

Для этого месторождения также был определен абсолютный возраст 5 проб крупночешуйчатого мусковита из оторочек дорудного метаморфогенно-сегрегационного жильного кварца из пород рудовмещающего горизонта и подстилающих кварц-слюдистых сланцев. Исследования, выполненные К-Аг методом в лаборатории Северо-Восточного комплексного научно-исследовательского института (СВКНИИ ДВ РАН), показали значения **880, 890, 860, 877 и 842** млн.лет. Среднее значение из этих определений **870 ± 35** млн.лет близко к абсолютному возрасту гранитоидов тейского комплекса (**850 ± 50** млн.лет) и возрасту регионального метаморфизма [9].

Метасоматическая переработка вмещающих толщ и формирование рудных тел на месторождении **Ведугинское** происходило **770 ± 15** и **720 ± 15** млн.лет назад (К-Аг датировки, полученные А.В.Чугаевым с авторами [15] при исследовании метасоматических и рудных серицитов). Эти данные хорошо коррелируются с датировками Rb-Sr методом, проведенным этими же исследователями. А.М.Сазонов с соавторами для этого же месторождения получили датировки **715—691** млн.лет К-Аг методом [12]. Такой возраст отвечает времени формирования наиболее продуктивного золотополисульфидного этапа. Авторы продатировали серицит из кварцевой жилы с арсенопиритом и золотом, относящейся по времени образования к раннему этапу формирования месторождения золотоарсенопирит-кварцевому. Полученный возраст **805 ± 6,3** млн.лет.

Для золотосульфидных руд **Попутнинского** месторождения А.Ф.Цельковский К-Аг методом определил возраст формирования наиболее продуктивной ассоциации на месторождении, представляющей собой кварц-карбонат-фукситовые метасоматиты с вкрапленными сульфидами (арсенопирит, пирит, пирротин, халькопирит) и самородным золотом. Полученный возраст отвечает **733, 705, 762** млн.лет.

Выполненные А.М.Сазоновым и Л.В.Фирсовым изотопно-геохронологические исследования монофракций биотита и галенита, образовавшихся в ранний и поздний рудные этапы на месторождении **Эльдорадинское**, зафиксировали интервал отложения минералов **795 и 780** млн.лет [13].

Датирование серицита из жил и околожильных метасоматитов **Советского** месторождения проводилось А.А.Томиленко и А.В.Травиным [14]. В результате проведенных $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ исследований серицитов из рудоносных и безрудных зон, а также из вмещающих метаморфических пород методами возрастного плато и изохронной регрессии выявлено как минимум четыре возрастных рубежа: **890, 850, 830—820 и 730** млн.лет. Как правило, в пределах одного образца отмечается две разновозрастные генерации серицита. Для вмещающих метаморфических пород и безрудных зон получены датировки **890 и 850** млн.лет. В то время как в пределах рудоносных зон установлены все четыре возрастных рубежа, но при этом в спектрах серицитов преобладают более молодые датировки **830—820 и 730** млн.лет [14]. Для этого же месторождения авторами данной публикации был продатирован серицит из кварцевой жилы с золотом (пробность 920—830‰) и серицитового прожилка с крупным золотом (пробность 950‰). Получены возраста **820,3 ± 8,2 и 775,8 ± 8,1** соответственно. Вся совокупность имеющихся данных по изотопно-геохронологическому датированию золоторудных месторождений Енисейского кряжа представлена в табл. 2.

Таким образом, обобщение всех имеющихся изотопно-геохронологических данных по месторождениям золота Енисейского кряжа позволяют предложить следующую последовательность развития рудно-метасоматических процессов:

890—850 млн.лет — формирование дорудных метасоматитов и метаморфических пород;

830—775 млн.лет — образование и преобразование основной массы кварцево-жильных месторождений и отложение раннего золотоарсенопирит-кварцевого парагенезиса на золотосульфидных и золотосурьмяных месторождениях;

720—711 млн.лет — образование золотопирит-пирротин-арсенопиритовой ассоциации золотосульфидных прожилково-вкрапленных руд;

676—643 млн.лет — формирование золотоарсенопиритового и сурьмяного парагенезисов на золотосурьмяных месторождениях и их частичное преобразование за счет наложения поздних.

При попытке увязать рубежи рудообразования с этапами гранитообразования в регионе становится видно, что этап формирования и преобразования основной массы золотоарсенопирит-кварцевых руд не отвечает основным тектономагматическим событиям в регионе. Становление основной массы золотополисульфидных руд (**720—711** млн.лет) по времени

2. Возраста образования золоторудных месторождений Енисейского кряжа

Месторождения	Дорудные метаморфические породы, млн.лет	Возраст этапа, млн.лет			
		Золото-арсенопирит-кварцевый	Золото-поли-сульфидный	Сурьмяный	
				Золотоарсенопиритовый	Антимонитовый
Раздольнинское			735		
Удере́йское			711,6 3,4	670,1 5,6	676,6 2,8 643,2 2,8 605 30 673 13 663 22 664 36 659,1 5,7
Олимпиадинское	870	794 15			615 15
Ведугинское		805 6,3 770 15	720 15 715—691		
Попутнинское			733, 705, 762		
Эльдорадинское		795, 780			
Советское	890	830—820	730		
	850	820,3 8,2 775,8 8,1			

Примечание: Шрифтами выделены датировки, полученные методами: полужирный — Ar-Ar, курсив — K-Ar, подчеркнуто — Rb-Sr.

формирования отстает от коллизионных гранитов Глушихинского (750—720 млн.лет) и Аяхтинского (760—750 млн.лет) и предшествует формированию лейкогранитов Кутакасского комплексов (700—690 млн.лет). Образование сурьмяных руд (676—643 млн.лет) произошло до формирования Татарского щелочно-гранитного комплекса (630 млн.лет) (рис. 2, А).

Из возрастной корреляции формирования дайковых комплексов и щелочных интрузий со временем образования месторождений в регионе можно заключить, что формирование и преобразование основной массы золотоарсенопирит-кварцевых руд не отвечают тектономагматическим событиям в регионе. Становление основной массы золотополисульфидных руд по времени формирования совпадает с проявлением субщелочного магматизма, отражающегося в формировании Среднетатарского щелочного и Захребетнинского дайкового комплексов. Образования Захребетнинского комплекса практически повсеместно в регионе пространственно связано с месторождениями. Сурьмяное оруденение по времени формирования близко к периоду становления Чапинского комплекса щелочных пикритов (см. рис. 2, Б).

Анализ литературных материалов и собственных данных по возрасту формирования золоторудных месторождений Енисейского кряжа показал сложную, многоэтапную историю развития рудного

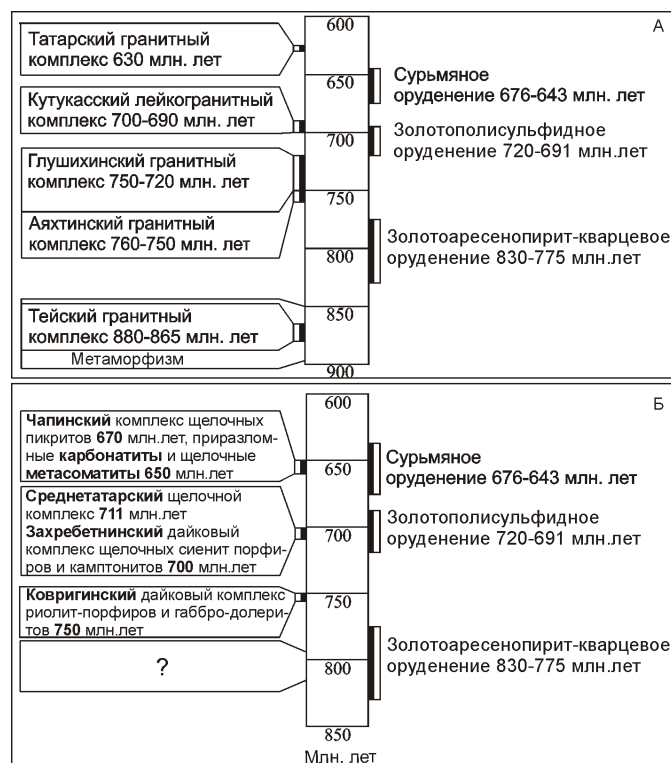


Рис. 2. Возраста формирования золоторудных месторождений и их корреляция с неопротерозойским гранитоидным магматизмом (А), а также дайковыми комплексами и щелочными интрузиями (Б). По данным авторов и литературным [5, 6, 9—14]

района. Многоэтапность формирования крупных и уникальных месторождений золота этого района подтвердило Ar-Ag датирование. Сопоставление данных изотопной геохронологии месторождений золота и магматических комплексов региона показало отсутствие временной корреляции оруденения с гранитоидным магматизмом, а связь, по крайней мере, парагенетическую, с проявлениями дайковых комплексов базитового и щелочно-базитового состава.

Менее ясны в настоящее время временные соотношения золотокварцевого оруденения, формирование ранних парагенезисов которого проявились на рубеже 830—775 млн. лет, с неопротерозойскими магматическими и тектоническими событиями в Енисейском крыже.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арбатова А.А., Астахов А.С., Лавров Н.П., Толкачев М.В. Нетрадиционные ресурсы минерального сырья. — М.: Недра, 1988.
2. Беневольский Б.И. Золото России: проблемы использования и воспроизводства минерально-сырьевой базы. — М.: ООО «Геоинформцентр», 2002.
3. Бергер В.И. Сурьмяные месторождения. — М.: Недра, 1978.
4. Верниковская А.Е. Геохимия и геохронология неопротерозойских гранитоидов Енисейского крыжа и Таймыра / Автореферат дис.... д-ра геол.-минер. наук. — Новосибирск, 2005.
5. Верниковский В.А., Верниковская А.Е. Тектоника и эволюция гранитоидного магматизма Енисейского крыжа // Геология и геофизика. Т. 47. № 1. 2006. С. 35—53.
6. Верниковский В.А., Верниковская А.Е., Сальникова Е.Б. и др. Позднерифейский щелочной магматизм западного обрамления Сибирского кратона: результат континентального рифтогенеза или аккреционных событий? // Докл. АН. 2008. Т. 419. № 1. С. 90—94.
7. Дистанов Э.Г., Оболенский А.А., Кочеткова К.В., Борисенко А.С. Удережское сурьмяное месторождение в Енисейском крыже // Геология и генезис рудных месторождений юга Сибири. — Новосибирск: Наука, 1977. С. 5—32.
8. Лиханов И.И., Козлов П.С., Полянский О.П. и др. Неопротерозойский возраст коллизионного метаморфизма в Заангарье Енисейского крыжа (по Ar-Ag-данным) // Докл. АН. 2007. Т. 412. № 6. С. 799—803.
9. Новожилов Ю.И., Гаврилов А.М. Золотосульфидные месторождения в углеродисто-терригенных толщах. — М., 1999.
10. Ножкин А.Д., Туркина О.М., Баянова Т.Б. и др. Неопротерозойский рифтогенный и внутриплитный магматизм Енисейского крыжа как индикатор процессов распада Родинии // Геология и геофизика. 2008. № 7. С. 666—689.
11. Овчинников Л.Н., Вороновский С.Н. О датировании рудных месторождений // Новые данные изотопной геохронологии. — М., 1974. С. 18—27.
12. Сазонов А.М., Романовский А.Э., Шведов Г.И. и др. Ведугинское золотосульфидное месторождение (Енисейский крыж) // Руды и металлы. 1994. С. 86—97.
13. Сазонов А.М. Геохимия золота в метаморфических толщах. — Томск, 1998.
14. Томиленко А.А., Гибшер Н.А., Травин А.В. $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ возраст серицитов из золотоносных и безрудных кварцево-жильных зон Советского месторождения, Енисейский крыж, Россия // Материалы III Российской конференции по изотопной геохронологии «Изотопное датирование процессов рудообразования, магматизма, осадконакопления и метаморфизма». — М.: ГЕОС, 2006. С. 345—349.
15. Чугуев А.В., Белоусов А.Н., Чернышев И.В. Изотопный состав стронция и эволюция источника гидротермальных растворов (на примере золоторудного месторождения Ведуга, Енисейский крыж) // Докл. АН. 2001. Т. 377. № 5. С. 680—683.

УДК 550.8.072:551.242.31:553.065

Г.С.Симкин, 2009

Интегральная модель формирования системы гидротермально-метасоматических производных формационного ряда умеренно-низкощелочных гранитоидов орогенных складчатых поясов

Г.С.СИМКИН (ФГУП ЦНИГРИ)

Интегральная модель — как попытка синтеза геологических знаний о связях природного сообщества «магматизм—гидротермалиты—руды», как попытка реконструкции единой системы естественных прямых и опосредованных связей между генерировавшими энергию и вещество умеренно-низкощелочными гранитоидами орогенов, постмагматическими флюидами и их гидротермально-метасоматическими производными (в т.ч. рудами). Актуальность такой работы обусловлена необходимостью совершенствования методов прогноза и поисков месторождений золота и серебра.

Как отмечали Ю.А.Кузнецов, Э.П.Изох, О.А.Богатиков, В.И.Коваленко и другие исследователи, в ороген-

ных складчатых областях и областях тектоно-магматической активизации, формировавшихся от рифея до позднего мезозоя—раннего палеогена в геотектонических обстановках преимущественного сжатия (Енисейский крыж, Западный Узбекистан, Забайкалье, Восточная Якутия, Чукотка, Приморье), проявлен формационный ряд гранитоидов, начальным звеном которого были интрузии габбро-диорит-гранодиоритов и завершающим — ультракислых Li-F-редкометалльных гранитов (см. таблицу). Этот ряд представляет собой один из характерных трендов развития умеренно-кислого и кислого магматизма орогенных складчатых поясов и рассматривается как частный случай в совокупности магматитов земной коры и их гидротермальных произ-

водных. Ряд, продуцировавший широкий спектр гидротермальных месторождений, характеризуется в каждом последующем своем звене возрастанием содержания кремнезема, суммы ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$), летучих компонентов (H_2O , CO_2 и др.) и относительным ростом роли калия относительно натрия, фтора относительно хлора в гранитоидах, постмагматических флюидах, их гидротермальных производных, а также в гидроксилсодержащих минералах. Так, экспериментально показано, что при одинаковых P - T условиях содержание хлора в составе базальта (при $\text{Na} + \text{K}$ до 4,7%) в 10—15 раз превышает его содержание в расплаве ортоклазового состава ($\text{K} + \text{Na}$) при обратной картине для фтора [7, 26].

В каждом звене ряда отмечаются признаки нелинейного подобия соотношений натрия—калия и хлора—фтора в гранитоидах, постмагматических флюидах и их гидротермально-метасоматических производных, а также в гидроксилсодержащих минералах этих образований [24]. Как показал А.А.Маракушев, наследование этих соотношений определялось степенью прочности связей летучих компонентов с силикатным расплавом. Так, летучие HCl , CO_2 , менее прочно связанные с расплавом, отделялись во флюидную фазу на ранних стадиях кристаллизационной дифференциации в отличие от более прочно связанных HF и H_2O , отделявшихся на поздних стадиях. Это удовлетворительно согласуется с положениями о сродстве металлов к хлору и фтору и с соотношениями фтора и хлора в гидроксилсодержащих минералах гранитоидов различных звеньев ряда и сопряженных с ними гидротермалитов.

Гидротермально-метасоматические производные ряда умеренно-низкощелочных гранитоидов рассматриваются как продукты плутоногенно-гидротермальной конвективной рудо-минералообразующей системы, модель которой разработана А.И.Кривцовым [11]. Неотъемлемыми компонентами подобной системы, функционировавшей в едином баротермическом и тектоническом режиме, являются: источник энергии и вещества, высокопроницаемые «транспортные пути», флюиды, содержащие комплексообразователи-транспортёры минерального вещества, структурно благоприятная и геохимически подготовленная среда минералообразования.

В подобных системах формирование гидротермалитов (и руд) происходило, как непосредственно в интрузив-околоинтрузивных зонах (Au -магнетит-скарновые, Sn - W -грейзеновые, Sn - Ag - и Au - Ag -субвулканогенные, Au -редкометалльные, Ta - Nb -редкометалльные), так и на удалении (до километров — первых десятков километров) от гранитоидных тел (золотокварцевые, золотосульфидные, золотосурьмяные, серебро-полисульфидно-кварцевые месторождения), связь которых с магматитами нередко считается проблематичной. Однако накапливается все больше данных о том, что геологическая позиция подобного месторождения часто определя-

ется положением в околоинтрузивной зоне скрытого массива гранитоидов, в области разуплотнения вмещающих толщ и (или) в зоне контакта с линзой повышенной плотности [17, 20].

Мощный флюидно-тепловой поток на фронте продвижения расплавленных магматических масс (T 1000—1100 °C, P 500—800 МПа), поднимавшихся с межабиссального на гипабиссальный уровень, преодолевавших при этом тектонический («энергетический») порог (до 3—5 км и более), разуплотнял, ассимилировал и активировал значительные объемы вмещающих литокомплексов и создавал систему автономных магматических очагов. Конкретные параметры: протяженность (до первых десятков километров), интенсивность каждого из них (судя по внутренней структуре отрицательного поля локальных аномалий силы тяжести) и объем фронтальной конусообразно расходящейся области разуплотнения (нередко до сотен кубических километров и более), вероятно, определялись морфологией и размерами, суммарной энергоемкостью магматического очага. Каждый из них в процессе кристаллизации *после обособления гидротермальных флюидов* при циклическом изменении флюидонасыщенности, объема, положения центра тяжести мог генерировать *разнотипную (тепловую, гравитационную, электрохимическую и др.) конвективную циркуляцию флюида*, как в свободном объеме, так и в пористой среде при последовательном добавлении воды (магматической, трещинно-поровой, вадозной, конституционной). В свою очередь, воздействие активационных факторов на вмещающие литокомплексы могло приводить к массовому возникновению дефектов кристаллических решеток различных минералов, подготавливая условия для массового образования зародышей новых минеральных фаз. В результате в мощном ареале активированных литокомплексов формировались соподчиненные энергомагматическая и минералообразующая флюидная системы.

Хлоридно-натриевая и фторидно-калиевая ветви (см. таблицу) автономных флюидных очагов *каждого звена ряда* генерировали многократные импульсы флюидов, представляя в совокупности *полиэтапную минералообразующую систему*. Каждый такой этап полистадиен. Каждой стадии эволюции флюидов соответствовало формирование *доминирующей устойчивой минеральной ассоциации*, представляющей серию последовательных парагенезисов — продуктов взаимодействия флюидов с вмещающей средой.

Судя по составу минеральных продуктов всех звеньев ряда, флюиды каждого этапа последовательно эволюционировали по мере снижения температуры, давления, кислотности в ходе массовых энергетически выгодных химических реакций обмена (при снижении кислотности на протяжении каждой стадии). При этом происходила последовательная смена доминировавших реагентов (в результате вхождения

Некоторые параметры интегральной модели формирования гидротермально-метасоматических производных умеренно-

Этапы	Стадии	Звенья формационного ряда умеренно-низкощелочных гранитоидов повышенной основности (хлоридно-натриевая ветвь)				
		Габбро-диорит-гранодиориты Na K	Тоналит-гранодиориты Na K			Диорит-гранодиориты Na K
		Рудно-формационные типы месторождений				
		Золото-магнетит-скарновый Новогоднее, Магнитогорское	Золото-кварцевый Бадран, Советское, Чармитан, Дуэт	Золото-сульфидный вкрапленный Бакырчик, Майское, Даугыз, Олимпиада, Сухой Лог	Au-Sb-Hg-джаспероидный Кючус, Кокпатас, Карлин, Сарылах, Сентачан	Серебро-полисульфидный Мангазейское, Прогноз, Высоковольтное
		Минеральные продукты или новообразованная устойчивая				
1	2	3	4	5	6	7
Пирит-арсенопиритовый	Галогеноводородная (кислотного выщелачивания)	Крупные массы жильного кварца, джаспероиды, системы кварцевых прожилков Существенно кислые (pH 2—3) хлорводородные (T 600—300 С, конц. Cl F , P 400—800 МПа)				
	Галоидная	Магнетитовые и известковистые скарны	Березиты, листвениты, (аргиллизиты) Умеренно кислые (pH 4,5—6,5) хлоридно-натриевые ($T_{\text{скарны}}$ 600—450 С, $T_{\text{бер.}}$ 460—360 С, Cl F , P 50—150 МПа), содержащие S ² и CO ₃ ²			
	Сульфидная	Золото-пирит-арсенопирит-кварцевая, вкрапленная с тонкими пиритом и игольчатым арсенопиритом, в жилах и дайках арсенопирит крупный (до n мм и более)				
		Вкрапленная	Жильная	Вкрапленная		Жильная
		Водно-солевые сульфидно-кремниевые хлоридно-натриевые близнейтральные-слабощелочные (T 360—320 С, P 95—10 МПа) при высокой активности сульфидной серы, а также Fe, As, Au				
	Карбонатная	Кварц-карбонатная с Cl-фосфатами Водно-солевые ($T_{\text{нач.}}$ 360—320 С) близнейтральные Cl-карбонатно-фосфатно-кальциевые с PO ₄ ³				
Полисульфидно-кварцевый	Галогеноводородно-галоидная	Листвениты, березиты, (аргиллизиты) Хлорводородные: умеренно-кислые (T 400—360 С, pH 4—5, Cl 0,2—1,5%, Cl F), хлоридно-натриевые, обогащенные CO ₃ ² , в присутствии серы. Глинозем—кремнезем активно участвуют в обменных реакциях				
	Сульфидная	Золото-полисульфидно-кварцевая				Пирротин-кварцевая
		Близнейтральные-слабокислые водно-солевые ($T_{\text{нач.}}$ 260—230 С, pH 5,5—6,5, P 90—70 МПа) разбавленные, обогащенные S ² , Pb, Cu, Zn, Bi, As, Au, CO ₃ ² , при малой активности Na и Cl				
	Карбонатная	Кварц-карбонатная с аксессуарным пиритом Низкотемпературные близнейтральные водно-солевые карбонатно-кальциевые с кремнеземом в присутствии низких концентраций Na, Cl, S ²				
Антимонит-кварцевый	Галоидно-карбонатная	Хлорит-сидерит-кварцевая Среднетемпературные (T 360—300 С) галоидно-карбонатные кремнеземсодержащие в присутствии S ²				
	Сульфидная	Антимонит-кварцевая Низкотемпературные близнейтральные высокосолевые хлоридно-натриевые (T 250—100 С), обогащенные S ² , Sb, Pb, Ca, Au, в присутствии кремнезема и CO ₃ ²				
	Карбонатная	Кварц-карбонатная с поздними сульфидами Низкотемпературные близнейтральные слабощелочные водно-солевые бикарбонатно-кальциевые кремнеземсодержащие в присутствии низких концентраций S ²				
Серебро-полисульфидно-сульфоселевой	Карбонатная ранняя	Карбонат (сидерит)-кварцевая, Слабокислые водно-солевые разбавленные карбонатно-кальциевые (T 360—250 С),				
	Сульфидная	Серебро-полисульфидно-сульфоселевая Низкотемпературные ($T_{\text{нач.}}$ 230 С) близнейтральные слабощелочные (P 90—60 МПа)				
	Карбонатная	Кварц-карбонатная с поздними Низкотемпературные близнейтральные слабощелочные				

низкощелочных гранитоидов орогенных складчатых областей

Звенья формационного ряда умеренно-низкощелочных гранитоидов нормальной и повышенной кремнекислотности (бор-фтор-калиевая ветвь)					
Дациит-риолиты Na K	Риолит-трахириолиты K Na	Гранодиорит-граниты K Na		Гранит-лейкограниты K Na	Li-F-K-граниты редкометаллические
и примеры объектов					
Sn-Ag-субвулканический Купольное, Кутинское, Нитканское	Au-Ag-субвулканический Хаканджа, Бургагылкан, Джульетта	Au-редкометаллический Чугулук, Эргелях	Касситерит-силикатно-сульфидный Депутатское, Эге-Хая, Валькумей, Кукенейское	Касситерит-кварцевый Дубровское, Грейзеновое, Забытое, Белухинское	Касситерит-редкометаллический Этыка, Кестёр
минеральная ассоциация и вероятный состав флюидов					
8	9	10	11	12	13
Кварц-мусковитовые метасоматиты с касситеритом		Кварц-слюдистые грейзены с касситеритом		Топаз-флюорит-слюдистые грейзены Sn, W, Be, Ta, Nb	Цвиттеры:Li, Rb, Cs-слюды, минералы Sn, W, Ta, Nb, Zr
Na-B-K-фторводородные флюиды (<i>T</i> 800—460 °C, pH 1—3, <i>P</i> 400—800 МПа, F + Cl с ростом кремнекислотности гранитоидов при нарастании активности K-F и снижении Na-Cl появляются минералы Nb, Ta, Zr, Be)					
Мусковит-(хлорит)-турмалин-полевошпат-кварцевые грейзены, метасоматиты, мусковит-турмалин-кварцевые жилы с касситеритом				Слюдиты — Li, F, B-флюорит, турмалин с Sn, W, Be, Nb	Кварц-полевошпатовые метасоматиты с Ta, Nb, Be, W, Sn
Кислые бор-фтор-калиевые (<i>T</i> 500—360 °C, pH 3—5, <i>P</i> 50—150 МПа, F + Cl), при возрастании высокой активности K и F появление минералов Li, Rb, Cs, а также Nb, Ta с ростом кремнекислотности гранитоидов					
Золото-(пирит)-арсенопирит-касситерит-кварцевая, вкрапленная, продуктивная или золотосодержащая				Акцессорная пирит-арсенопирит-касситерит-(вольфрамит)-кварцевая, прожилковая, вкрапленная	
Водно-солевые F-B-K-сульфидно-кремниевые (<i>T</i> 360—320 °C, <i>P</i> 100 МПа, F + Cl) близнеитральные-слабощелочные при высокой активности сульфидной серы, а также Fe, As, Au				Водно-солевые F-K-близнеитральные с низкой концентрацией S ²⁻ , Fe и Au	
Кварц-карбонатная с F-фосфатами Водно-солевые (<i>T</i> _{нач.} 360 °C), близнеитральные F-бикарбонатно-фосфатно-кальциевые с PO ₄ ³⁻					
Мусковит-(турмалин)-(флюорит)-(полевошпат)-касситерит-вольфрамит-кварцевая, Sn-продуктивная и Sn-содержащая Умеренно-кислые бор-фторводородно-калиевые (<i>T</i> 400—360 °C, pH 4—5, <i>P</i> 35—40 МПа), обогащенные Sn-W, содержащие CO ₃ ²⁻ . Глинозем—кремнезем активно участвуют в обменных реакциях					
Полисульфидно-кварцевая				Станнин-фосфат-полисульфидно-кварцевая	
Sn-Ag	Au-Ag	Au-Bi		Продуктивная	Акцессорная
Низкотемпературные (<i>T</i> _{нач.} 260—230 °C, <i>P</i> 90—70 МПа, pH 5,5—7,0) близнеитральные слабокислые B-F-K-сульфидные при высокой активности S ²⁻ , Au, Bi, Pb, Zn, Cu, Ag, Mo				Низкотемпературные близнеитральные низкоконцентрированные F-K-фосфатсодержащие сульфидные	
(Флюорит)-кварц-карбонатная с поздним пиритом Низкотемпературные водно-солевые фтор-карбонатно-кальциевые в присутствии низких концентраций S ²⁻					
Как правило, не проявлены (Нет данных)					
прожилковая с акцессорным пиритом обогащенные Fe ²⁺ , кремнеземсодержащие при низкой концентрации S ²⁻					Нет данных
карбонатно-кварцевая разбавленные карбонатно-кальциево-сульфидные (S ²⁻ 0,5—1,5%), обогащенные Ag, Pb, Cu, Au и др.					
акцессорными сульфидами бикарбонатно-кальциевые в присутствии низких концентраций S ²⁻					

в новообразованные минеральные продукты и (или) выведения из системы): *кислотных* (галогеноводородных), позже *солевых* (галоидных), *водно-солевых* *сульфидных*, *гидрокарбонатных* и *гидрокарбонатно-сульфатных*.

Кристаллизация гранитоидного очага, по Д.С.Коржинскому, сопровождалась высокотемпературной (1000—900 °C) «щелочно-близнеитальной волной», вызывавшей K-Na-автометасоматоз фронтальных оторочек гранитоидных тел. Отмечается высокая вероятность вскипания постмагматических флюидов во фронтальных областях энергомагматических систем как в условно-закрытых высокотермоградиентных гранитоидных очагах, так и в приповерхностных зонах отчетливо препарированных высокобароградиентных субвулканических систем. Область перехода между жидкостью и паром в докритических условиях представляет эффективный геохимический барьер, на котором могло происходить изменение свойств флюида. Вскипание флюидов могло приводить также к обособлению флюидного очага и служить пусковым механизмом постмагматического процесса при снижении температуры до 800—700 °C, когда начиналось последовательное проявление постмагматических этапов эволюции флюидных очагов.

Пирит-арсенопиритовый (пневматолит-гидротермальный) этап* начинался проявлением высокотемпературной (600 °C) *галогеноводородной (кислотного выщелачивания) стадии*. Для всех звеньев ряда характерно проявление главных реактивных компонентов—кислотных концентрированных (до 40—50%) галогеноводородных (HCl, HF) флюидов, (а также H₃BO₃, H₂O, летучих и нейтральных в этих баротермических условиях CO₂ и H₂S), обладавших высокой растворяющей способностью многих минералов и экстрагирующей способностью многих элементов [12].

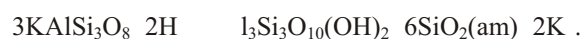
Область выщелачивания, часто охватывавшая как фронтальную часть «материнского» гранитоидного массива, так и литокомплексы вмещающего субстрата в виде конформной полосы мощностью 0,3—0,6 км, располагалась внутри подвижной изотермы 800—650 °C. На фронте флюидного потока находилась зона отложения выщелоченного минерального вещества, протяженность которой, исходя из анализа геологических обстановок нахождения объектов, может достигать 5—12 км и более.

Высокая начальная хлороносность гранитоидных расплавов повышенной основности, постмагматических флюидов и их гидротермальных производных подтверждается изучением флюидных включений по различным рудным провинциям России и Средней

Азии. Так, во включениях уральских габбро-диорит-гранодиоритов содержания составляют (в массовых долях процента) Cl 1,8—11,7, в парагенных с ними магнетитовых скарнах 2,8—6,4, серицит-кварцевых метасоматитах 2—6,5, магнетитовых рудах до 20 и акцессорных апатитах до 1,5 [25]. Среди производных фтор-калиевой ветви ряда известны высокие валовые содержания (в массовых долях процента) в гранит-лейкогранитах Урала F 1,5 и Казахстана до 4 и других рудных районов, в их апатитах и биотитах 0,4—1,5 при низкой активности Cl 0,01—0,03 [24, 28]. Для грейзенов, цвиттеров и кварц-полевошпатовых метасоматитов характерны высокие содержания фтора и его концентраторов—топаза, флюорита, апатита, F-содержащих слюд.

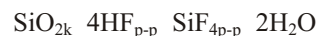
Во всех звеньях ряда выщелачивавшие галогеноводородные флюиды формировали в области отложения крупные массы жильного и метасоматического кварца в парагенезисе с K и Na-слюдами, джаспероидами (хлоридно-натриевая ветвь), кварц-мусковитовые метасоматиты, кварц-слюдистые, топаз-флюорит-слюдистые грейзены, цвиттеры (бор-фтор-калиевая ветвь). Так, разложение микроклина сопровождалось отложением из пересыщенного рассола в ассоциации с мусковитом более растворимого, чем кварц, аморфного кремнезема, трансформировавшегося в кристобалит, а затем в кварц [8]. При существенном преобладании Na над K могло происходить разложение альбита с возникновением парагонита:

Фторводородные флюиды могли разлагать и



Микроклин	Мусковит	Аморфный кремнезем
-----------	----------	--------------------

кварц, о чем свидетельствуют структурно-текстурные особенности и минеральные составы высокотемпературных топазовых грейзенов и цвиттеров:



с образованием высокорстворимого и активного SiF₄. При избытке HF формировался гексафторсиликат

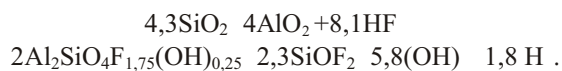


и комплексные соединения фторофильных металлов (Sn, W и др.). В этих условиях образовывались серии комплексных фторидов петрогенных и редких элементов Be, W, Sn, Nb, Zr, Ta и другие с высоким родством к фтору и кислороду. Так, олово (и вольфрам), по данным В.Ф.Барабанова, могло переноситься в виде комплексных соединений типа



За счет кварца, по работе [28], при максимальных концентрациях фтора формировался топаз:

*Этапы минералообразования названы по доминирующим устойчивым сульфидным минеральным ассоциациям.



Кварц

Топаз

При снижении концентрации фтора образовывались флюорит и слюды.

Начальные импульсы высокотемпературных высококонцентрированных галогеноводородных флюидов активировали огромные объемы кремнезема, глинозема, других минеральных компонентов и интенсивно экстрагировали значительные массы петрогенных и рудогенных элементов. По данным изучения флюидных включений, такие флюиды могут быть представлены *кислыми рассолами* — галогены, сидерофилы, щелочные металлы, сероводород, халькофилы (в массовых долях процента) Ni, Sn до 0,1—1, Mo, As, Sb, Bi, W до 0,01—0,1, а также Au, Ag и парогазовой фазой (H_2O , CO_2 , N_2 , H_2S , CH_4 с Cu, Au, Ag, Sb, Bi и др.) [3, 29].

Как показывают экспериментальные исследования и данные изучения расплавных и флюидных включений, хлорводородные флюиды характерны для формаций гранитоидов, преимущественно специализированных на проявление месторождений и рудопроявлений Fe, Ti, Cu, Pb, Zn, Au, Ag и других, фторводородные — на Nb, Ta, Be, Li, Rb, Cs и Cl-B-F-водородные флюиды — на Bi, W, Sn, Au [8, 3]. В свете приведенных данных, можно предположить, что флюид представляет собой метастабильную поликомпонентную систему, содержащую весь спектр перечисленных главных реагентов и сопутствующих микроэлементов. Их активность и соотношение определялись Na:K, Cl:B:F, $\text{H}_2\text{:O}_2$, а также баротермическими и кислотно-щелочными параметрами.

Минеральные продукты стадии кислотного выщелачивания широко распространены и связаны с гранитоидами хлоридно-натриевой ветви — это проявление кварцевых жильно-прожилковых систем (золоторудные, комплексные рудные поля) и метасоматического кварца (окварцевание — джаспероидизация карбонатных пород в межформационных контактах с терригенными толщами на золотосурьмяно-ртутных месторождениях [19]) (см. таблицу). Кислотный фторводородный и комплексный характер флюидов гранитоидных очагов, относимых к бор-фтор-калиевой ветви, неоднократно подчеркивали Г.Н.Щерба и Д.В.Рундквист. Так, можно предположить, что *кварц-турмалин-слюдистая ветвь* приконтактовых метасоматитов и грейзенов, проявившихся в связи с дацит-риолитовыми, риолит-трахириолитовыми субвулканическими интрузиями и массивами гранодиорит-гранитов формировалась высокотемпературными флюидами (T 800—460 °C, pH 1—3, P 400—800 МПа), в составе активных реагентов которых хлорво-

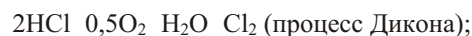
дородная составляющая наряду с фторводородной играла определяющую роль (см. таблицу).

С гранит-лейкогранитами, аляскитами и редкометалльными гранитами тесно генетически связаны еще более высокотемпературные Li-Be-Ta-Nb-Zr-топаз-флюорит-слюдистые грейзены и цвиттеры (продуктивная *Ta-Nb-касситерит-слюдистая минеральная ассоциация*). Слюдистая ветвь формировалась высококонцентрированными бор-фторводородными флюидами. Они представлены в виде прикровлевых фронтальных залежей массивов ультракислых высокощелочных редкометалльных интрузий и жильных тел вдоль рассекающих восходящих трещин [8]. По мере снижения температуры становились устойчивыми мусковит и Li-F-K-Na слюды, т.е. формировались оксидно-алюмосиликатные фазы.

Иногда ставится под сомнение возможность длительного существования галогеноводородных флюидов в природных условиях. Действительно, согласно экспериментам [13], за короткое время происходит снижение кислотности до pH 3. Однако И.Г.Ганеев и В.А.Румянцев [5] показали, что в высокотермоградиентных системах возможна постоянная регенерация кислот за счет гидролиза солей и конвективной дифференциации ее продуктов. По реакциям типа:



Формирование метасоматитов стадии кислотного выщелачивания завершалось разрушением галогеноводородов под действием кислорода и воды. При снижении T до 600—460 °C и P до 100 МПа растворенный кислород окислял хлористый водород, вытесняя хлор в раствор, по следующей схеме:



а фтористый водород флюидов мог взаимодействовать с водой с образованием фторогидрогенат-ионов:



На **пирит-арсенопиритовом этапе** следующей **галлоидной стадии** эволюции флюидов катионы Na, K, Ca²⁺, Mg²⁺, Fe²⁺ и «рудных» элементов связывали хлор- и фторогидрогенат-ионы с образованием солей. Высвобождавшийся H с O²⁻ образовывали новые порции водяного пара, что приводило к дальнейшему разбавлению флюидов и снижению их кислотности. В результате концентрированные (5—20%), обогащенные широким спектром лито-, сидеро-, и халькофильных элементов, хлоридно-натриевые и фторидно-калиевые флюиды (с солями Cl, F, B), сохраняя кислую реакцию (pH 4,5—6,5, P 50—150 МПа, Cl⁻, F⁻, в присутствии S²⁻) при начальной температуре около 600—460 °C, приобретали галлоидный характер [3, 8, 10]. В обменных реакциях активно участвовали и связывались во вновь образованных фазах активированные кремнезем, глинозем, бикарбонат-ион и др. На протяжении этой стадии повыша-

в зонах смятия сдвига-надвигового типа с кулисообразно расположенными линзовидными сгустками вкрапленности (до 12—15%), а также в чехольных ареалах золотокварцевых жил. Вкрапленность образует промышленные рудные залежи в зонах смятия березитизированного субстрата на *золотосульфидных месторождениях*, чехольные ареалы *золотокварцевых жил*. Она фиксируется также в гидротермально-метасоматических производных бор-фтор-калиевой ветви в виде секущих минерализованных зон и ареалов вкрапленности в грейзенах и грейзенизированных породах *золоторедкометаллических*, золотосодержащих *олово-серебряных*, *касситерит-силикатно-сульфидных месторождений*, в кварц-полевошпатовых метасоматитах, березитах и пропилитах *золотосеребряных объектов*. Спорадически отмечаются ее редкие выделения в ранних гидротермалитах касситерит-кварцевых и даже редкометаллических руд. Спектр минералов вкрапленной ассоциации на касситерит-силикатно-сульфидных и редкометаллических месторождениях дополнялся вольфрамитом, реже касситеритом.

Масштабы проявления пирит-арсенопирит-кварцевой устойчивой минеральной ассоциации, имеющие в начале ряда (хлоридно-натриевая ветвь) промышленное значение, существенно сокращаются до редких минералогических проявлений среди гидротермальных производных высококалийных гранитов (бор-фтор-калиевая ветвь).

Каждый последующий гидротермальный этап минералообразования начинался с поступления в высокотермоградиентную систему активированной матрицы слабых (pH 4—5) разогретых до 400—300 °C галогеноводородно-галогидных флюидов. Их эволюция происходила также в условиях последовательной смены доминирующих реагентов: галогеноводородных-галогидно-карбонатных и карбонатных, в условиях последовательного снижения роли Na и K, галогенов, увеличения—снижения активности серы и последовательного увеличения активности кислорода, воды, CO_2 и H_2O .

На протяжении **полисульфидно-кварцевого этапа** начальной *галогеноводородно-галогидной стадии* среди гидротермальных производных хлоридно-натриевой ветви ряда в основном формировались значительные массы лиственитов, березитов и Ca-Mg-Fe-карбонатные жильные системы под воздействием среднетемпературных умеренно-кислых хлоридно-натриевых карбонатно-кальциевых (T 400—360 °C, pH 4—5, Cl F, Cl 0,2—1,5%) флюидов, в присутствии малых количеств S^2 (перераспределялись или выносились в жильные системы K, Fe, Mg, Ca и другие, отлагались в виде слюды и карбонатов). Гидротермальные производные бор-фтор-калиевой ветви ряда, представленные в основном грейзенами продуктивной — мусковит-(хлорит)-(турмалин)-(флюорит)-(альбит)-(калишпат)-*касситерит-вольфрамит-кварцевой минеральной ассоциации*,

являлись продуктом умеренно-кислых бор-фтор-калиевых флюидов (T 400—360 °C, pH 4—5, P 35—40 МПа, Cl 0,01—0,1%, F до 1—3% и более), обогащенных Sn-W, Mo, CO_2 . В золоторедкометаллических, олово-серебряных, золотосеребряных и золотосодержащих касситерит-силикатно-сульфидных, касситерит-кварцевых рудах по мере возрастания в материнских гранитоидах и гидротермалитах содержаний K, B и F последовательно возрастает роль продуктивной касситерит-кварцевой минеральной ассоциации, достигая максимума в связи с высококалийными лейкогранитами и редкометаллическими гранитами различных рудных провинций [10, 16]. Образование на рассматриваемой стадии значительных масс окисно-алюмосиликатных минеральных продуктов обеих ветвей ряда свидетельствует о выщелачивающем воздействии на вмещающий субстрат галогеноводородной составляющей флюидов, регенерировавшейся в результате гидролиза солей в фронтальных относительно низкотемпературных зонах термоградиентных систем.

Сульфидная стадия рассматриваемого этапа, представленная одноименной минеральной ассоциацией, как в производных хлоридно-натриевой, так и в бор-фтор-калиевой ветвей формировалась при начальной T 260—230 °C из слабых—близнезтральных (pH 5,5—6,5, P 90—70 МПа, S^2 от 0,05—0,5 до 1,5—2,5%, при малой снижающейся активности щелочных металлов и галогенов) сульфидных флюидов при высокой активности в первом случае Au, As, Sb, Pb, Cu, Zn, Ag и во втором — Bi, Mo, Pb, Cu, Zn, Au, Ag. В рудах касситерит-силикатно-сульфидных месторождений, формировавшихся под воздействием низкотемпературных близнезтральных B-F-K (F 0,1—1,5%) фосфатсодержащих флюидов в связи с гранодиорит-гранитными интрузиями, проявлена интенсивно, является продуктивной (иногда в фосфат-станнин-полисульфидно-кварцевом составе), а в производных редкометаллических гранитов — при низкой концентрации и активности сульфид-иона — представляет лишь минералогический интерес.

Снижение температуры ниже порога 330—320 °C обуславливало снижение сродства металлов к хлору и фтору и лавинообразное увеличение сродства халькофильных элементов к сере [15], ионизацию сероводорода и последующее отложение сульфидов:



а при снижении активности серы в конце стадии



определяло появление сульфосолей (реакционные каймы станнина на касситерите).

Полисульфидно-кварцевая ассоциация проявлена во всех типах золотого оруденения и обеспечивает промышленную ценность этих объектов. На данной

стадии заметно расширился спектр рудных элементов и минералов оловоносных гранитов: в промышленных концентрациях фиксируются минералы висмута, молибдена, теллуридно-сульфосолевые фазы.

Завершающая **карбонатная стадия** полисульфидно-кварцевого этапа в процессе эволюции флюида во всех звеньях ряда характеризовалась доминированием гидрокарбонатной составляющей и резким снижением роли соединений щелочных металлов и галогенов (до 0,01—0,1%), поэтому разделение низкотемпературных близнейтральных водно-солевых кальцийсодержащих флюидов стадии на хлоридно-натриевую и фторидно-калиевую ветви является во многом условным.

Формирование минеральных продуктов полисульфидно-кварцевого этапа для гидротермалитов и оруденения рассматриваемых типов определялось соотношением *оксидно-алюмосиликатной* (галогеноводородно-галоидная стадия) и *полисульфидно-кварцевой* (сульфидная стадия) минеральных ассоциаций. В балансе полезных компонентов руд золотокварцевых месторождений в этом соотношении доминирует продуктивная сульфидная ассоциация. На золоторедкометалльных и олово-серебряных объектах ранняя оксидно-алюмосиликатная ассоциация играет заметную роль. На касситерит-силикатно-сульфидных объектах уже доминирующее значение приобретает наряду с полисульфидно-кварцевой продуктивная *касситерит-вольфрамит-кварцевая* минеральная ассоциация. На касситерит-кварцевых месторождениях отмечается резкое преобладание оксидно-алюмосиликатной ассоциации, где масштабы оловопродуктивных парагенезисов многократно превышают минералогические проявления сульфидных [16]. Еще более значительное преобладание *оксидно-алюмосиликатной* минеральной ассоциации характерно для касситерит-редкометалльных месторождений, где убогая сульфидная составляющая чаще в сульфосолевой форме иногда *проявлена в эпизодических продуктах* остаточных порций флюида сульфидной стадии в виде вкрапленной фосфатсодержащей аугелит-амблигонит-кестерит-сульфидно-кварцевой минеральной ассоциации с цинксодержащим станнином (кестеритом) и апатитом в гранитах, грейзенах и секущих сульфидно-кварцевых прожилках [14].

На **антимонит-кварцевом этапе** начальная *галогидно-карбонатная стадия*, представленная сидерит-кварцевой минеральной ассоциацией [4, 21], формировалась среднетемпературным слабокислым-близнейтральным галоидно-карбонатным кремнеземсодержащим флюидом при весьма малой активности серы.

На **сульфидной стадии** рассматриваемого этапа эволюции низкотемпературного (250—100 °C) близнейтрального высокосолевого (до 35—38% NaCl) хлоридно-кальциево-натриево-сульфидного флюида, обогащенного сульфид-ионами, сурьмой, а также

свинцом, золотом, формировалась *доминирующая антимонит-кварцевая ассоциация*. Судя по содержаниям антимонита в оруденелой породе, содержание S²⁻ во флюиде достигало 1,5—2,5%. Ее образование, как правило, сопровождалось изменением структурного плана рудовмещающих деформаций и пространственным разобщением с минеральными продуктами предшествующих золоторудных этапов, возникновением монометалльных сурьмяных объектов. Антимонит-кварцевая ассоциация характерна для золоторудных, золотосурьмяных и Au-Sb-Hg-джаспериодных месторождений (Даугызтау, Майское, Кокпатас, Удереysкое, Кючюс, Гал-Хая). С фтор-бор-калиевыми производными гранит-лейкогранитных, высококалиевых и Li-F-редкометалльных гранитов редкие проявления антимонит-кварцевой ассоциации отмечались на Sn-W месторождениях Северо-Востока России.

На некоторых объектах (Сарылах, Сентачан) внутри рассматриваемой стадии на сформировавшиеся антимонит-кварцевые жилы, рассекающие золотосодержащую пирит-арсенопирит-кварцевую матрицу, наложился мощный импульс тектоно-гидротермального метаморфизма. Импульс сопровождался резким повышением температуры до 650 °C и, вероятно, реализовывался под воздействием кислых высококонцентрированных галогеноводородных фторсодержащих хлоридно-натриевых растворов [27]. Эти гидротермальные образования характеризуются развитием брекчиевидных форм, перекристаллизацией, цементацией вещества предшествующих комплексов, перетолжением золота, кварца и антимонита, возникновением бертьерита, сульфосоединений и образованием в итоге массивных высокозолотоносных «чугунных руд» (Сарылах, Сентачан) [9, 21]. Можно предположить, что подобное дискретное развитие геологических событий объясняется *сверхэнергетическим экстремальным выбросом* флюидного очага, нарушавшим поступательный процесс его эволюции.

На завершающей **карбонатной стадии** антимонит-кварцевого этапа из низкотемпературного слабощелочного водно-солевого гидрокарбонатно-кальциевого кремнеземсодержащего флюида при низкой концентрации сульфид-иона формировалась система кварц-карбонатных прожилков с бедной вкрапленностью поздних сульфидов.

Завершающий **серебро-полисульфидно-кварцевый этап** интенсивно проявился в пространственно-генетической связи с гранитоидами всех звеньев ряда (за исключением редкометалльных?). **Начальная ранняя карбонатная стадия**, представленная сидерит-кварцевой (с пирротинном) прожилковой минеральной ассоциацией, по всей вероятности, являлась продуктом средне-низкотемпературных (360—250 °C) разбавленных слабокислых железо-карбонатных кремнеземсодержащих флюидов в присутствии весьма низких концентраций щелочных металлов, га-

логенов и сульфидной серы [4]. Ассоциацию отмечали на месторождениях: Мангазейское — Л.Н.Индолев [9], Высоковольное — Н.Я.Гурейкин, Ч.Х.Арифуров [6], Прогноз — Г.Н.Гамянин [4]. На олово-серебряных объектах в составе ассоциации иногда фиксируется касситерит. В начале ранней карбонатной стадии преобладали оксидные фазы. При переходе к сульфидной стадии, наряду с гидрокарбонатной составляющей возростала активность сульфидной серы.

На серебро-полисульфидно-сульфосолевом этапе в течение *сульфидной стадии* из низкотемпературных близнейтральных-слабощелочных карбонатно-кальциево-сульфидных флюидов (P 90—60 МПа, S^2 0,5—1,5%), обогащенных сульфид-ионами, Ag, а также Pb, Zn, Cu, Au, последовательно формировались сульфиды Pb, Cu, Zn, сульфосоли Ag, Cu, Pb и самородные Au, Ag. Эта продуктивная, удивительно выдержанная по составу, минеральная ассоциация нередко широко проявлена на золоторудных, олово-серебряных, золотосеребряных, золотосодержащих касситерит-силикатно-сульфидных месторождениях в виде просечек, микропрожилков, межзерновых выделений интенсивностью 1—3% в стратифицированных и секущих жилах и штокверках, нередко обособленных в монометалльные объекты (Депутатское, Советское). Минеральные продукты ассоциации рассекают, цементируют предшествующие (в т.ч. антимонит-кварцевую) минеральные ассоциации с характерными явлениями замещения и перекристаллизации (появление реакционных кайм станнина и сульфосолей на касситерите), с образованием электрум-пираргиритового парагенезиса и самородных фаз [1, 4, 6, 22].

На *завершающей карбонатной стадии* описываемого этапа доминировали низкотемпературные близнейтральные слабощелочные бикарбонатно-кальциевые флюиды (P 30 МПа, вероятные содержания галогенов 1–10³%) в присутствии малых количеств сульфид-иона. На золотосеребряных объектах гидротермальные продукты стадии обогащены минералами марганца, что особенно отчетливо проявлено на месторождении Джульетта [18]. С фтор-бор-калиевыми метасоматитами Li-F-редкометалльных гранитоидов производные рассматриваемого этапа известны лишь в виде отдельных минералогических находок, не играющих заметной роли в формировании минеральных продуктов этих объектов.

Сопоставление состава гидротермальных продуктов каждого звена ряда на протяжении четырех названных этапов эволюции флюидов, показывает, что: 1) каждый последующий этап минералообразования начинался в условиях возрастания активности кислорода и воды, с повышения температуры (предположительно в интервале 400—360 °C) поступавших кислых—слабокислых—близнейтральных (pH 4—6) галоидных, на последнем этапе гидрокарбонат-

но-кальциевых флюидов с малыми концентрациями галогенов; 2) по мере развития процесса происходило нарастающее снижение кислотности флюидов, реактивной роли щелочных металлов и галогенов и их концентраций (фиксация K и F — в составе новообразованных минеральных фаз, преобладавшее рассеяние Na и Cl); 3) на протяжении гидротермальных этапов на начальных стадиях минералообразования для производных гранитоидов повышенной основности выдерживался углекислотно-хлоридно-натриевый карбонатно-кальциевый (с кремнеземом), а для производных кислых и ультракислых Li-F-редкометалльных гранитов — бор-фтор-калиевый (с глиноземом и кремнеземом) состав флюидов; 4) от этапа к этапу (как и от начальной — к конечной стадиям в пределах каждого из них) нарастала тенденция снижения начальной температуры и реактивной роли соединений щелочных металлов и галогенов. Снижение роли щелочных металлов и галогенов, возрастание сначала активности сульфид-иона, а затем углекислоты и кальция, вероятно, объясняет проявление четвертого серебро-полисульфидно-кварцевого этапа (сульфидно-карбонатно-кварцевой минеральной ассоциации) удивительно выдержанного по составу как в Cl-Na-, так и в F-K- звеньях ряда.

Подобная удивительная повторяемость этапов и стадий эволюции флюидов, по всей вероятности, объясняет подобие состава и повторяемость доминирующих оксидно-алюмосиликатных, сульфидных и карбонатных минеральных ассоциаций.

Ранее в работах Н.А.Шило, А.А.Сидорова, А.Б.Павловского, Л.И.Соловьева, А.М.Гаврилова, Г.Н.Гамянина и других исследователей отмечались повторяемость и одинаковая последовательность смены во времени рудных сульфидных минеральных ассоциаций и парагенезисов золоторудных, золоторедкометалльных и оловорудных месторождений, расположенных в отдельных рудных районах России и Средней Азии. Приведенные данные подтверждают это, свидетельствуя о повторяемости и подобии устойчивых оксидно-алюмосиликатных, сульфидно-кварцевых и карбонатных минеральных ассоциаций, условий их формирования в каждом звене рассматриваемого рудно-магматического ряда.

Можно предположить, что гидротермально-метасоматические производные пирит-арсенипиритового этапа могли формироваться в результате эволюции одного или нескольких импульсов вскипавшего надкритического флюида, заполнявшего все поровое пространство и свободный объем. Это, возможно, и приводило к возникновению и функционированию стационарной конвективной рудно-магматической системы, развивавшейся по уже описанному сценарию. Каждому последующему этапу соответствовали импульсы гидротермальных флюидов, механизмы формирования направленной рудно-геохимической специализации которых остаются не выясненными.

Особенно следует выделить *ртутные парагенезисы*, которые, как можно предположить, формировались на фронте высокотемпературной волны парагазовой составляющей начальных импульсов кислотных хлорводородных флюидов за счет извлечения ртути при пропаривании и кислотном выщелачивании вмещающего субстрата. Ранее на высокотемпературный механизм извлечения и последующего перераспределения Hg, Sb и As указывали В.П.Федорчук и Н.А.Озерова. Возможно, после стадии кислотного выщелачивания, завершившейся образованием тонкозернистого гранобластового кварца, и последующей безрезитизации на галоидной стадии, уже на сульфидной стадии вслед за пирит-арсенопирит-кварцевой минеральной ассоциацией отлагалась киноварно-кварцевая (с As, Sb) минеральная ассоциация. На следующей аргиллизитовой стадии, по мере снижения давления и температуры (P 5—1 МПа, 150—50 °C, pH 2—5) в присутствии HCO_3^- , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} из кислых концентрированных флюидов могла формироваться диксит-киноварная минеральная ассоциация. Отличительной особенностью этой стадии могло являться существенное повышение кислотности за счет окисления сульфид-иона [3].

Итак, на орогенно-активизационном этапе развития складчатых областей и областей тектоно-магматической активизации формационный ряд умеренно-низкощелочных гранитоидов формировал в каждом своем звене энерго-магматические системы, эволюция которых в зависимости от состава «материнских» магматитов и соотношения в них Na:K, Cl:B:F, кислорода, воды, углекислоты и других, обуславливала формирование различных рудо-минералогенерирующих флюидных систем, воспроизводивших гидротермальные месторождения различных типов.

Последовательная эволюция постмагматических флюидов всех звеньев ряда выражалась в проявлении начального пневматолит-гидротермального и последующих гидротермальных этапов. Начиналась эволюция постмагматических флюидов в высокотермо-бароградиентных условиях со стадии кислотного выщелачивания, которая приводила к интенсивной последовательной активации кремнезема, глинозема, бикарбонат-иона, сероводорода, углекислоты и др. В дальнейшем на протяжении каждого последующего этапа эволюционный процесс проявлялся в повторяющейся смене неравновесных подобных ступеней (стадий): галогеноводородно-галоидной, сульфидной и карбонатной. Подобная повторяющаяся смена последовательных стадий эволюции флюидов может являться отражением закономерного развития флюидных систем (очагов), т.е. проявлением естественного природного механизма минералообразования. Отмечено проявление небольшого числа доминирующих оксидно-алюмосиликатных, сульфидно-кварцевых и карбонатных устойчивых минеральных ассоциаций, различным сочетаниям которых и обязано

проявление золоторудных, серебро-полисульфидных и комплексных золотосодержащих месторождений.

Спектр, состав и повторяемость устойчивых оксидно-алюмосиликатных, сульфидно-кварцевых и карбонатных минеральных ассоциаций могут быть использованы при прогнозно-металлогенических построениях для уточнения вероятных пространственно-временных связей минеральных объектов с гранитоидами и для типизации золотых, серебро-полиметаллических и комплексных месторождений при индивидуализации сырьевой структуры руд и их технологических особенностей.

Намеченные тенденции в формировании гидротермально-метасоматических образований не могут претендовать на всеобщий характер в силу весьма ограниченного спектра рассматриваемых месторождений и различной степени аргументированности отдельных компонентов модели. Однако, несмотря на это, выявленные тенденции заслуживают дальнейшей разработки с привлечением данных по широкому кругу месторождений различных минеральных типов разных регионов мира.

Отметим также, что разработка интегральной модели формирования гидротермально-метасоматических производных умеренно-низкощелочных гранитоидов орогенов далеко не завершена. Модель по-прежнему лишена развитого формульного описания, что связано с недостаточной теоретической и экспериментальной изученностью естественной природной системы *гранитоиды — гидротермально-метасоматические образования — руды складчатых областей и областей тектоно-магматической ассоциации и взаимосвязей отдельных ее компонентов*.

Автор выражает искреннюю признательность д-ру геол.-минер. наук А.И.Кривцову за обсуждения, конструктивные замечания и концептуальные советы, полученные в процессе подготовки работы. За неоценимую поддержку на начальном этапе исследований автор благодарен своим коллегам Г.Ю.Акимову, Б.Н.Имамендинову, Т.Н.Косовцу, Л.А.Остапенко, О.Б.Рыжову.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акимов Г.Ю., Крючков А.В., Крылова Т.Л., Сидоров А.А. Тарынское месторождение жильно-вкрапленных руд — новый тип золотого оруденения в Верхнее-Индигирском районе Якутии // Докл. АН. 2004. Т. 397. № 3. С. 363—368.
2. Алёшин А.П., Успенский Е.И. Закономерности развития полигенной шеелитовой минерализации на золоторудном месторождении Мурунтау // Геология рудных месторождений. 1991. № 2. С. 58—71.
3. Борисенко А.С., Боровиков А.А., Житова Л.М., Павлова Г.Г. Состав магматогенных флюидов, факторы их геохимической специализации и металлоносности // Геология и геофизика. 2006. Т. 47. № 12. С. 1308—1325.
4. Гамянин Г.Н. Минералого-генетические аспекты золотого оруденения Верхояно-Колымских мезозоид. — М.: ГЕОС, 2001.

5. Ганеев И.Г., Румянцев В.А. Физико-химические аспекты гидротермального выращивания кристаллов // Кристаллография. 1977. Т. 22. Вып. 1. С. 561—570.
6. Гурейкин Н.Я., Арифулов Ч.Х. Зональность золотосульфидного оруденения, локализующегося в терригенных толщах и выбор наиболее эффективных направлений геологоразведочных работ // Тр. ЦНИГРИ, 1986. Вып. 21. С. 92—98.
7. Зарайский Г.П. Зональность и условия образования метасоматических пород. —М.: Наука, 1989.
8. Зарайский Г.П. Условия неравновесного окварцевания пород и образования кварцевых жил при кислотном метасоматозе // Геология рудных месторождений. 1999. Т. 41. № 4. С. 294—307.
9. Индолев Л.Н., Суплецов В.М. Роль рудного метасоматоза в формировании золотосурьмяной минерализации // Минералогические особенности эндогенных образований Якутии. —Якутск, 1989. С. 130—141.
10. Коваленко В.И., Наумов В.Б., Богатилов О.А. Природные силикатные и солевые расплавы, флюиды и связанное с ними оруденение // Геология и геофизика. 1986. № 7. С. 52—55.
11. Кривцов А.И. Рудообразующие процессы и системы // Рудообразующие процессы и системы. Докл. советских геологов XXVIII сессии Международного геологического конгресса. —М.: Наука, 1989. С. 7—12.
12. Летников Ф.А. Сверхглубинные флюидные системы земли и проблемы рудогенеза // Геология рудных месторождений. 2001. Т. 43. № 4. С. 291—307.
13. Миронов А.Г., Альмухамедов А.И., Гелетий В.Ф. и др. Экспериментальные исследования геохимии золота с помощью метода радиоизотопных индикаторов. —Новосибирск: Наука, 1989.
14. Недосекин Ю.Д. Редкометалльные граниты Северо-Востока СССР. —М.: Наука, 1988.
15. Павлов А.Л. Эволюция физико-химических параметров гидротермальных систем при рудообразовании. Вып. 254. —М.: Наука, 1976.
16. Павловский А.Б., Митрофанов И.П., Бурова Т.А. Источники и рудно-формационные особенности крупных месторождений и высококачественных руд // Отечественная геология. 1998. № 4. С. 21—27.
17. Политов В.К. Балей и Дарасун / Условия формирования и основы прогноза крупных золоторудных месторождений. —М., 1998. С. 87—95.
18. Рыжов О.Б., Стружков С.Ф., Аристов В.В. и др. Геологическое строение и состав руд золотосеребряного месторождения Джульетта (Северо-Восток России // Руды и металлы. 1995. № 2. С. 66—78.
19. Сазонов В.Н. Джаспероиды, их пространственная и генетическая связь с другими метасоматитами стадии кислотного выщелачивания / Магматические и метаморфические образования. —Екатеринбург, 2000. С. 269—285.
20. Симкин Г.С. Майское, Советское, Олимпиадинское месторождения / Условия формирования и основы прогноза крупных золоторудных месторождений. —М., 1998. С. 112—132.
21. Суплецов В.М., Жданов Ю.Я. Геолого-минералогические аспекты золотоносности сурьмяных месторождений Адыча-Тарынской рудной зоны / Геология и полезные ископаемые центральной части Главного металлогенерического пояса Северо-Востока СССР. —Якутск, 1989. С. 77—91.
22. Суплецов В.М. Соотношение магматизма и оруденения на золоторудном месторождении «Якутское» // Золотое оруденение и гранитоидный магматизм Северной Пацифики. —Магадан, 1997. С. 102—104.
23. Трунилина В.А. Оловоносные рудно-магматические системы Восточной Якутии // Геология и геофизика. 1991. № 9. С. 98—105.
24. Холоднов В.В., Бушляков И.Н. Галогены в эндогенном рудообразовании — редкометалльные и золоторудные месторождения / Магматические и метаморфические образования. —Екатеринбург, 2000. С. 285—304.
25. Холоднов В.В., Язева Р.Г. Галогенная специфика процессов петро- и рудогенеза в палеогеодинамических обстановках окраинно-континентальных поясов и гиперколлизии (на примере Урала) // Геохимия. 1999. № 7. С. 705—712.
26. Чевычелов В.Ю., Сук Н.И. Влияние состава магматического расплава на растворимость в нем хлоридов металлов при давлении 0,1—3,0 кбар // Петрология. 2003. Т. 11. № 1. С. 68—81.
27. Шаповалов В.С., Савва Н.Е. Некоторые генетические особенности формирования плутогенных золото-редкометалльных месторождений Северо-Востока СССР // Колыма. 1979. № 8. С. 33—35.
28. Щерба Г.Н., Кудряшов А.В., Масгутов Р.В. и др. Граниты и метасоматиты геотектоногенов Казахстана. —Алма-Ата: Наука, 1981.
29. Audetat A., Pettke Th., Heinrich Chr. Special Paper: The Composition of Magmatic-Hydrothermal Fluids in Barren and Mineralized Intrusions // Economic Geology, August 2008. Vol. 103. № 5. Pp. 877—904.

Бентониты Северного Кавказа и перспективы их освоения

А.А.САБИТОВ, Т.З.ЛЫГИНА (ФГУП ЦНИИГеолнеруд), Е.В.АКСАМЕНТОВ (ГП КБР «Кабардино-Балкарская ГРЭ»), К.Е.МИРОШНИКОВ (ОАО «Севосгеологоразведка»), Е.С.РУСЕЛИК, Ф.А.ТРОФИМОВА, И.И.ЗАЙНУЛЛИН, А.Н.ТЕТЕРИН (ФГУП ЦНИИГеолнеруд)

Как известно, бентониты в России относятся к дефицитным видам минерального сырья. Особенно это касается высококачественных щелочных бентонитов, запасы которых ограничены даже в мире: из 6,3 млрд.т мировых запасов только 906 млн.т (14%) составляют щелочные бентониты.

Минерально-сырьевая база России представлена балансовыми запасами трех месторождений: щелочные бентониты на Герпегежском (Кабардино-Балкарская Республика) и щелочно-щелочноземельные бентониты на месторождениях Десятый Хутор (Республика Хакасия) и Нальчикское (Кабардино-Балкарская Республика). Нальчикское месторождение находится в курортной зоне и разработка его невозможна. Доступные для разработки балансовые запасы бентонитов России составляют на 01.01.2007 г. 15 097 тыс.т категорий А В С₁ и 6862 тыс.т кат. С₂, что составляет 0,4% мировых запасов (доля щелочных бентонитов 1,7%). К минерально-сырьевой базе Российской Федерации можно причислить предварительно разведанные запасы щелочно-щелочноземельных бентонитов двух месторождений, не учтенных государственными балансами — Карасугское (Республика Хакасия) и Устиновское (Приморский край), суммарно по категориям С₁ 3427 тыс.т и С₂ 4606 тыс.т, а также прогнозные ресурсы щелочно-щелочноземельных и щелочных бентонитов на оцененных объектах: одно в Оренбургской области, два в Кабардино-Балкарской Республике, одно в Республике Северная Осетия, одно в Ханты-Мансийском автономном округе, два в Кемеровской области, два в Республике Хакасия, пять в Сахалинской области; суммарно по категориям Р₁ 139,6 млн.т, Р₂ 187 млн.т и Р₃ 45 млн.т (рис. 1).

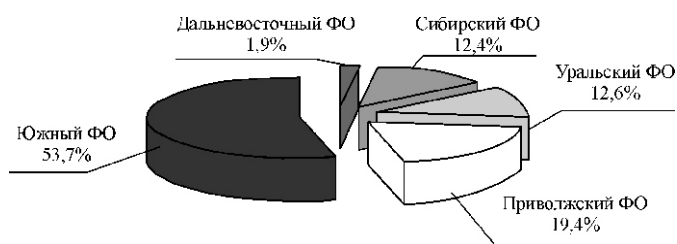


Рис. 1. Региональное размещение прогнозных ресурсов бентонитов России

Потребление бентонитовых продуктов (глинопошок, активированная глина, комовая глина) в России за последние 10 лет значительно выросло и в

2006 г. составило 780 тыс.т, причем 21% приходится на импорт. По данным таможенной службы и другим источникам Россия ввозит бентопродукты из 14 стран Европы, Азии, Северной Америки (рис. 2) по цене от 52 до 1500 долл./т. Наибольший объем импорта таких продуктов из Греции, Азербайджана, Украины (бентопродукты с минимальной обработкой). Значительное количество бентопродуктов (активированных и модифицированных) ввозится из Германии, США, Индии, Болгарии. Самый дорогой бентопродукт поставляет Дания — 1500 долл./т (в 2006 г. 4 т).

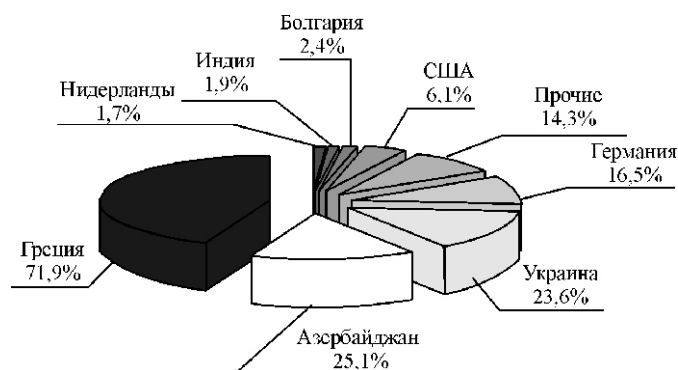


Рис. 2. Региональная структура российского импорта бентопродукции

Собственное производство составило 627 тыс.т. Из них около 47% произведено из бентонитов месторождения Десятый Хутор, несколько более 47% — из бентонитоподобных глин Калиново-Дашковского, Зырянского, Биклянского и других месторождений, вовлеченных в разработку в связи с растущей потребностью в бентопродуктах металлургического, машиностроительного и нефтегазового комплексов и дефицитом доступных для отработки запасов щелочных и щелочно-щелочноземельных бентонитов. В среднесрочной перспективе ежегодные потребности указанных комплексов экономики России могут достичь 1,2—1,3 млн.т бентопродуктов.

Удовлетворение потребностей в бентопродуктах в первую очередь связано с созданием предприятий на новых месторождениях высококачественных бентонитов, для выявления которых необходимо освоение прогнозных ресурсов, локализованных в регионах наибольшего потребления. В этом аспекте Северный Кавказ заслуживает особого внимания. Во-первых, здесь оценены крупные прогнозные ресурсы щелочных и щелочно-щелочноземельных бентонитов;

во-вторых, пограничный с Южным федеральным округом Центральный и вся Европейская часть Российской Федерации являются емкими потребителями бентопродукции — они потребляют более половины ее объема (рис. 3); в-третьих, Северный Кавказ относится к регионам «особого внимания», имеющим важное геополитическое и стратегическое значение. На этой территории в настоящее время реализуются крупные инвестиционные проекты.

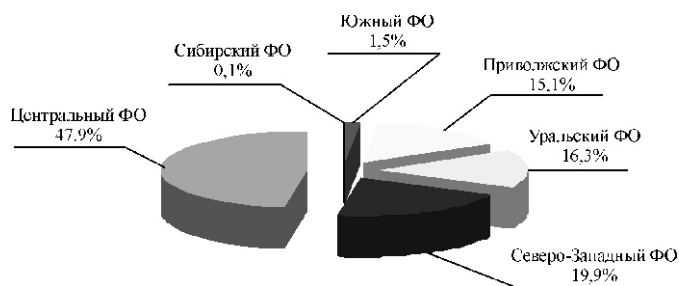


Рис. 3. Региональная структура потребления бентопродуктов в России

Территория Северного Кавказа с точки зрения бентонитоносности представляет собой Северо-Кавказскую бентонитоносную провинцию (рис. 4), являющуюся российской частью Крымо-Кавказской минерагенической провинции. Эта провинция располага-

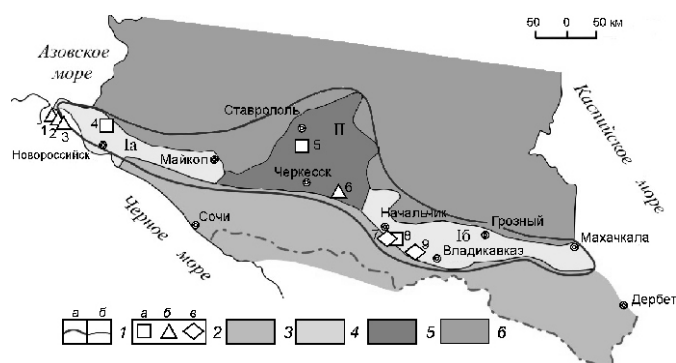


Рис. 4. Карта-схема Северо-Кавказской бентонитоносной провинции:

I — границы: *a* — провинций, *b* — областей, зон, подзон (*I* — Предкавказская зона в составе Майкопской *Ia* и Владикавказской *Ib* подзон; *II* — Ставропольская область); *2* — месторождения (*a*), проявления (*b*) и прогнозные объекты (*v*) бентонитов (мысы: 1 — Тузла, 2 — Панагия, 3 — Железный Рог; 4 — Варениковское, 5 — Невиномыское, 6 — Лермонтовское, 7 — Нальчикско-Черекская площадь с Центральным участком, 8 — Герпегежское, 9 — участки Предгорной части Республика Северная Осетия-Алания); 3 — Кавказская складчатая система, 4 — Предкавказский прогиб, 5 — Ставропольская антеклиз, 6 — Сальская синеклиза (3—6 по «Карте структурно-геологического районирования России», 2003)

ется в пределах Предкавказского прогиба и разделяющей его Ставропольской антеклизы. Она простирается от Керченского пролива (запад-северо-запад) до Каспийского моря (восток-юго-восток), северной ее границей является Сальская синеклиза, южной — Кавказская складчатая система (названия даны в соответствии с Картой структурно-геологического районирования России, 2003). В административном отношении Северо-Кавказская бентонитоносная провинция занимает предкавказскую часть Краснодарского края, южную — Ставропольского, предгорные части республик Кабардино-Балкарская, Ингушетия, Чеченская и Дагестан.

С точки зрения минерагенической специализации в данной провинции выделяются Предкавказская минерагеническая зона, соответствующая Предкавказскому прогибу и Ставропольская минерагеническая область, соответствующая Ставропольской антеклизе (см. рис. 4). Предкавказская минерагеническая зона разделена Ставропольской минерагенической областью на Майкопскую и Владикавказскую подзоны.

Майкопская подзона расположена в пределах Индоло-Кубанского прогиба, бентонитоносность в ней связана с песчано-глинистыми миоплиоценовыми отложениями опресненного морского бассейна, среди которых в западной части подзоны известны проявления и Варениковское месторождение монтмориллонитсодержащих глин. Проявления щелочных и щелочноземельных монтмориллонитовых глин имеются в береговых обрывах Керченского пролива на Таманском полуострове (см. рис. 4). Эти глины средне- и низкодисперсные, характеризуются высоким содержанием кварца (18—42%), а глины мыса Тузла — кальцита (11—17%), вследствие чего содержание монтмориллонита относительно пониженное (46—21%); в них также зафиксирован пирит (до 1—2%). Глины Варениковского месторождения тоже средне- и низкодисперсные, отличаются сравнительно высоким содержанием монтмориллонита (60%), заметной примесью каолинита (20—30%) и незначительной примесью бёмита. По катионному составу глины Варениковского месторождения щелочно-щелочноземельные (натрий составляет 30% обменного комплекса). Лабораторно-технологическими испытаниями была установлена (требования ГОСТ 3226-65) высокая прочность формовочных смесей во влажном состоянии с применением глин проявлений Мысов Тузла, Панагия, Железный Рог, а также Варениковского месторождения — 0,19—0,15 МПа.

Владикавказская подзона расположена в пределах Терского прогиба, в ней выделяются Нальчикский (на западе) и Северо-Осетинский (на востоке) районы.

В **Нальчикском районе** бентонитоносность связана с морскими карбонатно-глинистыми палеоценовыми отложениями. Район расположен на сочленении Северо-Кавказской моноклинали с восточной частью Предкавказского прогиба и сложен морскими осадоч-

ными толщами мелового, палеогенового и неогенового возрастов. Меловые отложения представлены лишь маастрихтскими известняками с прослоями мергелей, а большая часть разреза относится к палеогеновым карбонатно-терригенным отложениям и неогеновым глинам и туфам. В районе опойскавана Нальчикско-Черекская бентонитоносная площадь, в пределах которой в палеоценовых отложениях (абазинская свита) выявлен пласт бентонитов, прослеженный на расстоянии 22 км от р.Кенже (на запад-северо-запад) до р.Черек (на восток-юго-восток), мощностью 15,5—33 м. Пласт сложен в основном щелочными (Na Ca) бентонитами от слабо до сильно известковистых; в близповерхностной части пласта бентониты изменены до щелочно-щелочноземельных (Na Ca) и щелочноземельных (Na Ca). Вещественный состав и технологические свойства бентонитов приведены в табл. 1. На площади выделено 6 участков: на трех, объединенных в единый Центральный участок, оценены прогнозные ресурсы P_1 в количестве 34,7 млн.т и запасы кат. C_2 19,4 млн.т. На Герпегежском участке разведано одноименное месторождение с запасами 15 041 тыс.т А В C_1 C_2 . Прогнозные ресурсы кат. P_2 Нальчикского района, локализованные на Нальчикско-Черекской площади, составляют 75 млн.т.

Бентониты Нальчикского района отличаются натриевым составом обменного комплекса и высоким качеством. Установлено, что известковистые и сильно известковистые разности щелочных бентонитов пригодны для производства буровых растворов и бурового глинопорошка; они имеют высокие показатели модифицируемости, относятся к маркам Б-5 и Б-8, после механической активации из них можно получать порошок марки ПБМА с выходом бурового раствора 20 м³/т. Слабо известковистый бентонит относится к формовочному сырью средних и низких марок. Известковистый и сильно известковистый бентониты также обладают неплохими формовочными свойствами (по прочности и термоустойчивости), но не отвечают требованиям ГОСТ из-за повышенного содержания карбонатов и сульфидной серы. Слабо известковистый бентонит пригоден для производства высококачественного адсорбента для пищевой промышленности.

В *Северо-Осетинском районе* бентонитоносность связана с морскими карбонатно-песчано-глинистыми миоценовыми отложениями — с верхней частью майкопской свиты (N_1ms_2), где оценены прогнозные ресурсы объекта Предгорная часть Республика Северная Осетия—Алания. Район расположен на южном склоне хр.Лесистый, в полосе сочленения Владикавказской котловины (на севере) с Северной моноклиналию (на юге). В геологическом строении района принимают участие верхнемеловые, палеогеновые, неогеновые и антропогеновые отложения. Бентонитоносные майкопские отложения ($P_3—N_1$) сложены известковистыми глинами (до мергели-

стых), переслаивающимися с песчаниками — в нижней части ($P_3—N_1ms_1$) и безызвестковистыми глинами с редкими прослоями песчаников — в верхней (N_1ms_2). В верхней подсерии майкопа на Скумидонском, Цраудонском, Ардонском, Хаталдонском, Кодаджинском и Майрамадагском участках предгорной части Республики Северная Осетия—Алания выявлены мощные пласты монтмориллонитсодержащих глин, отнесенных к бентонитам, имеющих весьма специфичный состав: относительно низкое содержание монтмориллонита (35—45%, редко до 50—60%), высокое содержание кварца (20—30%) и пирит (до 2—3%); изменчивый состав обменного комплекса — от щелочного (Na Mg) на Скумидонском и Цраудонском, Ардонском и Хаталдонском участках до щелочно-щелочноземельного (Mg Na) на Майрамадагском и щелочноземельного (Mg Ca Na) на Кодаджинском. Вследствие относительно низкого содержания монтмориллонита связующие, тиксотропные и прочие свойства этих бентонитов проявлены слабее, стандартная технология переработки малоэффективна. Однако предварительные лабораторные испытания показали возможность получения буровых глинопорошков при условии активации. Ранее было установлено, что эти бентониты пригодны (и с успехом применялись) в производстве комбикормов и удобрений, а также в земледелии для улучшения агротехнических свойств почвы (Тезисы докладов международной научно-практической конференции «Экологически безопасные технологии в сельскохозяйственном производстве XXI века». —Владикавказ, 2000).

Очевидно, что бентониты Северо-Осетинского района требуют доизучения, не все участки Предгорной части Республики Северная Осетия—Алания изучены до определения направлений возможного использования сырья, разнообразного по вещественному составу. Требуется выбор и разработка технологий передела природного сырья для получения кондиционной бентопродукции.

Бентонитоносность *Ставропольской минералогической области* связана с морскими песчано-глинистыми отложениями майкопской серии ($—_3—N_1$). Здесь выявлено Невинномысское месторождение монтмориллонитсодержащих глин ($N_1^1ms_3rc$), ранее разрабатывавшееся, и Лермонтовское проявление подобных глин ($—_3ms_1bt$).

Невинномысское месторождение представлено мощной (до 40 м) толщей глин, разделенной прослоями (мощность до 0,5 м) сидеритовых желваков. Верхняя часть толщи мощностью 14 м сложена монтмориллонитовой глиной (содержание монтмориллонита 50—60%) с примесью гидрослюда и каолинита. В обменном комплексе примерно в равных количествах присутствуют катионы Mg^{2+} , Na и Ca^{2+} в соотношении Mg^{2+} Na Ca^{2+} ; катионы Ca^{2+} составляют 5,4% комплекса. В средней части толщи глины као-

линит-гидролюдисто-монтмориллонитовые (содержание монтмориллонита 50%) с резким преобладанием катионов Mg^{2+} (63% обменного комплекса); в нижней — монтмориллонит-гидролюдисто-каолинитовые (содержание монтмориллонита 40%) с преобладанием катионов Mg^{2+} и Na (39 и 33% обменного комплекса соответственно). Глины верхней части толщи можно отнести к щелочно-щелочноземельным бентонитам. Разведанные запасы глин, оцененных для буровых растворов, составляют 410 тыс. т категорий А В С₁.

На *Лермонтовском проявлении* изучены средне-дисперсные гидролюдисто-монтмориллонитовые глины с щелочноземельным обменным комплексом, в котором 75% составляют катионы Mg^{2+} и 14% Ca^{2+} . Содержание монтмориллонита 50%, примеси, кроме гидролюды, каолинит и цеолиты. По вещественному составу эти глины близки щелочноземельному бентониту.

Глины Невинномысского месторождения и Лермонтовского проявления придают литейным формам высокую (по техническим требованиям 1965 г.) прочность во влажном состоянии и отнесены к первосортному формовочному сырью.

Таким образом, все проявления и месторождения бентонитов и монтмориллонитсодержащих глин приурочены к породам единой карбонатно-песчано-глинистой надформации, протягивающейся через всю Северо-Кавказскую бентонитоносную провинцию. Возраст надформации и химико-минералогическая специализация глин изменяются от плиоцена на западе (Варениковское месторождение, Ca-Mg-Na глины) до майкопа на востоке (Майрамадагский участок, Предгорная часть Республики Северная Осетия—Алания, Na-Mg- и Mg-Na глины); лишь в центральной части провинции (Центральный участок и Герпегежское месторождение, Na- и Na-Ca глины) возраст формации более древний — палеоцен (табл. 2). В целом, качество глин более древних объектов (палеоценовых) выше, чем более молодых (плиоценовых и олигоцен-миоценовых).

Наиболее крупные месторождения и объекты прогнозных ресурсов расположены восточнее Ставропольской минерагенической области в Нальчикском и Северо-Осетинском районах (восточная часть Кабардино-Балкарской Республики и широтная полоса в центральной части Республики Северная Осетия—Алания). Здесь разведанные и доступные для отработки запасы бентонитов категорий А В С₁ С₂ составляют 68% российских, апробированные прогнозных ресурсов категорий Р₁ Р₂ — около 46%, оцененные запасы кат. С₂ на прогнозных объектах —

91% российских. Разведанные запасы бентонитов начинают осваиваться, а прогнозных ресурсы и оцененные запасы С₂ находятся в нераспределенном фонде недр; они изучены в степени достаточной для выставления на конкурс или аукцион. Оба бентони-

тоносных района отличаются друг от друга как возрастом продуктивных залежей, так и качеством содержащихся в них бентонитов.

Сравнение вещественного состава и качества бентонитов Северо-Кавказской бентонитоносной провинции (см. табл. 1) в сопоставлении с ресурсами и запасами (табл. 3) показывает, что основные перспективы освоения объектов связаны именно с Нальчикским и Северо-Осетинским районами Владикавказской подзоны и, возможно, с Майкопской подзоной.

Бентониты Нальчикского района — щелочные (Na Ca) и щелочно-щелочноземельные (Na Ca), пригодны для производства буровых и формовочных глинопорошков и высококачественных адсорбентов, ресурсный потенциал значителен. Бентониты Северо-Осетинского района менее качественные (малое содержание монтмориллонита), разные по составу обменного комплекса — щелочные (Na Mg), щелочно-щелочноземельные (Mg Na) и щелочноземельные (Mg Ca Na), отличаются постоянным присутствием в обменном комплексе катионов Mg^{2+} , которые в глинах ряда участков составляют 50% комплекса. Ресурсный потенциал Северо-Осетинского района весьма значителен. Бентониты Майкопской подзоны по качеству несколько выше бентонитов Северо-Осетинского района, но ресурсный потенциал ограничивается запасами одного месторождения. Ставропольская область обладает наиболее низким ресурсным потенциалом; качество бентонитового сырья сопоставимо с качеством сырья Северо-Осетинского района.

Оценивая возможность освоения ресурсов бентонитового сырья на Северном Кавказе, следует признать наличие определенных проблем, связанных с необходимостью отчуждения территорий, на которых расположены месторождения и прогнозные объекты, для создания горнодобывающих предприятий. Майкопская подзона и Ставропольская область — это районы Краснодарского и Ставропольского краев. В них сосредоточена большая половина посевных площадей Северного Кавказа, агроклиматические условия — лучшие в России, благодаря чему, кроме зернового хозяйства, развито еще садоводство, виноградарство, рисосеяние. Поэтому освоение даже немногих объектов затруднено и будет рентабельно лишь при положительных результатах технико-экономических расчетов. Владикавказская подзона — в Нальчикском районе западная часть Нальчикско-Черекской площади — расположена вблизи курортных зон городов Нальчик, Долинск, занята базами отдыха, лесопитомником и др. Восточная часть, обладая благоприятными природными условиями, хорошими дорогами, интенсивно застраивается. Тем не менее, освоение прогнозных ресурсов бентонитов Нальчикского района возможно при условии неукоснительного соблюдения закона «О недрах» и недопущения

1. Основные параметры вещественного состава и качества бентонитов Северного Кавказа

Параметры													
Минерогенические подразделения	Содержание, %				Выход бурового раствора, м ³ /т		Марки						
	Тип бентонита (соотношение главных обменных катионов)	Содержание монтмориллонита, %	Емкость обменного комплекса, мг-экв	Na	Mg ²	песчаной фракции	алевритовой фракции	глинистой фракции	Исходная глина	Активированная глина	сырья для буровых растворов (бурового порошка)	формовочных глин	
	Майкопская подзона												
	Варениковское месторождение	Щелочной (Ca ² Mg ² Na)	50—70; среднее 60	41,6—63,1; среднее 50	24,5—36,6; среднее 30,7	4—37,4; среднее 17,3	0,42	8,15	91,43	Не определялись		М 1/2 ТЗ — М 1/3 ТЗ*	
	Ставропольская область												
	Невинномысское проявление	Щелочно-щелочноеземельный (Mg ² Ca ² Na)	50	20,9—28,8; среднее 23,5	13,4—33; среднее 26,2	33,8—63,2; среднее 45,5	9,2	68,8	21,9	2,8—3,4	Не определялись		
	Владикавказская подзона Нальчикский район												
	Центральный участок Нальчикско-Черекской площади	Щелочной (Na Ca ² Mg ²) 1) слабо известковистый; 2) известковистый; 3) сильно известковистый	1) 40,6; 2) 49,3; 3) 55	1) 35,5—45,8; среднее 41,3; 2) 38,4—50,1; среднее 42,2; 3) 25—38,3; среднее 32,5	1) 6,1—86,5; среднее 68; 2) 75,5—82,6; среднее 79,8; 3) 78,3—83,8; среднее 80,8	1) 0,03—9,3; среднее 5,1; 2) 3,8—8,2; среднее 5,6; 3) 2,5—6,5; среднее 4,7	1) 0; 2) 0; 3) 0	1) 14,8; 2) 9,1; 3) 3,2	1) 85,2; 2) 90,9; 3) 96,8	1) 5,0; 2) 5,3; 3) 5,1	3) 20	1) Б-5; 2) Б-8, Б-5; 3) Б-8, Б-5 (ПБМА)	1) С4Т ₁₋₂ до М2Т ₁ ; 2) С3Т ₁ ; 3) не-стандартная
	Герпегежское месторождение	Щелочной (Na Ca ² Mg ²)	48	48—59	33—41	2—3	6	23,3	70,7	4,5—6,3	6,6—8,7	Б-5 (ПБМГ)	М 1/2 ТЗ*
	Северо-Осетинский район, участки												
Скумидонский	1) Щелочно-щелочноеземельный (Mg ² Na); 2) щелочной (Na Mg ²)	1) 25,4; 2) 35	1) 10,2—22,2; среднее 16,9; 2) 23,8—30,9; среднее 26,9	1) 0,1—23,6; среднее 8,8; 2) 52,2—66,9; среднее 61,2	1) 37,1—87,8; среднее 65,9; 2) 19—28; среднее 25,3	1) 0; 2) 0	1) 14,3; 2) 4,2	1) 86,7; 2) 95,8	Не определялось		Нестандартная		
Цраудонский	Щелочной (Na Mg ²)	21—47; среднее 31,6	15,2—30,1; среднее 22,2	4,5—65,5; среднее 49	10,7—76,3; среднее 27,1	0	3,5—17,16	91	2,7—3,1	8,5—8,8	Б-6 (ПБМГ)	Не определялись	

Параметры													
Минерогени- ческие подраз- деления	Тип бентонита (со- отношение глав- ных обменных катионов)	Содержание монтмо- риллонита, %	Емкость обмен- ного комплекса, мг·экв	Содержание, %						Выход бурового рас- твора, м³/т		Марки	
				Na	Mg²	песчаной фракции	алеврито- вой фрак- ции	глинис- той фрак- ции	Исходная глина	Активир ованная глина	сырья для буро- вых рас- творов (бурового порошка)	формово- чных глин	
Цахцадыком- донский	Щелочной (Na Mg²)	29—43; среднее 35,6	25,7	49,8	30	0	5,4	95,45	2,7—3,1	8,5—8,8	Б-6 (ПБМГ)	Не опре- делялись	
Хатаддонский	1) Щелочно-щелочноземельный (Mg² Na); 2) щелочной (Na Mg²)	1) 37; 2) 50	1) 18,8; 2) 23,21	1) 25,6; 2) 46,9	1) 46; 2) 40	Не определялись							
Кодахджин- ский	Щелочноземель- ный (Mg² Ca² Na)	31—47; среднее 40	17,4—24,5; средняя 22	1,8—10,7; среднее 3,7	55,3—78,8; среднее 69,8	Не определялись		70	Не определялись				
Майрам- дагский	1) Щелочно-щелочноземельный (Mg² Na); 2) щелочноземель- ный (Mg² Ca² Na)	1) —; 2) 42	1) 17,25—21,99; среднее 19,7; 2) 7,82—27,61; среднее 15,42	1) 8,5—28,5; среднее 19,4; 2) 0,04—5,6; среднее 3,4	1) 53,5—76,6; среднее 62,9; 2) 21,95—82,3; среднее 58,9	1) 0; 2) 0	1) 0,4; 2) 1,7	1) 99,6; 2) 98,3	Не определялись				

Примечание. 1. Анализы и испытания проведены в АТСИЦ ФГУП ЦНИИГеолнеруд, Казань; *ВНИИЛитмаш, Москва. 2. Марки сырья для буровых растворов — ГОСТ 25795-83 «Сырье глинистое в производстве глинопорошков для буровых растворов. Технические условия (с изменениями)», для буровых глинопорошков — ТУ-39-0147001-105-93 «Глинопорошки для буровых растворов»; формовочных глин — ГОСТ 28177-89 «Глины формовочные бентонитовые. Общие технические условия», * — ГОСТ 3226-65 «Глины формовочные бентонитовые. Общие технические условия».

2. Размещение бентонитоносных горизонтов по разрезу палеоген-неогеновых отложений Северо-Кавказской бентонитоносной провинции

Система	Отдел	Подотдел	Индекс	Бентонитоносные части разреза	Майкопская подзона	Ставропольская область	Владикавказская подзона	
							Нальчикский район	Северо-Осетинский район
Неоген	Плиоцен	Средний—верхний	$N_2^{2-3}k$	Киммерийский ярус	Варениковское месторождение*			
		Нижний	N_2^1					
	Миоцен	Верхний	N_1^3					
		Средний	$N_1^2ms_2$	Верхний майкоп		Невинномысское проявление*		Предгорная часть Республики Северная Осетия—Алания*
		Нижний	$N_1^1ms_2$	Средний и нижний майкоп				
Палеоген	Оligоцен	Верхний	$P_3^2ms_1$					
		Нижний	P_3^1					
	Эоцен		P_2					
	Палеоцен		P_{1ab}	Абазинская свита			Нальчикско-Черекская площадь, Центральный участок, Герпегежское месторождение*	

*Комплексы пород с установленной бентонитоносностью, объекты.

3. Ресурсный потенциал Северо-Кавказской бентонитоносной провинции

Минерагенические подразделения провинции	Запасы, тыс.т	Прогнозные ресурсы, млн.т		
	A B C ₁	C ₂	P ₁	P ₂
Майкопская подзона	4934	—	—	—
Ставропольская область	410	—	—	—
Владикавказская подзона	8179*	45162	55,7	114
В том числе:				
Нальчикский район	8179*	26 262**	34,7	75
Северо-Осетинский район	—	18 900**	21	39

*Без Нальчикского месторождения.

**Включая оцененные запасы кат. C₂ на прогнозных объектах.

нии застройки площадей, разведанных и оцененных на средства федерального бюджета.

Северо-Осетинский район — перспективные участки с оцененными прогнозными ресурсами располагаются в полосе, занятой пастбищами, в равнинной части — пахотными землями, в гористой — лесными массивами с ценными породами (бук, дуб и др.), ку-

рортные зоны единичны (Тамиск, Урсдон), особо охраняемых территорий нет. Поэтому препятствий для организации добычи и создания перерабатывающих предприятий не должно быть. Осложнением могут явиться лишь ведущиеся лесоразработки, а также отсутствие дорог с твердым покрытием в пределах перспективных участков.

При условии освоения ресурсного потенциала бентонитов Северного Кавказа могут явиться базой создания горнодобывающих и перерабатывающих предприятий:

завод бентопорошков с активационным цехом на базе потенциального месторождения в пределах Центрального участка Нальчикско-Черекской площади для производства бентопродуктов широкого профиля применения;

завод бентопродуктов на базе потенциального мес-

торожения в пределах Предгорной части Республики Северная Осетия—Алания для обеспечения потребностей промышленности и сельского хозяйства республики;

горнодобывающего предприятия на Варениковском месторождении для обеспечения сырьем Ильского завода «Утяжелитель», работающего на привозном сырье — на бентонитах Азербайджана и Грузии и бентонитоподобных глинах Тарасовского месторождения (Ростовская область) в 440 км от завода.

Стратиграфия, региональная геология и тектоника

УДК 551.4 (571.6)

А.А.Гаврилов, 2009

Некоторые парадоксы неомобилистских палеогеодинамических моделей и реконструкций (юг Дальнего Востока)

А.А.ГАВРИЛОВ (Тихоокеанский океанологический институт им.В.И.Ильичева, ДВО РАН)

Современные геодинамические реконструкции, основанные на неомобилистских представлениях, постулируют высокую интенсивность тектонических движений и крупномасштабные (многие сотни, первые тысячи километров) перемещения литосферных плит и отдельных геоблоков территории Дальнего Востока России.

Исходя из палеомагнитных и ряда геологических данных, например, предполагается, что Сергеевский массив на юге Приморья (рассматриваемый ранее как фрагмент Ханкайского массива) занял современную позицию только в раннем мелу. За период валанжин—альб он переместился по системе левых сдвигов с юга на север на расстояние более чем 1600 км. Считается, что в конце юры произошла субдукция под восточную континентальную окраину Азии срединно-океанического хребта. Террейны юрско-раннемеловой аккреционной призмы переместились на север на расстояние около 1000 км и в альбе были присоединены к окраине континента. При этом подчеркивается, что континентальная кора Сихотэ-Алиня сформировалась за относительно короткий промежуток времени (средняя юра—альб), порядка 60 млн.лет [9, 17, 18 и др.]. Для Анюйского микроконтинента допускается отсутствие связи с Азиатским палеоконтинентом — Амурией [12] и т.д.

Вопросы структурно-формационных, тектонических и геодинамических несоответствий и многочисленных расхождений в интерпретации планетарных и региональных геологических данных при неомобилистских построениях рассматривались ранее в многочисленных работах В.В.Белоусова, И.А.Резанова, Г.М.Власова и других исследователей. В рамках короткой статьи автор хотел бы лишь акцентировать внимание на некоторых очевидных фактах и проти-

воречиях, которые не находят объяснения в региональных плейтктонических реконструкциях.

1. Во многих палеогеодинамических моделях Дальнего Востока полностью преобладают горизонтальные тектонические движения. Роль вертикальных составляющих и оценка их взаимоотношения с горизонтальными перемещениями за редким исключением, по существу, игнорируются. Хотя вся история геологического развития восточных окраин Евразии в неотектонический этап, в позднем кайнозое, связанная с формированием котловин окраинных морей, межгорных впадин и характеризующаяся почти полным отсутствием коллизионных дислокаций в их осадочном чехле, однозначно свидетельствует об обратном. Достаточно указать, что мощность рыхлых отложений в Япономорской впадине (при максимальной глубине моря 3700 м) достигает 2500 м, в Охотском море не редкость осадочные линзы мощностью до 10 000 м и более, в Желтом — до 8000 м. [11]. По данным повторного нивелирования, проведенного в три этапа (1901—1915, 1936—1943 и 1963—1971 гг.) вдоль Транссибирской магистрали от г.Ачинск до г.Владивосток, современные вертикальные движения земной коры интенсивные и дифференцированные во времени и пространстве. В 1901—1943 гг. доминировали нисходящие движения со скоростью до 50 мм в год и амплитудой 900 мм, а в 1943—1971 гг. — восходящие со скоростью 13 мм в год и размахом до 350 мм. Смена знаков и интенсивности тектонических движений отражает их волновой, колебательный характер (И.К.Туезов, С.Б.Золотарская).

2. Считать поздний кайнозой особым, исключительным этапом геологического развития нет оснований. Более того, не вызывает сомнений, что периоды

активного проявления рифтогенно-деструктивных процессов неоднократно повторялись в истории региона и ранее. Существует достаточное количество структурно-формационных, магматических и металлогенических признаков проявления рифтогенных процессов на востоке Азии уже в позднем архее (М.С.Марков, В.И.Сухов и др.). Заслуживают внимания представления о связи, так называемого геосинклинального процесса с рифтогенными преобразованиями земной коры [1, 19 и др.]. При этом помимо линейных типов геосинклинальных прогибов рифтогенной природы выделяются овальные концентрически-зональные типы геосинклиналией [5], современными аналогами которых служат окраинные моря востока Азии, впадины Мексиканского залива, Каспийского моря и другие изометричные депрессионные структуры — области интенсивного осадконакопления. Имеющиеся геолого-геофизические данные позволяют предполагать, что в основе формирования подобных структур лежат процессы глубинного очагового тектогенеза при активном участии мантийных диапиров, плюмов. Отрыв эволюции земной коры Дальнего Востока от глубинных процессов тектогенеза также не назовешь сильной стороной региональных неомобилистских моделей.

3. При средних скоростях вертикальных движений до 13 мм в год (данные повторного нивелирования Транссибирской магистрали) и устойчивости тенденций развития даже в условиях постоянно увеличивающегося денудационного среза получается, что для формирования горных сооружений с высотами до 2 км (характерная высота крупных хребтов Дальнего Востока) необходимо немногим более 150 тыс.лет. В соответствии с этими данными, возраст горных поднятий Дальнего Востока может быть в тектоническом отношении очень молодым, что вступает в противоречие с имеющимися геологическими материалами. Хорошо известны конформные отношения морфологии и высот горных хребтов Дальнего Востока с интрузивными дислокациями гранитоидов позднемезозойского и раннекайнозойского возрастов (Г.И.Худяков, Э.Н.Лишневский, В.К.Шевченко и др.), неоднократно публиковались материалы [7, 14, 15 и др.] о глубинных «корнях» горных сооружений региона. Образование сотен тысяч кубических километров эффузивных и интрузивных пород среднего и кислого составов, общее поднятие территории за счет перекомпенсированного накопления вулканитов и другие геолого-геоморфологические данные свидетельствуют о том, что именно позднемеловой и раннекайнозойский магматизм сыграл определяющую роль в формировании горных сооружений региона. Изучение Сихотэ-Алинского орогена показало, что его инфраструктура устанавливается сосуществованием сложно построенных рядов ранне-, позднемеловых и раннепалеоценовых магматических центров, связанных с глубинными разломами северо-

ро-восточного и субмеридионального простираний. Именно такой симбиоз разломных и инъективных структур обеспечил, с одной стороны, линейность, а с другой, дискретность размещения основных поднятий и ареалов магматических пород при общем линейно-узловом типе строения горной системы.

Роль первичных каркасных элементов Сихотэ-Алинского орогена принадлежит раннемеловому ряду тектономагматических поднятий, которые постепенно разрастались за счет аккумуляции интрузивных масс и инъективных дислокаций позднемелового и палеоценового возрастов. Субпараллельное размещение линейных систем ранне- и позднемеловых очаговых сооружений (угол сочленения не более 20°) отражает общее перемещение фронта гранитизации с запада на восток в ходе процессов горообразования на расстояние от 150 до 250 км. Только за сеноман-туронскую эпоху он сместился к востоку на несколько десятков километров. Эти перемещения носили дискретный скачкообразный характер и определялись последовательной тектономагматической активизацией субпараллельных систем разломов. Имеющиеся данные о 12 эпохах кислого и среднего, 13 основного и 3 ультраосновного магматизма на территории Приморья только за фанеразойский этап развития свидетельствуют о неоднократной смене направленности процессов тектономагматической активизации территории. Подобное чередование геодинамических режимов и знаков движения можно объяснить лишь с позиции дифференцированного развития тектонических элементов территории, сопряженности во времени разделенных лишь пространственно процессов рифтогенеза и орогенеза, многочисленности этапов разогрева и существенной магматической и метаморфической переработки (мигматизации) земной коры. Имеющиеся противоречия между высокими скоростями современных вертикальных тектонических подвижек и устойчивостью морфоструктурного плана на протяжении 70 млн.лет можно объяснить лишь периодической сменой знака тектонических движений и, что менее вероятно, резким изменением их интенсивности в плейстоцене—голоцене.

Представления о глубинной природе орогенных процессов базируются и на их тесных отношениях с трансрегиональными магмоконтролирующими разломами. В частности, следует обратить внимание на параллельность и структурную согласованность размещения проекций позднемезозойских магматических центров орогенного этапа тектогенеза и очаговых систем Восточно-Сихотэ-Алинского вулканоплутонического пояса, на несомненную пространственно-временную связь процессов формирования основных звеньев Катазиатского вулканоплутонического пояса. Все это плохо согласуется с коллизивно-аккреционными моделями террейнового хаотического орогенеза и надсубдукционного или коллизийного магматизма.

4. Не понятно, как при реконструкции крупномасштабных горизонтальных подвижек многими исследователями решается проблема геологического пространства. Очевидно, что зона перехода между Евразийской, Северо-Американской и Тихоокеанской мегаплитами представляет собой единую буферную геодинамическую систему. При сдвигании, раздвигании или относительной ротации мегаплит вся сеть дизъюнктивов и геоблоков зоны перехода трансформируется как целостное образование. Поэтому самостоятельные движения отдельных блоков или террейнов (типа Сергеевского террейна) на тысячи километров вне общего ансамбля структур переходной зоны носят чисто гипотетический характер. Представляется, что реконструкции перемещений отдельных террейнов без анализа тектонических трансформаций прилегающих областей и учета иерархии тектонических движений и факторов (планетарные, региональные, локальные) вряд ли можно считать корректными.

5. Различные исследователи (Е.А.Радкевич, Ю.А.Косыгин, Л.И.Красный и др.) отмечали существование упорядоченной пространственно-иерархической сети разрывных нарушений, определяющих общее макро- и микроблоковое строение зоны перехода между Евразией и Тихим океаном, линейность и границы региональных элементов структурного плана (окраинно-континентальные орогены, вулканоплутонические пояса, глубоководные желоба, островные дуги и др.). Наличие глубинных, длительно живущих каркасных разломов (Уссури-Билибинский, Западно-Сихотэ-Алинский, Центральнo-Сихотэ-Алинский, Береговой, Амгуньский, Тукуринг-Тумнинский, Сутырско-Бичинский и др.) также противоречат представлениям о крупномасштабных и хаотических перемещениях террейнов востока Азии. Многие трансрегиональные и планетарные линейные элементы можно рассматривать как тектонические маркеры, так как они пересекают разнородные и разновозрастные структуры и несут информацию об их относительных перемещениях.

6. Проведенные автором исследования [21] подтверждают дизъюнктивную природу границ впадин окраинных морей востока Азии, представляющих собой обособленные депрессионно-глыбовые морфоструктуры (геоблоки по Л.И.Красному) со специфическим режимом развития. Представляется, что их формирование связано с комбинированным действием процессов сдвигового раздвига, рифтинга и мантийного диапиризма при решающем значении глубинных структурно-вещественных преобразований земной коры. Сохранность каркасной системы разломов при активном проявлении процессов глубинного инъективного тектогенеза предполагает использование позднекайнозойскими мантийными диапирами исторически сложившейся на протяжении фанерозоя сети магмоконтролирующих каналов литосферы зоны перехода и доминирование верти-

кальных перемещений масс при относительно небольших масштабах горизонтальных подвижек.

7. На первый взгляд появление данных космической геодезии (SLR, DORIS, GPS и др.) однозначно решило вопрос в пользу мобилизма, и тектоника плит получила принципиально важное дополнительное обоснование. Однако на самом деле, ситуация продолжает оставаться достаточно неопределенной. Очевидно, что инструментальные наблюдения носят слишком кратковременный характер, чтобы приобрести силу решающих доводов. Данные инструментальных наблюдений на геодинамических полигонах о.Сахалин, Курильских островов, п-ва Камчатка (работы Н.Ф.Василенко, В.К.Захарова и др.) свидетельствуют о том, что фиксируемые движения плит и отдельных блоков могут носить возвратно-поступательный или колебательный характер, отражая периодические изменения направлений векторов поля напряжений и чередование режимов сжатия—растяжения в верхних частях литосферы, связанное, вероятнее всего, с ротационными факторами [22]. Широко известны представления о так называемых эпейрогенических движениях, аркогенезе, волновых, процессах в литосфере, которые подтверждаются в пределах региона многочисленными данными о ритмичности и цикличности процессов осадкообразования и магматизма.

8. По условиям залегания и соотношению с подстилающими образованиями мезозойские стратифицированные толщи (триас—ранний мел), расположенные на южных окраинах Ханкайского массива, в пределах эпигерцинской Лаоэлин-Гродековской области на западном побережье Амурского залива, островах Русский, Путятин, Аскольд и восточном побережье Уссурийского залива образуют отчетливо выраженный слабо дислоцированный структурный ярус, сопоставимый с платформенным чехлом (рис. 1). Специфический режим развития Ханкайского массива и его позднепалеозойского структурного обрамления как единой, относительно устойчивой области древней консолидации плохо соотносится с представлениями об интенсивных коллизионных и субдукционных процессах в мезозое на юге Приморья. Выдержанная в пространстве последовательность формационных рядов пород мезозойского структурного яруса северного Сихотэ-Алиня [6] также не соответствует моделям формирования аккреционной призмы и тектоники террейнов.

9. На фоне постулируемых активных перемещений плит и террейнов в палеозое и мезозое парадоксальным выглядит наличие в регионе длительно живущих центров эндогенной активности. Очень показателен в этом отношении Буреинский срединный массив, где магматическая активность проявлялась в позднем архее, раннем протерозое, раннем и позднем палеозое, раннем триасе, раннем и позднем мелу и, где в настоящее время расположен Кульдурский геотермальный район. Тектономагматические поднятия,



А



Б

Рис. 1. Толщи раннетриасовых песчаников и алевролитов, залегающих субгоризонтально со структурным и стратиграфическим несогласием:

А — в береговых обрывах о.Аскольд на интенсивно дислоцированных породах позднепалеозойского вулканогенно-осадочного комплекса; Б — на восточном побережье о.Русский на позднепермских гранитах

в пределах которых пространственно сопряжены интрузивы гранитоидов раннепротерозойского, позднесилурийского, позднепермского и раннемелового возрастов, выделяются и на восточных окраинах Ханкайского массива. В Гонжинском и Мамынском (рис. 2) тектономагматических поднятиях центрального типа, расположенных на северных окраинах Амуро-Зейской плиты, концентрируются тела позд-неархейских, раннепротерозойских, позднепалеозой-

ских и раннемеловых магматических пород различного состава. Полихронным и гетерогенным развитием характеризуется локальный Кондерский магматический центр, где установлено три этапа эндогенной активности: поздний рифей, поздний карбон—пермь—триас, ранний мел [9]. Многочисленными исследованиями [4, 10, 15, 20 и др.] установлено, что время активного развития позднемезозойско-раннекайнозойских рудно-магматических систем в Сихо-

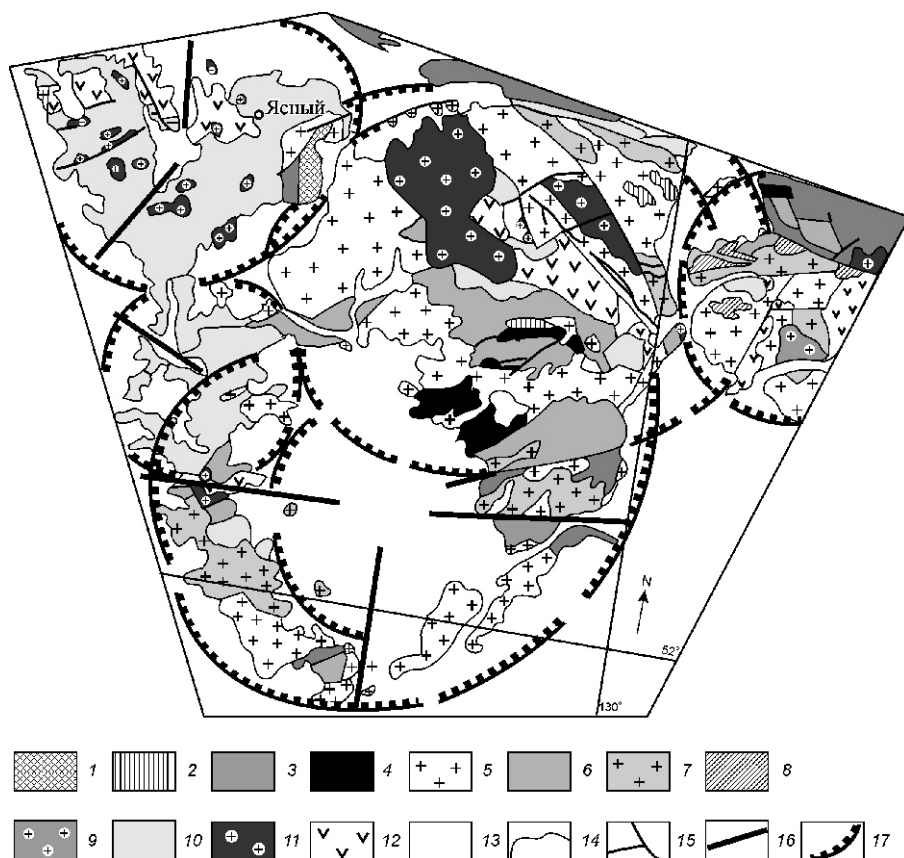


Рис. 2. Мамынская система тектономагматических поднятий. Используются данные работы [3]:

1 — архейский комплекс; 2 — гранитоиды архейского возраста; 3 — позднепротерозойский комплекс; 4 — габбро позднепротерозойского возраста; 5 — позднепротерозойские гранитоиды; 6 — ранне-среднедевонский комплекс; 7 — граниты позднего палеозоя; 8 — габбро-диориты позднепалеозойского возраста; 9 — граниты раннетриасового возраста; 10 — юрский комплекс; 11 — гранодиориты раннего мела; 12 — эффузивы раннемелового возраста; 13 — чехол рыхлых отложений; 14 — геологические границы; 15 — разломы; 16 — радиальные разломы тектономагматических поднятий; 17 — геолого-геоморфологические границы, связанные с дугowymi разломами

тэ-Алине составляет, как правило, несколько десятков миллионов лет. Например, по данным изотопных определений возраста изверженных пород и околорудных метасоматитов период активного формирования рудно-магматических систем Кавалеровского района занимает около 80 млн.лет, от альба до олигоцена [10], Баджальского — 60 млн.лет, Комсомольского — более 30 млн.лет [13], золоторудного Многовершинного рудного узла (Нижнее Приамурье) — более 40 млн.лет и т.д. Аналогичные данные о длительности формирования интрузивных комплексов оловорудных районов получены для Хинганской, Колымской и других провинций Дальнего Востока. Общая продолжительность функционирования потенциально оловоносных рудно-магматических систем на территории Дальнего Востока охватывает период с конца триаса до олигоцена и составляет более 200 млн.лет. Отчетливо выраженный пик интенсивности процессов формирования оловорудных месторождений приходится на период 96—63 млн.лет [13].

Для юга Дальнего Востока и сопредельных территорий характерны не только длительно живущие тектономагматические поднятия, но и впадины, развивающиеся унаследованно на протяжении мезозоя—кайнозоя. В качестве рифтогенно-приразломных впадин длительного развития можно указать Удско-Верхнезейскую (J_3 —Q), Верхнебуреинскую (J_3 —Q), Дептскую (J_3 —Q), Партизанскую (K_1 —Q), Раздольнинскую (T_3 —Q), Удыльско-Кизинскую (K_2 —Q) и другие отрицательные структуры. Аналогичные образования установлены и на территории Китая. В рифтогенной, богатой углеводородами впадине Сун-Ляо процесс осадконакопления продолжался с перерывами от поздней юры до кайнозоя. Мощность осадочного чехла превышает 10 км. И в настоящее время китайские геофизики по сейсмическим и гравиметрическим данным отмечают здесь наличие уменьшенной мощности земной коры и выделяют выступ астеносферы.

Очевидно, что наличие указанных и других противоречий, а также несоответствий полученных эмпирических данных и теоретических посылок ставит под сомнение эффективность использования плейт-тектонических моделей для поиска и прогноза эндогенного оруденения в пределах региона. Анализ работ, опубликованных к настоящему времени, посвященных применению палеогеодинамического анализа при формировании рудных месторождений Дальнего Востока [17, 18 и др.], показывает отсутствие оригинального набора признаков и критериев, который может быть использован при региональных и, тем более, локальных построениях. Как правило, все ограничивается рекомендациями к использованию литолого-стратиграфических характеристик аккреционных призм, наличие в них известняков, вулканогенных или терригенных образований разного состава,

который влияет на формирование генетического типа месторождений (скарновый, грейзеновый и др.). В то же время причинно-следственные связи магматизма и образования месторождений с процессами субдукции, обдукции, аккреции или коллизии остаются не доказанными. Не находят объяснения в рамках террейновых построений и так называемые процессы внутриплитовой геодинамики, в частности, внедрение в пределах выделяемых коллизионных и надсубдукционных зон глубинных мантийных плюмов или диапиров, размеры проекций которых часто заметно превышают ширину полосы возможного влияния субдукционных процессов, не говоря уже о полной необоснованности коллизионного механизма гранитообразования.

Даже приняв максимальные значения перемещений тектонических масс, достигающих по данным GPS мониторинга 15—18 см в год, трудно ожидать, что процесс растянутого во времени сжатия слаболитофицированных и обводненных пород при инверсии прогибов и впадин, где мощности осадков составляют многие километры, приведет к существенному росту температур. Слишком велики в этом случае затраты энергии на уплотнение, трансформацию пород, формирование послойных и внутрислойных дислокаций, не говоря уже о тепловых потерях и общей диссипации.

В каждом конкретном случае при образовании эндогенной геохимической аномалии того или иного уровня работает сложный комплекс факторов (структурный, энергетический, геохимический, хронологический и др.), действие которого невозможно объяснить лишь на основе реконструкции геодинамической обстановки. Поэтому появление палеогеодинамических неомобилистских моделей не привело и не может привести к созданию эффективной прогнозно-поисковой системы критериев и признаков. Давно известно, что металлогеническая специфика палеоструктурных элементов и палеогеодинамических обстановок (пассивные или активные континентальные окраины, островные дуги и др.) практически полностью отражена в специализации структурно-формационных комплексов. В то же время применяемая при неомобилистских реконструкциях идеология не позволяет в полной мере использовать предшествующие достижения отечественной и мировой металлогении. Об этом неоднократно писали известные специалисты в области рудной геологии и металлогении (В.И.Смирнов, Е.А.Радкевич, А.Д.Щеглов, Г.М.Власов, А.Митчелл, М.Гарсон, Ф.Д.Соукинс и др.). Здесь достаточно указать, что установленные в пределах региона минералого-геохимические типы месторождений, объединяемые по комплексу геологических признаков в рудные формации, достаточно хорошо увязывались с выделяемыми вулканогенно-осадочными и магматическими формациями и, соответственно, со структурно-формационными зонами. Геохронологические интервалы формирова-

ния рудно-магматических систем определенным образом коррелировались с циклами и ритмами развития длительно развивающихся прогибов (геосинклиналей), складчато-орогенных систем и сопряженных областей тектономагматической активизации. Был накоплен большой массив данных о металлогенической специализации региональных магматических формаций (В.И.Сухов, В.Г.Хомич, В.Г.Сахно и др.), сформулированы представления о рудно-магматических системах, выявлены связи оруденения с глубинными системами разломов и очаговыми структурами разной глубины заложения и возраста (Е.А.Радкевич, М.А.Фаворская, И.Н.Томсон, Г.М.Власов и др.), составлены комплекты разномасштабных металлогенических карт, атласов золото- и оловорудных полей (работы сотрудников Дальневосточного научно-исследовательского института минерального сырья) и т.д.

В рамках этого детерминистского подхода находили место различные геофизические методы изучения глубинного строения рудных узлов и районов, взаимосвязи неоднородностей верхних частей литосферы, эндогенных режимов и процессов тектономагматической активности. Был разработан и использовался широкий достаточно унифицированный комплекс магматических структурных, геохимических, литолого-стратиграфических и других признаков и критериев, который применялся как на региональном, так и локальном уровнях исследований.

На этом фоне переход к гипотетическим геодинамическим реконструкциям, основанным на крупномасштабных горизонтальных, часто хаотических перемещениях отдельных литосферных плит и так называемых террейнов, рассматриваемых как аккрецированные геологические тела регионального ранга, идентифицируемые с фрагментами палеоструктурных элементов [17], во многом разорвал причинно-следственные и историко-генетические связи рудного процесса со структурно-вещественными преобразованиями земной коры и энергонесущими глубинными структурами региона.

Было бы нелепо отрицать наличие горизонтальных движений блоков, существование сдвиговых и надвиговых коллизионных деформаций, но масштабы перемещений необходимо оценивать исходя из конкретной геологической ситуации. Амплитуды максимальных смещений в 150—200 км намечаются только в зонах отдельных региональных сдвигов (Центрально-Сихотэ-Алинский разлом). В зонах многих других региональных разломов они не превышают первых десятков километров и не выходят за пределы первых сотен метров при формировании локальных разрывов [16]. Предполагаемые левосдвиговые перемещения региональных блоков по разломам циркумтихоокеанских направлений за мезозой—кайнозой составляют не более 10% от общей протяженности складчато-орогенных и вулканогенных поясов юга Дальнего Востока, что далеко от масштабов плейттектонических построе-

ний. Столь же осторожно следует подходить к тектонической интерпретации особенностей локализации олистолитов и олистостром, которые зачастую могут иметь гравитационную природу.

Высокая степень залесенности и задернованности территории обуславливают тот факт, что большинство геологических обнажений юга Дальнего Востока расположены в пределах бортов речных долин и на морском побережье. В настоящее время приуроченность большинства речных долин к зонам разломов и тектоническая природа береговых линий региона не вызывают сомнений. Таким образом, подавляющее число разрезов, используемых в качестве базовых для плейттектонических моделей и геодинамических реконструкций, расположены в зонах разломов различного порядка. Возможно, в связи с этим складывается ошибочное представление о повсеместной высокой дислоцированности пород и необоснованно экстраполируются крупномасштабные горизонтальные подвижки.

Дальнейшее совершенствование системы признаков и критериев прогнозирования рудной минерализации, разработанных в рамках детерминистской методологии геосинклинальной концепции, моделей тектономагматической активизации и плюмовой тектоники целесообразно связывать с развитием представлений и методов изучения рудоконцентрирующих (или энергонесущих — в понимании автора) центров и зон, рассматриваемых в работах М.А.Фаворской, И.Н.Томсона, В.В.Соловьева и многих других специалистов. Перспективным, в частности, является и развитие морфоструктурно-металлогенических исследований, позволяющих синтезировать разнородную информацию и создавать сложные прогнозно-поисковые модели на основе широкого комплекса признаков (геологические, геоморфологические, геофизические, космо-, аэрогеологические, ландшафтные и др.).

Создание эндогенных геохимических аномалий любого уровня и генезиса возможно только при наличии в недрах энергетического потенциала (В.И.Смирнов, Н.И.Сафонов, С.С.Мещеряков и др.), существовании условий реализации процессов энерго-массопереноса, дифференциации, аккумуляции и сохранения высоких концентраций полезных компонентов. Поэтому проявления и месторождения полезных ископаемых необходимо рассматривать не только как геохимические, но и палеоэнергетические аномалии соответствующего уровня и возраста, тесно связанные с эндогенным режимом территории, энергетическими характеристиками недр и рельефа эпох рудообразования. Изучение минерагенических аспектов проблемы взаимодействия мантии и земной коры показывает, что очаговые системы (объемный способ передачи энергии) разного уровня глубинности и зоны магмо-, газо-, флюидо- и рудоконтролирующих разломов (канальный способ передачи энер-

гии) выступают универсальными формами структурирования геологического пространства при реализации процессов тепломассопереноса в недрах. Поэтому эти типы структур, соотносимые с рудоносными системами разного генезиса (рудно-магматические, флюидо-гидротермальные и др.) выступают главными объектами металлогенических исследований [2]. Подобный подход позволяет связать воедино идеи линеamentной и плюмовой тектоники с представлениями о существовании планетарной, региональных и локальных систем газово-флюидных и магматических центров и сопряженных с ними процессов очагового текто- и морфогенеза. С этих позиций при морфоструктурно-металлогенических исследованиях особое значение имеет выявление специфических эндогенных и экзогенных форм рельефа — индикаторов существования магматических центров и каналов, зон кумуляции и рассеивания эндогенных потоков вещества и энергии.

В ряде работ [4, 13 и др.], посвященных изучению магматизма и металлогении Комсомольского рудного района с позиций террейновых построений, ранне-позднемеловой этап магматизма рассматривается в рамках субдукционной модели. Предполагается, что территория Приамурья развивалась в это время в режиме трансформной окраины в условиях косой субдукции океанической плиты (с востока) относительно палеоконтинента — Амурии. Что дает подобная реконструкция для понимания закономерностей формирования и размещения оруденения Комсомольского района понять трудно. Необходимо отметить и тот факт, что в это время юго-восточнее формировалась Сихотэ-Алинская система раннемеловых сводово-блоковых орогенных поднятий [15], и раннемеловой гранитоидный магматизм активно проявлялся еще далее к востоку, в пределах территории Японских островов. Размещение других проявлений и месторождений олова (Хингано-Охотская провинция) на расстоянии многих сотен километров к западу от предполагаемой зоны субдукции объясняется за счет явлений внутриплитного магматизма, которые легко сопоставимы с теми же процессами тектономагматической активизации (*как тут не вспомнить известный принцип У.Оккамы о создании избыточных понятий, сущностей!*). При всех различиях в интерпретации данных, очевидно, что позднемезозойский рудогенез в разных районах Среднего Приамурья, несмотря на некоторую специфику, представляет звенья одного регионального явления, сопряженного с тектономагматической переработкой Буреинского срединного массива и других, консолидированных в позднем палеозое структур в ходе процессов окраинно-континентального позднемезозойско-раннекайнозойского орогенеза и формирования вулканоплутонических поясов.

Проведенные морфоструктурно-металлогенические исследования в Комсомольском районе показывают, что главная роль в контроле и размещении ору-

денения принадлежит двум очаговым структурам, расположенным в узле пересечения региональных глубинных разломов и рассматриваемым как проекции магматических центров (рис. 3). Одна из них (более крупная) представляет собой интрузивный купол с фрагментами вулканических покровов, сохранившихся в пределах относительно опущенных блоков складчатого основания. Другая структура, расположенная севернее, соответствует вулканотектонической депрессии, отличаясь сохранностью пород вулканического яруса и, соответственно, существенно меньшим денудационным срезом. На рис. 3 отчетливо выражена аномально высокая концентрация различных по составу интрузивных, эффузивных и эктрузивных образований, полей даек и рудных объектов в пределах выделяемых очаговых сооружений, хорошо заметно влияние их внешних и внутренних дуговых и кольцевых разломов на размещение месторождений. Особенно необходимо отметить высокую плотность месторождений в экзоконтактах интрузивного массива силинских гранитов, образующих сателлитную купольную форму в зоне интерференции более крупных очаговых структур. За пределами намечаемых проекций магматических центров ни рудных объектов, ни выделяемых рядом специалистов главных и второстепенных рудоконтролирующих структур (роль которых играют сдвиговые и сопряженные с ними разрывные дислокации) не выявлено. Подобная структурная позиция и концентрация крупных рудных объектов характерна для многих очаговых рудно-магматических систем региона [2].

Данные о глубинных «корнях» Комсомольской рудно-магматической системы, многочисленные сведения о сложном характере пространственных соотношений редкометалльной и сульфидной минерализации на разных объектах, этапности рудообразования и взаимодействии коровых и глубинных факторов рудогенеза содержат труды Ю.И.Бакулина, И.Н.Говорова, В.Г.Гоневчука и др. Предполагается, что силинский диорит-гранодиорит-гранитный комплекс образовался при плавлении алюмосиликатных пород земной коры под воздействием мантийного диапира. Длительность активного проявления магматических и рудообразующих процессов превышает 30 млн.лет [4, 13 и др.].

Проведенные ранее исследования [2] показали, что в рельефе горных областей Дальнего Востока доминируют элементы структурного плана, связанные с позднемезозойско-раннекайнозойскими этапами орогенеза и тектономагматической активизации и соотносимыми во времени с масштабными проявлениями кислого эффузивного и интрузивного магматизма в пределах орогенных и вулканоплутонических окраинно-континентальных поясов. Это открывает возможности использования морфоструктурного анализа при прогнозировании и поиске рудных объектов значительного геохронологического диапозона. Вы-

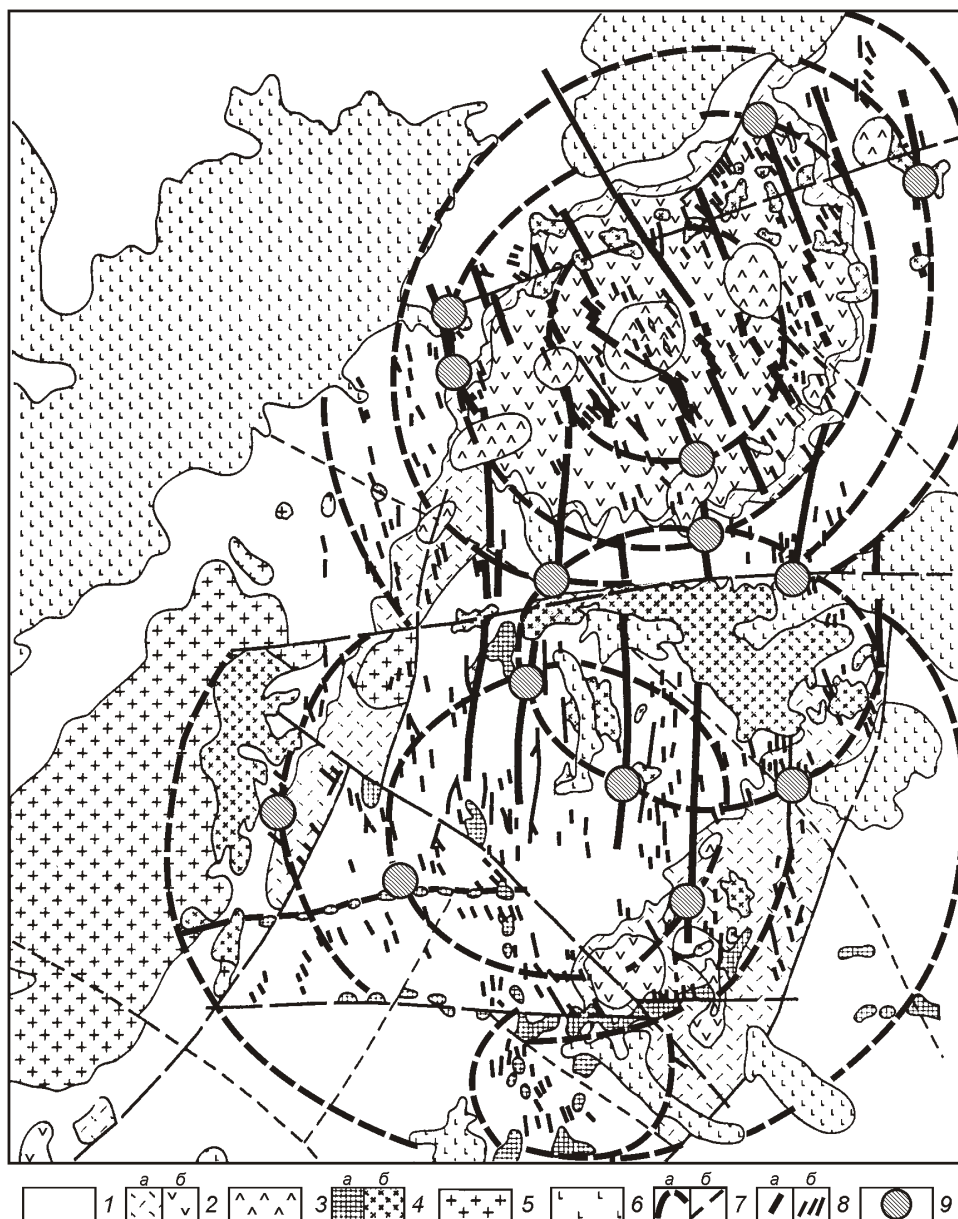


Рис. 3. Геолого-структурная схема Комсомольского рудного района. По работе [14] с упрощениями, дополнениями и в интерпретации автора:

1 — юрско-раннемеловой осадочный комплекс; позднемеловая вулканоплутоническая ассоциация; 2 — вулканиты: *а* — кислого и *б* — среднего составов; 3 — субвулканические сооружения; 4 — гранитоиды: *а* — Пурильского и *б* — Силинского комплексов; 5 — граниты Чалбинского комплекса; 6 — неогеновые платобазальты; 7 — разломы: *а* — дуговые и кольцевые, намеченные по геолого-геоморфологическим данным, *б* — установленные по геологическим данным; 8 — рудоконтролирующие структуры: *а* — главные, *б* — второстепенные; 9 — месторождения олова

сокая геолого-геофизическая информативность рельефа сопряжена с относительной дешевизной и экспрессностью используемых методов его изучения (морфометрия, морфография, материалы аэрофото- и космических съемок и др.) и возможностью использования большого объема данных. Введение понятия линейной системы очаговых структур как категории металлогенического районирования позволило ре-

ших исследований необходимо рассматривать создание базы геолого-геофизических, геоморфологических и космогеологических данных по основным рудным районам Дальнего Востока и проведение паспортизации очаговых рудно-магматических систем, относительно хорошо изученных рудных полей.

Автор выражает благодарность И.В. Червинской за помощь в подготовке компьютерных версий рисунков.

шить вопрос пространственных и иерархических соотношений линейных и изометричных рудоносных площадей и послужило основой создания унифицированной схемы соотношений категорий морфоструктурно-металлогенического районирования. Например, рудный пояс интерпретируется как ряд очаговых морфоструктур, с которыми связаны рудные районы. В их пределах выделяются рудные зоны, состоящие из более мелких магматогенных структур, контролирующих размещение рудных узлов и т.д. Существующая формализованная классификация инфраструктур очаговых систем, представления об их морфологической и структурной гомологии позволяют проводить паспортизацию проекций рудно-магматических систем с использованием широкого комплекса признаков. Особое значение приобретают идентификация скрытых инъеक्टивных и дизъюнктивных дислокаций, не всегда выявляемых в ходе геолого-съемочных работ, и изучение явления металлогенической асимметрии очаговых структур [2].

В качестве первоочередных задач дальней-

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Власов Г.М. Почему тектоника плит принимается не всеми // Тихоокеанская геология. 1989. № 2. С. 125—130.
2. Гаврилов А.А. Проблемы морфоструктурно-металлогенического анализа. —Владивосток: Дальнаука, 1993. Ч. 1, 2.
3. Геологическая карта Дальнего Востока СССР и прилегающих акваторий. Масштаб 1:1500 000. —Владивосток, 1986.
4. Гоневчук В.Г. Оловоносные системы Дальнего Востока: магматизм и рудогенез. —Владивосток: Дальнаука, 2002.
5. Зайцев Ю.А. Эволюция геосинклиналей (овальный концентрически-зональный тип). —М., 1984.
6. Кайдалов В.А. Общие закономерности строения разрезов мезозойских отложений Нижнего Приамурья и Северного Сихотэ-Алиня // Тектоника, глубинное строение и геодинамика Востока Азии. IV Косыгинские чтения. —Хабаровск, 2003. С. 17—31.
7. Каплун В.Б. Структура литосферы Дальневосточного региона по данным МТЗ // Тектоника, глубинное строение и геодинамика Востока Азии. IV Косыгинские чтения. —Хабаровск, 2003. С. 153—164.
8. Каретников А.С. О новой концепции становления массива Кондер. Тектоника, глубинное строение и минерализация востока Азии // Материалы конференции. V Косыгинские чтения. —Хабаровск, 2006. С. 154—158.
9. Кемкин И.В. Геодинамическая эволюция Сихотэ-Алиня и Япономорского региона в мезозое. —М.: Наука, 2006.
10. Кокорин А.М., Кокорина А.А., Орехов А.А. Многометалльность и высокая продуктивность локальных рудно-магматических систем Сихотэ-Алиня (на примере Арсеньевского месторождения) // Тихоокеанская геология. Т. 27. № 2. 2008. С. 29—45.
11. Международный геолого-геофизический атлас Тихого океана. —М.—С-Пб, 2003.
12. Натальин Б.А. Мезозойская коллизионная и аккреционная тектоника юга Дальнего Востока СССР // Тихоокеанская геология. 1991. № 5. С. 3—23.
13. Родионов С.М. Металлогения олова Востока России. —М.: Наука, 2005.
14. Романовский Н.П., Рейнлиб Э.Л. О мантийной природе зон разуплотнения притихоокеанских орогенных сооружений // Тихоокеанская геология. № 2. 1984. С. 87—90.
15. Томсон И.Н., Кравцов В.С., Кочнева Н.Т. и др. Металлогения орогенов. —М.: Недра, 1992.
16. Уткин В.П. Сдвиговые дислокации, магматизм и рудообразование. —М.: Наука, 1989.
17. Ханчук А.И. Палеогеодинамический анализ формирования рудных месторождений Дальнего Востока России / Рудные месторождения континентальных окраин. —Владивосток: Дальнаука, 2000. С. 5—34.
18. Ханчук А.И., Раткин В.В., Рязанцева М.Д. и др. Геология и полезные ископаемые Приморского края. Очерк. —Владивосток: Дальнаука, 1995.
19. Щеглов А.Д. Металлогения и тектоника // Тихоокеанская геология. 1985. № 6. С. 3—12.
20. Щеглов А.Д., Говоров И.Н. Нелинейная металлогения и глубины Земли. —М.: Наука, 1985.
21. Gavrilov A.A. Faults systems of Japan and Okhotsk sea regions. Comparative analysis by geological and remote sensing data // Proceedings of the 6th Pan Ocean Remote Sensing Conference (PORSEC, 2002), Bali, 3—6 September. 2002. Pp. 140—144.
22. Gavrilov A.A., Kolomiets A.G., Shestakov N.V. et al. Last processing results of the GPS measurement in Primorsky Krai and morphotectonic zoning of the East Eurasia. Regularities of the Structure and Evolution of Geospheres VII. Proceedings of VII International Interdiscip. Symposium and Intern. Geoscience Programme (IGCP-476). —Vladivostok, 2005. Pp. 103—109.

Литология, петрология, минералогия, геохимия

УДК 624.131.1(571.5)

Т.Г.Рященко, Н.Н.Ухова, Е.А.Слагода, 2009

Изучение проблемных геолого-литологических разрезов глинистых отложений с применением грунтоведческих критериев

Т.Г.РЯЩЕНКО, Н.Н.УХОВА, Е.А.СЛАГОДА (Институт земной коры СО РАН)

Параметры микроструктуры, показатели состава и физико-химических свойств глинистых отложений относятся к группе так называемых грунтоведческих критериев, которые, с одной стороны, используются как самостоятельная инженерно-геологическая информация для оценки их поведения при освоении территории, с другой, могут найти применение при изучении проблемных геолого-литологических разрезов этих отложений. В качестве оптимального варианта можно рассматривать сочетание геолого-литологических и грунтоведческих исследований, при этом грунтоведческие несут характер дополнительной информации. Примером подобной интеграции явились комплексные материалы, полученные по

разрезу геологической скв. ГС1 глубиной 25 м, расположенной на левобережье р.Белая в районе д.Мальта (Верхнее Приангарье, археологическое местонахождение Георгиевское 1) в пределах пологонаклонной поверхности, погребенный коренной склон которой образован различными по прочности породами — доломиты ангарской свиты нижнего кембрия, глины древней коры выветривания, юрские конгломераты, пески и пестрые глины неогена.

По геологическим данным, скважина вскрыла верхне- (0—11,0 м), средне- (11,0—19,5 м) и нижне-четвертичные (19,5—25,0 м) лёссовые и глинистые отложения, включающие погребенные почвенные горизонты. Установлены литологические признаки

дифференциации этих отложений в зависимости от их формирования в субэвальной аридной или перидически увлажняемой (субэвальной) обстановках. Для субэвальных образований (верхняя часть разреза до глубины 6,5 м) характерно присутствие окатанных зерен графита и кремней с полированной поверхностью. Образцы субэвальной зоны (6,5—25,0 м) на динамической диаграмме гранулометрического состава оказались в области осадков временных слабых распластывающихся водных потоков. Песчано-галечные образования, сопоставимые с русловыми фациями аллювия, здесь не встречены.

При детальном описании 23 воздушно-сухих образцов, выполненном в лаборатории грунтоведения Аналитического центра Института земной коры СО РАН, в разрезе скважины выделено 13 различных слоев: 1 — суглинок лёссовидный; 2 — суглинок коричнево-серый с характерной мелкоплитчатой структурой (погребенная почва); 3 — суглинок лёссовидный; 4 — суглинок серый, тонкоплитчатый, с темными пятнами гумуса (погребенная почва); 5 — суглинок темно-серый с обломками ракушек; 6 — суглинок серый с гумусовыми пятнами, тонкослоистый (погребенная почва); 7 — суглинок коричнево-серый с углистыми примазками и слабым ожелезнением; 8 — суглинок коричневый, тонкоплитчатый, с включениями дресвы (погребенная почва); 9 — суглинок светло-серый с многочисленными прожилками извести; 10 — суглинок светло-коричневый с прослойками шоколадной скорлуповатой глины; 11 — глина зеленоватая, тонкоплитчатая, 12 — алевроит палевоый с пятнами ожелезнения; 13 — глина коричнево-серая, тонкоплитчатая, с включениями щебня. Составлена геолого-литологическая колонка с выделением всех указанных выше элементов разреза глинистой толщи (рис. 1).

На основании геолого-литологических данных и приведенного описания 13 слоев толща разделена на четыре пачки, которые были отнесены к субэвальным (эолово-делювиальным) лёссовым (0—6,5 м, $v-dQ_3^{2-3}$) и субэвальным (делювиальным и делювиально-пролювиальным) глинистым (6,5—10,5 м, $d-hQ_3^1$; 10,5—19,5 м, $d-hQ_2^{1-2}$; 19,5—25,0 м, $d-p-hQ_1$) отложениям. Четким критерием при выделении нижнечетвертичной пачки ($d-p-hQ_1$) оказалась реакция с соляной кислотой: в интервале 0—19,5 м она фиксируется, 19,5—25,0 м — отсутствует. К числу общих особенностей разреза относится макропористость отложений, что является, вероятнее всего, следствием деградации в них многолетней мерзлоты.

Лабораторные исследования выполнены по образцам, отобранным из выделенных в разрезе четырех стратиграфо-генетических пачек. Погребенные почвенные горизонты выделены визуально, их специальное палинологическое изучение не проводилось.

Обсуждение результатов. В качестве грунтоведческих критериев при изучении толщи использова-

лись параметры микроструктуры грунта, определенные по методу «структурных диаграмм» [4], компоненты, формирующие структурные связи, и показатели некоторых физико-химических свойств (рис. 2). Кроме того, методом силикатного анализа определялся валовой химический состав отложений, который достаточно редко изучается при грунтоведческих исследованиях. Однако в нашем случае была получена весьма результативная информация: выполнена статистическая обработка данных по содержанию пороодообразующих оксидов, рассчитаны геохимические индексы [3] и проведено группирование образцов по программе «Кластер—анализ», в которой выполняется алгоритм иерархической кластеризации признаков объекта и самих объектов [2].

Параметры микроструктуры. Общее количество агрегатов в отложениях изменяется от 4 до 43%, преобладают их тонко-мелкопесчаные (0,05—0,25 мм) разновидности; тип микроструктуры преимущественно смешанный (агрегированно-скелетный и скелетно-агрегированный).

Для верхней части разреза критериями отличия оказались: отсутствие крупнопылеватых агрегатов, повышенное содержание мелкопылеватых (M^{4A}) и пониженное (10%) глинистых частиц (M^8), тонко-мелкопесчаный смешанный тип структурной модели грунта (см. рис. 1, табл. 1). Эти критерии можно отнести к признакам аридных субэвальных условий формирования лёссовых отложений.

Средняя часть разреза (вторая и третья пачки) характеризуется максимальным (40%) количеством агрегатов и присутствием (до 15—25%) крупнопылеватых их разновидностей (A^3), стабильно высоким (30—40%) содержанием глинистой фракции (M^8), смешанным тонко-мелкопесчаным и крупнопылевым типом структурной модели (см. рис. 1, табл. 1). Установленные критерии относятся к признакам субэвальных условий формирования глинистых толщ.

Наиболее четко выделяется нижняя часть разреза (четвертая пачка), что подтверждает ее особое стратиграфическое положение как более древних глинистых образований делювиально-пролювиального комплекса. К числу отличительных признаков относятся: уменьшение общего количества агрегатов, увеличение содержания первичных тонко-мелкопесчаных фракций, сокращение реального содержания фракции 0,002 мм (M^8); крупнопылеватый элементарный тип структурной модели грунта (см. рис. 1, табл. 1). Погребенные почвы достаточно четко обнаруживают «положительные пики» по содержанию фракции 0,002 мм, количеству агрегатов и коэффициенту свободы мелкопылевой фракции, «отрицательные» — по общему количеству пылеватых частиц M^{11} (см. рис. 1).

В субэвальных лёссовых отложениях одна часть тонко-мелкопесчаных агрегатов могла быть сингенетична осадку — они переносились ветром вместе с первичными песчаными частицами того же размера и

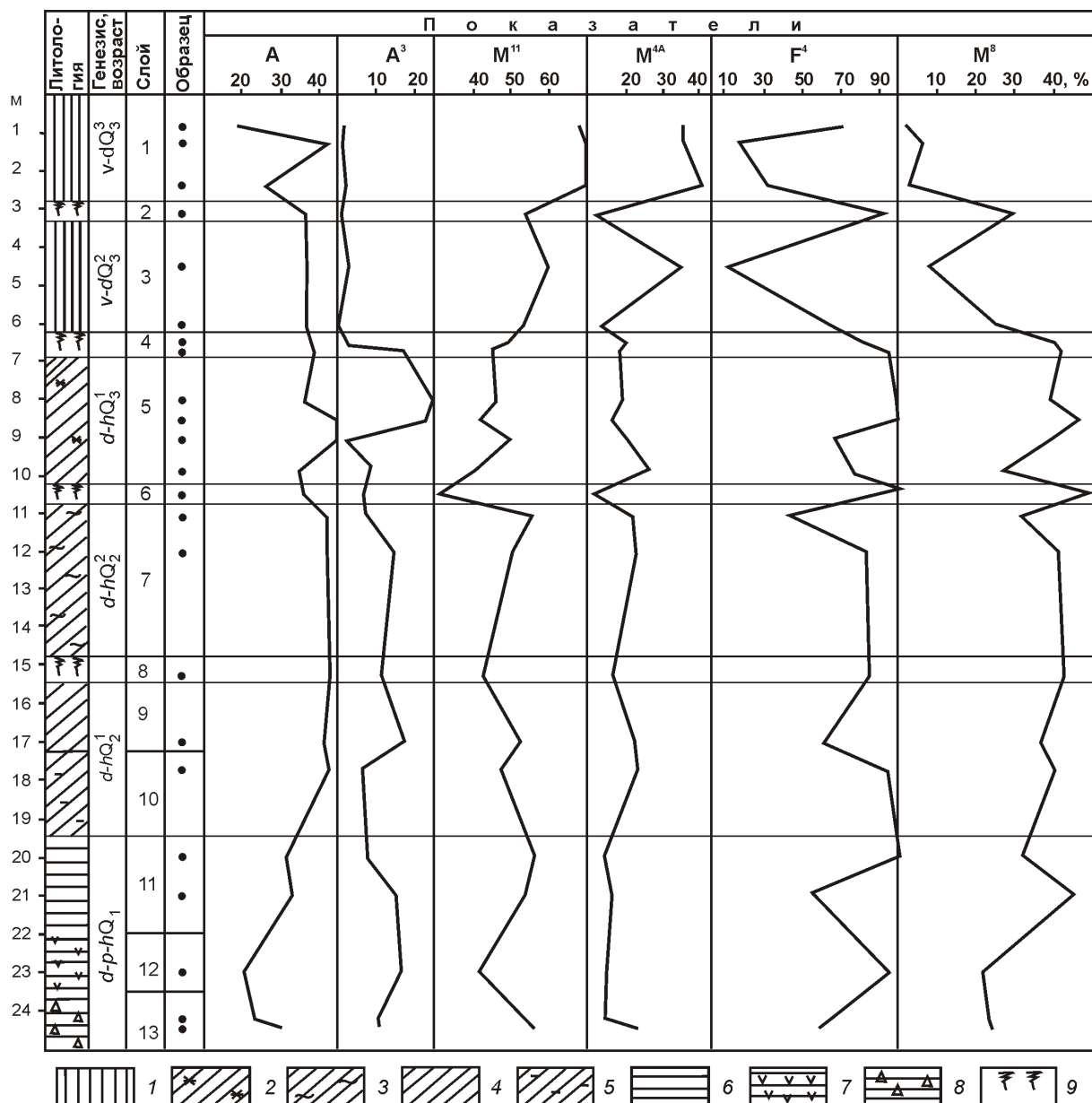


Рис. 1. Геолого-литологическая колонка и распределение показателей микроструктуры в вертикальном разрезе глинистой толщи (скв. ГС1):

1 — лёссовидные супеси, суглинки; суглинки: 2 — с включениями ракушек, 3 — пылеватые; 4 — суглинки; 5 — суглинки слоистые; 6 — глины; 7 — алевроиты, 8 — глины с включениями щебня; 9 — погребенная почва; показатели микроструктуры (в %): А — общее количество агрегатов; A^3 — содержание крупнопылеватых (0,05—0,01 мм) агрегатов; M^{11} , M^{4A} , M^8 — реальное содержание пылеватых (0,05—0,002 мм), мелкопылеватых (0,01—0,002 мм) и глинистых (0,002 мм) фракций; F^4 — коэффициент свободы мелкопылевой фракции

1. Типы структурной модели грунта (скв. ГС1)

Пачки глинистых отложений	Верхняя (первая), $v-dQ_3^3$	Средние (вторая и третья), $d-hQ_{2-3}$	Нижняя (четвертая), $d-p-hQ_1$
Тип структурной модели грунта	$X^2 G 50-70$	$X^2 G 30-70$; $X^3 G 40-70$	$X^3 G 90-100$

Примечание. X^2 , X^3 — размер преобладающих структурных элементов (первичные частицы агрегаты): тонко-мелкопесчаные (0,25—0,5 мм), крупнопылеватые (0,05—0,01 мм); G — коэффициент элементарности, показывающий долю (в %) первичных частиц в общей сумме преобладающих структурных элементов ($G \geq 80$ — элементарный, $G 80-20$ — смешанный, $G < 20$ — агрегированный тип модели)

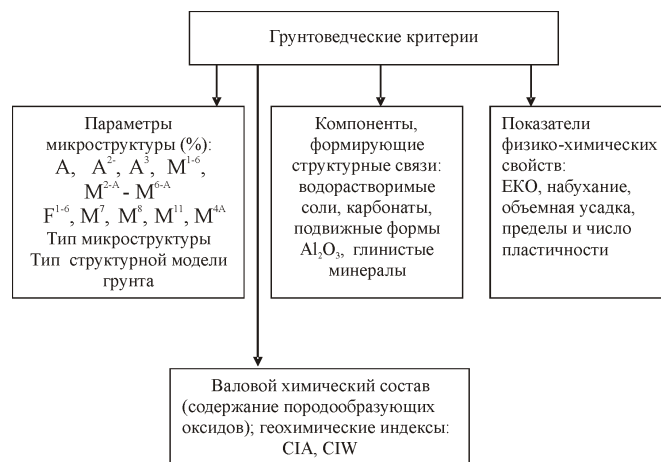


Рис. 2. Грунтоведческие критерии (показатели) глинистых отложений (скв. ГС1):

Параметры микроструктуры: А — общее количество агрегатов, в т.ч. А² — тонко-мелкопесчаных (0,25—0,05 мм) и А³ — крупнопылеватых (0,05—0,01 мм); М¹⁻⁶ — содержание первичных частиц различных размеров (1—0,25 мм; 0,25—0,05; 0,05—0,01; 0,01—0,002; 0,002—0,001; 0,001); М^{2-A}—М^{6-A} — содержание тех же частиц (кроме М¹) в составе агрегатов; F¹⁻⁶ — коэффициенты свободы фракций, представляющие отношение первичных частиц к общему количеству структурных элементов (первичные частицы агрегаты); реальное содержание фракций: М⁷ 0,001 мм, М⁸ 0,002 мм, М¹¹ — пылеватых (0,05—0,002 мм) и М^{4A} — мелкопылеватой (0,01—0,002 мм), равное сумме первичных частиц и частиц того же размера в составе агрегатов. Показатель физико-химической активности грунта: ЕКО — емкость катионного обмена (в мг-экв на 100 г вещества); CIA [Al₂O₃/(Al₂O₃ CaO Na₂O K₂O)] 100; CIW [Al₂O₃/(Al₂O₃ CaO Na₂O)] 100

крупной пылью, другая часть этих агрегатов (эпигенетическая), возможно, формировалась за счет более мелких фракций в процессе криогенных воздействий. Для субаквальных серых суглинков второй и третьей пачек можно применить гипотезу об осаждении первичных глинистых частиц в обводненной среде (болота, старицы, замкнутые понижения и временные слабые водные потоки) с одновременным склеиванием тонкоглинистых фракций в агрегаты тонко-мелкопесчаного и крупнопылеватого размера; поэтому частиц 0,002 мм в этих отложениях много (до 40%), но они пассивны, т.к. мобилизованы в агрегаты. Эпигенетические агрегаты, образование которых связано с криогенными воздействиями, также могут присутствовать, поскольку, судя по наличию макропористости, исследованная 25-метровая толща отложений находилась ранее в многолетнемерзлом состоянии. В период голоценового климатического оптимума мерзлота, по всей вероятности, деградировала.

Компоненты, формирующие структурные связи. Эти компоненты включают водорастворимые соли, карбонаты, аморфные полуторные оксиды и кремнезем, подвижные формы оксида алюминия, которые определялись в результате химического анализа водной, солянокислой и щелочной вытяжек породы, а также глинистые минералы, определение которых проводилось методом фазового рентгеноструктурного анализа. На основании выполненных исследований установлено, что к числу «маркирующих» признаков при расчленении разреза относится тип засоления, содержание катионов натрия и калия, рН, состав карбонатов и глинистых минералов.

Верхняя пачка (лёссовые отложения) имеет сульфатно-карбонатный тип засоления, обеднена катионами натрия и калия, содержит максимальное количество карбонатов (до 40—50%), среди которых главная роль принадлежит CaCO₃, характеризуется щелочной средой; глинистые минералы представлены гидрослюдой и хлоритом с различной примесью смектита.

В глинистых отложениях второй и третьей пачек отмечается сульфатно-карбонатное и карбонатно-сульфатное засоление, среди карбонатов повышается содержание MgCO₃; глинистые минералы представлены гидрослюдой и смектитом.

Нижняя пачка имеет карбонатно-сульфатный тип засоления, отличается повышенным содержанием катионов натрия и калия, нейтральной и слабокислой реакцией среды, пониженным содержанием CaCO₃ за счет FeCO₃ (по этой причине глины не реагируют с соляной кислотой); в глинистой фракции присутствуют смектит и смешанослойные минералы типа смектит—вермикулит, по-видимому, унаследованные от переотложенных миоцен-плиоценовых и докайнозойских кор выветривания. Погребенные почвы не имеют четко выраженного отличия по указанным признакам.

Показатели физико-химических свойств. По стандартным методикам [3] определялись емкость катионного обмена отложений, их набухание, объемная усадка, пределы и число пластичности. К числу общих особенностей толщи относятся ее повышенная объемная усадка (13—22%), разнородное набухание (0,1—7,0%) и слабая физико-химическая активность (емкость катионного обмена составляет 11—28 мг-экв на 100 г вещества), что связано с агрегированностью лёссовых и глинистых отложений. Критериями расчленения разреза могут служить число пластичности и предел текучести: в верхней (первая пачка) и нижней (четвертая пачка) частях разреза они меньше (соответственно 6—14 и 27—39%), чем в средней (11—24 и 36—49%). Четко выделяются погребенные почвы по увеличенным значениям числа пластичности (15—23%) и предела текучести (39—53%).

Валовой химический состав. Для расчетов по программе «Кластер—анализ» в качестве признаков

рассматривалось содержание 13 компонентов. Кластер *R*-типа выделил две группы оксидов; затем на основе установленных количественных зависимостей между компонентами химического состава образцов выполнено их группирование — кластер *Q*-типа (рис. 3). Решение второй части задачи (*Q*-тип) непосредственно отвечает главной цели исследования — является ли химический состав отложений критерием их подразделения на стратиграфо-генетические комплексы (пачки), выделенные по геолого-литологическим данным и результатам грунтоведческих исследований, которые выявили признаки их различия по тем или иным параметрам.

Образцы оказались разделенными на две основные группы (см. рис. 3, табл. 2). В первой выделяется пять подгрупп: первая и вторая соответствуют верхней лёссовой пачке, третья — второй пачке серых делювиально-болотных (субаквальных) суглинков с ракушками, четвертая объединяет два образца, которые представляют собой переходный горизонт, пятая подгруппа соответствует третьей пачке субаквальных среднечетвертичных серых пылеватых суглинков. Вторая группа включает образцы четвертой пачки — это субаквальные нижнечетвертичные суглинки. Таким образом, выполненная кластеризация (группирование) оказалась адекватной стратиграфо-генетическому подразделению глинистой толщи.

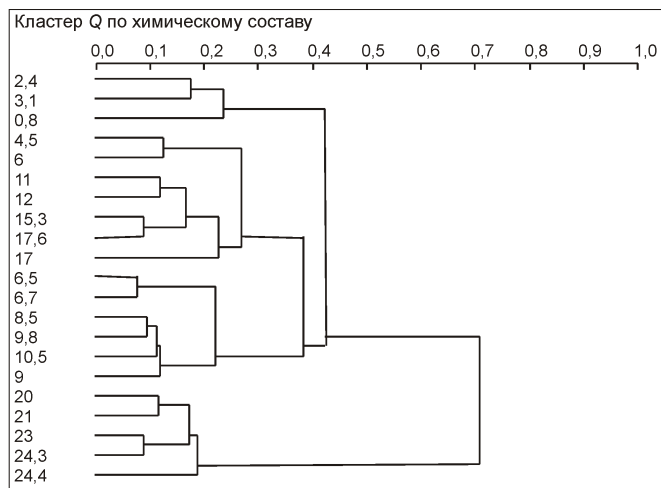


Рис. 3. Дендрограммы кластерного анализа по данным химического состава глинистых отложений (скв. ГС1):

кластер *Q*: горизонтальная ось — эвклидово расстояние, показывающее тесноту связи между объектами (образцами), вертикальная — глубина отбора (в м) образцов (объектов)

Результаты расчетов геохимических индексов (табл. 3) показали, что отложения верхней лёссовой пачки характеризуются минимальными значениями *CIA* и *CIW*, что свидетельствует о более слабой выветрелости этих образований и их тонкодисперсной

2. Группирование образцов по химическому составу (данные кластерного анализа *Q*-типа) и стратиграфо-генетические комплексы (пачки) глинистой толщи

Группы и подгруппы образцов	Глубина отбора, м	Интервалы пачек, м	Стратиграфо-генетический комплекс отложений, пачка
I	1	0,8—3,1	Лёссовидные супеси и суглинки, $v-dQ_3^{2-3}$
	2	4,4—6,0	
	3	6,5—6,0	Суглинки серые с ракушками, $d-hQ_3^1$
	4	8,5—10,5	
	5	11,0—17,0	Суглинки серые, $d-hQ_2^{1-2}$
II		20,0—24,4	19,5—24,4 Глины серые с включениями дресвы, $d-p-hQ_1$

(глинистой) части, что говорит о более холодном и сухом (аридном) климате при их образовании. Для субаквальных отложений (вторая и третья пачки) отмечаются наибольшие значения указанных индексов. Следовательно, степень их выветрелости (химической зрелости) выше. Это связано с умеренными гумидными условиями их формирования. Нижняя субаквальная пачка по значениям индексов занимает промежуточное положение относительно верхней и двух средних пачек.

На втором этапе исследований были сопоставлены по грунтоведческим критериям разрез скв. ГС1 («Мальта») с разрезом «Мерзлый Яр» (Тоджинская впадина, Тува), где была изучена 15-метровая толща голоценовых отложений, представленных ритмичным чередованием озерных серых супесей и десяти горизонтов погребенных почв, присутствие которых связывается с осушением озера и его новым образованием в результате сейсмических событий, проис-

3. Геохимические индексы отложений (обобщенные значения для каждой пачки)

Пачка	Отложения	<i>CIA</i>	<i>CIW</i>
Верхняя (1), $v-dQ_3^{2-3}$	Лёссовидные суглинки, супеси	61,90	67,29
Средние: вторая (2), $d-hQ_3^1$	Суглинки серые с ракушками	69,32	75,0
третья (3), $d-hQ_2^{1-2}$	Суглинки серые пылеватые	65,72	72,03
Нижняя (4), $d-p-hQ_1$	Глины серые с включениями дресвы	63,82	70,69

ходивших в голоцене [1]. В лаборатории грунтоведения Аналитического центра были определены параметры микроструктуры, структуроформирующие компоненты и физико-химические свойства образцов из этого разреза, предоставленных для исследований С.В.Алексеевым.

При сравнении значений грунтоведческих критериев голоценовых отложений «Мерзлого Яра» и плейстоценовой толщи «Мальта» (вторая—четвертая пачки) установлены черты их сходства и различия. Сходство определяется тем, что те и другие отложения содержат очень большое количество (63—89%) пылеватых фракций (M^{11}), среди которых главенствуют крупнопылеватые первичные частицы, характеризуются карбонатно-сульфатным типом засоления, повышенным содержанием катионов натрия и калия, а также высокой карбонатностью с преобладанием $FeCO_3$.

Отличия отложений «Мерзлого Яра» заключаются в том, что они меньше агрегированы (установлена скелетная и агрегированно-скелетная микроструктуры), обеднены глинистой фракцией (M^8 2,7—10,7%), которая имеет высокий коэффициент свободы (F^6 40—82%); встречаются образцы с хлоридно-сульфатным типом засоления; глинистые минералы представлены гидрослюдой, иногда с разбухающими паке-тами, и хлоритом, смектита практически нет; образцы слабопластичны (число пластичности 0,6—4,3%) при высоких значениях предела текучести (до 56—73%) и почти не набухают (0,1—3,5%). Причиной слабой пластичности является малое содержание глинистой фракции и отсутствие смектита. Высокий предел текучести связан с повышенным содержанием гумуса. При этом увеличивается и емкость катионного обмена (до 22—46 мг-экв на 100 г вещества).

Как показывает сопоставление данных разрезов, грунтоведческие критерии имеют больше различия, чем сходных параметров, поэтому можно предположить неадекватность генетической принадлежности изученных толщ. Если голоценовые отложения «Мерзлого Яра», согласно имеющимся геологическим данным [1], являются озерными и их циклическое строение связано с неоднократными сейсмическими событиями, то плейстоценовые субаквальные образования (вторая—четвертая пачки) разреза «Мальта» к таковым, вероятнее всего, не относятся. Нужно заметить, что дискуссия по поводу озерного происхождения «мальтинской» толщи имеет место в геологических материалах, и, тем не менее, впервые полученные комплексные данные в определенной степени позволяют представить иной сценарий ее формирования.

Можно предположить, что накоплению отложений на «мальтинском» палеосклоне предшествовал этап размыва в период необайкальского орогенного этапа конца плиоцена, завершившийся заложением позднекайнозойских впадин, к числу которых относится

Мальтинская. Глубокие прибортовые части впадины и врезанные в склоны устья ложбин заполнялись наиболее древними (Q_1 — Q_2) пролювиальными и делювиальными отложениями. Возможно, в позднекайнозойских впадинах могли существовать озера, но на изученном участке бортовой части впадины они вряд ли имели место.

По мере выравнивания палеоповерхности пролювиальные конуса и делювиальные шлейфы выдвигались к центру впадины. По геологическим данным, в разрезе скв. ГС1 четко выделяется размыв на рубеже среднего Q_2 и верхнего Q_3 плейстоцена, но он не сопровождался переменной направлений сноса и изменением режима увлажненности. Однако в конце позднего плейстоцена, в сартанское время, перестройка территории носила катастрофический характер, связанный с прорывом русла р.Белая в сторону р.Ангара по серии локальных впадин и сети разломов. Такая перестройка могла произойти только в связи с активизацией Ангарского разлома. Таким образом, здесь можно говорить о двух палеоземлетрясениях: одно из них произошло в конце среднечетвертичного времени, другое — в конце верхне-четвертичного.

По комплексу геолого-литологических и грунтоведческих критериев отложений разреза «Мальта» прослеживается изменение климатических условий в плейстоцене. Лёссовые субаэральные отложения (верхняя пачка) — продукт аридного холодного климата, глинистые субаквальные (вторая—четвертая пачки) — умеренного гумидного с разной степенью увлажненности, погребенные почвы — периоды потепления и замедления аккумуляции осадков.

По материалам исследований можно сделать следующие выводы:

1. Параметры микроструктуры, компоненты, формирующие структурные связи, показатели физико-химических свойств и данные валового химического состава глинистых отложений относятся к группе грунтоведческих критериев и выполняют свою «прямую обязанность» в процессе инженерно-геологической оценки этих образований. Одновременно, что делается крайне редко, они могут быть использованы в качестве дополнительной информации при изучении проблемных геолого-литологических разрезов глинистых отложений.

2. На примере геологических материалов опорного разреза глинистой плейстоценовой толщи (скв. ГС1) впервые выполнено изучение параметров микроструктуры по разработанному методу «структурных диаграмм» [3], определены структуроформирующие компоненты, включающие водорастворимые соли, карбонаты, аморфные оксиды и глинистые минералы, установлены показатели емкости катионного обмена, набухания, усадки и пластичности отложений. Кроме того, определен валовой химический состав пород, получены обобщенные значения геохимических индексов (CIA , CIW) для выделенных в разрезе стратиграфо-ге-

нетических комплексов (пачек) и с помощью компьютерной программы «Кластер—анализ» проведено группирование исследованных образцов.

3. Результаты интеграции геолого-литологических и грунтоведческих данных подтвердили стратиграфо-генетическое расчленение толщи на четыре пачки и позволили установить климатические изменения при их формировании.

4. Сопоставление по грунтоведческим критериям глинистых отложений разрезов «Мальта» и «Мерзлый Яр» и анализ геологических материалов позволили предположить их различную генетическую принадлежность и представить в качестве гипотезы сценарий формирования «мальтинской» толщи.

5. Представленный вариант решения «обратной задачи» по применению грунтоведческих критериев можно рекомендовать к практическому использованию как при геолого-литологических, так и инженерно-геологических исследованиях.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 07-05-01061.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аржанников С.Г., Алексеев С.В., Глызин А.В. и др. Природная обстановка в голоцене в западной части Тоджинской впадины на примере разреза Мерзлый Яр // Проблемы реконструкции климата и природной среды голоцена и плейстоцена Сибири. — Новосибирск, 2000. С. 18—29.
2. Данилов Б.С. Кластерный анализ в EXEL // Строение литосферы и геодинамика. Материалы научной конференции. — Иркутск, 2001. С. 18—19.
3. Ломтадзе В.Д. Физико-механические свойства горных пород. Методы лабораторных исследований. — Л.: Недра, 1990.
4. Ряченко Т.Г., Акулова В.В., Соколов В.Н. и др. Анализ микроструктуры лёссов из района Северного лёссового плато Китая // Геоэкология. 2000. № 3. С. 234—240.
5. Скляров Е.В., Гладкочуб Д.П., Донская Т.В. и др. Интерпретация геохимических данных. — М.: Интернет Инженеринг, 2001.

Геофизика и глубинное строение

УДК 552.11

В.И.Белоусов, 2009

Формации и структуры в электрическом поле горного обрамления Ферганской впадины

В.И.БЕЛОУСОВ

Настоящая тема посвящена описанию серии геолого-геофизических разрезов, составленных в покровно-складчатом сооружении Южного Тянь-Шаня по профилям глубинных вертикальных электрических зондирований (ВЭЗ) с разносами питающих линий 16 км. Целевым заданием этих работ было получение геофизических данных о геологическом строении района, которое согласно существующим концепциям трактуется как блоковое или как надвиговое, или покровное. Результаты данных исследований, выполненных в 1987—1991 гг. Алайской партией Киргизской геофизической экспедиции, опубликованы в работе [2], осветившей лишь главные особенности геологического строения региона. Цель представленной статьи — рассмотрение конкретных геологических тел, отразившихся в электрическом поле на глубинах до 3—8 км, и обоснованных достаточно высокой эффективностью использованного метода в исследовании многослойной и тектонически нарушенной геологической среды.

Первое глубинное зондирование (четыре точки ВЭЗ) было проведено в 1985 г. геофизиком Алайской партии Л.С.Овсянниковым в районе сурьмяного месторождения Аксай. Технологически эти ВЭЗ отличались от глубокого (АВ 8 км) зондирования тем, что были применены спаренные электродвижки и питающие линии

более крупного сечения, а также более значительным разносом приемной линии (MN 1,5 км).

В дальнейшем эта же технология была использована при выполнении глубинных зондирований по региональным профилям масштабов 1:25 000—1:50 000, пройденным с шагом 1 км по речным долинам вкрест простирающихся структур и с таким же направлением разносов питающих линий. Предпосылкой успешного применения метода являлись не только положительные результаты первого опыта, но главным образом такие особенности исследуемой области как отличная обнаженность и расчлененный рельеф с речными врезами до 1,5—2,5 км, контрастность сопротивлений пород в разрезе (терригенный флиш и глинистые сланцы с одной стороны, известняки и доломиты, магматические и метаморфические породы — с другой), значительная (до 4 км) мощность маркирующих геоэлектрических горизонтов высокоомных пород, отличающихся от низкоомных толщ повышенным (в 2—10 раз) сопротивлением, а также слоисто-расслоенное строение изучаемого разреза, осложненного складчато-разрывными дислокациями, наложенными на крупные и довольно простые структуры (синформы и антиформы). Интерпретация ВЭЗ была выполнена автором статьи: геофизическая — по беспалеточной методике, апробированной на рудных площадях, и геологическая — с

использованием данных предшествующего геологического картирования, редакционно-увязочных маршрутов и формационных [1] исследований. Метод беспалеточной интерпретации ВЭЗ был внедрен в практику Алайской геофизической партии геофизиком А.Н.Гуляевым в 1981 г. В основу метода положена формальная (геометрическая) интерпретация кривой кажущегося сопротивления (КС), при выполнении которой основной операцией является дифференцирование. Подобный способ интерпретации, основанный на дифференцировании функции кажущейся проводимости, обратной функции КС, был предложен в 1931 г. А.Петровским (В.Р.Бурсиан, 1933). В дальнейшем было осуществлено спектральное представление электрического потенциала (Стефанеску, 1972).

Согласно предложенной методике формальная интерпретация кривых выполнялась посредством их дифференцирования с учетом каждого их перегиба и без регулирования, вносящего элемент субъективизма. При построении физико-геологической модели геологическая интерпретация геофизических данных производилась сразу после вынесения на разрез сопротивлений и геологических данных дневной поверхности. Положение в разрезе границ геоэлектрических слоев определялось по точкам перегиба кривой, а величина КС — путем прослеживания выхода кривой на асимптоту. Геологическим телам, выделенным на разрезе, свойственны следующие значения КС (в Ом м): карбонатная формация (известняки и доломиты) 3000—8000, подстилающие ее песчано-глинистые отложения терригенной формации 100—1000, включения в ее составе: интрузии гранитоидов (?) 2500—5000, блок пластового тела неопределенного состава (эффузивы, силициты) 3000—6000; терригенный флиш флишево-олистостромовой формации 100—1000, чаще 300—500; песчано-глинистые отложения флишевой формации 10—150, покровы карбонатных пород алайского и ярунгузского типов разреза 1000—8000, шарьяжная пластина вулканитов основного состава 1000, вмещающие ее терригенные отложения 250—300.

Профиль Исфайрам пройден по р.Исфайрам в южном горном обрамлении Ферганской впадины (рис. 1).

В изученном регионе он занимает центральное положение и отражает основные особенности геологического строения северных склонов Туркестано-Алая. Профиль охватывает ряд тектонических (структурно-формационных) зон, выделенных в процессе предшествующих региональных исследований [8, 10]. В южной части профиля развиты мощные (до 5 км) верхнепалеозойские флишевые и молассовые отложения Сурметашского прогиба, относящиеся к Сурметашской тектонической зоне. Средняя, основная часть профиля, принадлежит зоне Высоких предгорий Алая, а северная (точки 78—80/88) — Карачатырской зоне. Зоны различаются полнотой формаци-

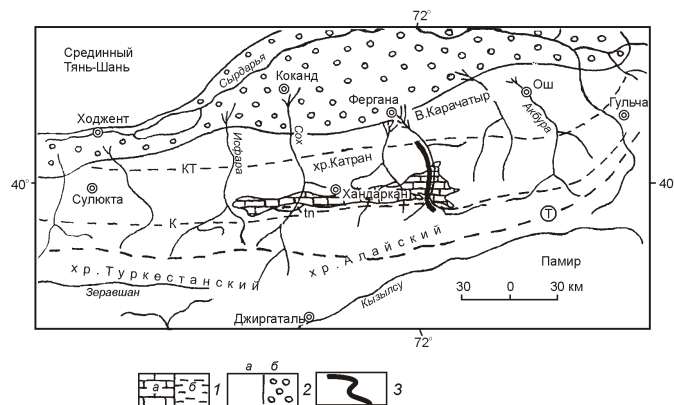


Рис. 1. Профиль глубинных ВЭЗ Исфайрам на геологической схеме района:

1 — формации: а — карбонатная, б — терригенная; 2 — флишево-олистостромовая, молассовая формации и мезозойско-кайнозойские отложения: а — северных склонов Алайского и Туркестанского хребтов, б — Ферганской впадины; 3 — линия профиля по р.Исфайрам; Т — Туркестано-Алайский разлом; тектонические границы зоны Высоких предгорий Алая: К — Каравшинский разлом, КТ — Северо-Катранский надвиг

онных рядов, а также составом и мощностями их одновозрастных средне-верхнепалеозойских формаций.

Для выяснения степени соответствия вновь полученных геофизических данных тем или иным представлениям о строении района необходимо в общих чертах рассмотреть его геологию на примере зоны Высоких предгорий Алая, отметив физические свойства слагающих ее пород. В разрезе зоны снизу вверх выделяются следующие формации (рис. 2). Терригенная (tn), местами флишеидная — низкоомные нижнесилурийские глинистые, углисто-глинистые сланцы и алевролиты с прослоями песчаников, силицитов и основных эффузивов (3 км). На геолого-геофизическом разрезе с терригенной формацией в единый низкоомный горизонт объединены относительно низкоомные базальные слои (до 0,4 км) вышележащей карбонатной формации — глинистые алевролиты, конгломераты, охристые песчаники, известняки и доломиты аксуйской свиты (верхний силур — нижний девон, лохковский ярус). Карбонатная формация (с), мощностью до 4 км — высокоомные известняки и доломиты алайского (Ал) типа разреза (нижний девон, лохковский ярус — нижний подъярус московского яруса среднего карбона). Эти отложения слагают автохтон Алайской карбонатной платформы [3], которая на юге погружается под флишевые образования Сурметашского прогиба (точки 36—39), а на севере выклинивается и срезается позднепалеозойскими надвигами в южной части Карачатырской зоны. Выше залегает флишево-оли-



Формации зон Высоких предгорий и Карачаевской: тп — терригенная, объединенная с низкоомными базальными слоями карбонатной формации, силур-лохковский ярус нижнего девона, глинистые, углисто-глинистые сланцы, алевролиты, песчаники, конгломераты; прослой кремнистых сланцев и базальтов, иногда флишoidы; ! — карбонатная (С), лоховский ярус — нижний подъярус московского яруса, автохтонный карбонатный разрез алайского (Ал) типа — известняки, доломиты, fl-o! — флишевая часть верхнего карбона, терригенный флиш, олистостромы, согласные консолидационные тектоно-гравитационные покровы и олистоплаки; коллексы флишево-олистостромовой формации: tl — толубайский, с покровами и олистоплаками карбонатных пород алайского типа разреза, нижняя часть верхнемосковского подъяруса; dd — джидалинский, с покровами и олистоплаками флишoidов и сланцев терригенной формации, средняя часть верхнемосковского подъяруса; md — майданский, с покровом карбонатных пород журунгузского типа разреза, верхняя часть верхнемосковского подъяруса; sk — сох-киргизатинский с покровом базальтов и их туфов, верхи верхнемосковского подъяруса — низы верхнего карбона; тектоно-гравитационные покровы во флишево-олистостромовой формации; карбонатные породы: 2 — известники и доломиты (ид) алайского (ал) типа разреза, живетский ярус — нижний подъярус московского яруса; 3 — известные редко доломиты (ид) журунгузского (жр) типа разреза, пражский ярус нижнего девона — нижний подъярус московского яруса; 4 — вулканические породы основного — среднего состава, нижний девон — нижний карбон; формации Сурметашско-прогиба: pl — флишевая, верхний подъярус московского яруса, алевролиты, песчаники, конгломераты, глинистые сланцы, глыбы известняков; pl-m — флишевая и молассовая, нерасчлененные, верхнемосковский подъярус — верхний карбон; конгломераты, алевролиты, песчаники, конгломерато-известняковые олистостромы; 5 — относительно высокоомные обособленные включения в низкоомном основании карбонатной формации: а — блок силицитов или вулканитов нижнего — среднего ордовика (?), б — интрузии гранодиоритов (?) раннепермского возраста. МЗ — песчано-глинистые отложения меллы — юры; 6 — альпийские нальиги (а) и прочие разновые нарушения (б); цифры в кружках: 1 — Северо-Кавказский надвиг, 2 — Одзельневский надвиг, 3 — Акташский разлом, 4 — Чуканский надвиг, 5 — Каравайнский разлом; 7 — точки ВЭЗ, интервалы относительно высоко- и низкоомных пород, кажающиеся сопротивления (в Ом м); 8 — точка ВЭЗ с разносами питающих линий (в км): а — 16 и б — 8; 9 — конечная глубина зондирования (а) и участки ступобо предположительной интерпретации (б)

стромовая [1] формация (fl—ol) позднемосковско-позднекаменноугольного возраста, мощностью до 7—9 км, включающая флишевую и олистостромовую формации, выделенные ранее на западе района [6, 16]. Она представлена низкоомным терригенным флишем и олистостромами, которые вмещают согласные доскладчатые [9, 13] конседиментационные тектоно-гравитационные [1] покровы и олистоплаки офиолитов, осадочных, вулканических и метаморфических пород. Формация расчленяется на четыре комплекса (снизу вверх): толубайский (tl) — с аллохтонными пластинами высокоомных карбонатных пород алайского (ал) типа разреза (на представленном разрезе верхняя часть толубайского флиша объединена с джидалинским комплексом в единый низкоомный горизонт), джидалинский (dd) — с олистоплаками и покровами низкоомных силурийских и девонских флишоидов тегермачской и джидалинской свит; майданский (md) — с покровами карбонатных пород ярунгузского (яр), актурского, катранбашинского и других типов разреза (в пересечение профилем попадает лишь покров известняков ярунгузского типа разреза), сох-киргизатинский (sk — в зоне Высоких предгорий присутствует за пределами профиля Исфайрам) — с покровами высокоомных эффузивов базальт-андезитового ряда, метаморфических сланцев и низкоомного серпентинитового меланжа. Следует подчеркнуть, что помимо выделенных на профиле покровов, флишево-олистостромовая формация содержит большое количество более мелких бескорневых тел различных осадочных, вулканогенных пород и меланжа ранне-среднепалеозойского возраста, которые практически не нарушают низкоомный фон флишево-олистостромовых отложений.

У южного края зоны Высоких предгорий происходит выклинивание флишево-олистостромовой формации и в северном борту Сурметашского прогиба залегают разновозрастные с ней отложения флишевой (fl) формации мощностью более 4 км, в которой местами встречаются глыбы известняков и олистостромы, но совершенно отсутствуют покровы, столь характерные для зоны Высоких предгорий Алая. Вопрос о развитии покровов на остальной площади Сурметашской зоны носит дискуссионный характер и будет рассмотрен при описании других пересечений северных склонов Туркестано-Алая. По профилю Исфайрам стратиграфическую колонку завершают неохваченные зондированием относительно низкоомные алевролиты и песчаники гжелского яруса верхнего карбона (1 км), залегающие в верхней части разреза Сурметашского прогиба и представляющие собой нижние горизонты молассовой формации (m).

Интрузивные образования исследованного района представлены раннепермскими гранитоидами; на построенном разрезе с ними условно отождествляется серия обособленных тел относительно высокоомных пород, выделяемых зондированием на глубине.

Исключение представляет изолированное пластообразное тело в интервале ВЭЗ 46—49, которое, возможно, является блоком силицитов (или эффузивов) нижнего—среднего ордовика, выдвинутым вверх в заключительную фазу каледонского диастрофизма. Позднепалеозойские широтные складчатые структуры первого порядка были созданы в конце ранней перми — в завершающую фазу герцинской складчатости [9, 13]. Эти структуры рассматриваются [7] как Андыгенско-Кичикалайская (на разрезе точки 40—55) и Каузанская (точки 68—64, центральная часть Акташ-Боординской гряды) антиформы, разделенные Охнинско-Талдыкской синформой (точки 56—65). В интервале точек 43—45 ранее выделена складка второго порядка — Чланская антиклиналь [9], которая в свете выполненных построений выступает в качестве осевой зоны позднепалеозойского Сох-Исфайрамского поднятия.

На профиле отражены наиболее крупные разрывные нарушения района. Каравшинский разлом — его восточное продолжение (см. рис. 2, нарушение 5) — ограничивает с севера флишевый трог Сурметашской зоны и Андыгенско-Кичикалайскую антиформу с юга [8, 9] и представляет собой крутопадающий сброс с опущенным южным крылом (на 2 км и более). На северном крыле Чланской антиклинали (см. рис. 2, точка 45, нарушение 4) по ВЭЗ намечается надвиг северной вергентности с амплитудой 1,5 км, отождествляемый с Нижнетегермачским надвигом, который на дневной поверхности прослеживается к западу от профиля на десятки километров до Шахмардана (В.И.Котельников, 1991), а к востоку — до верховьев Тегермача, где визуально наблюдается пологое падение сместителя [5] и надвигание известняков автохтона на песчаники джидалинского комплекса. В интервале точек 56—57 по ВЭЗ в разрезе выделяется зона Акташского разлома с относительным воздыманием южного блока на 5—6 км (см. рис. 2, разрыв 3).

Альпийские надвиги северной направленности, смещающие мезозойско-кайнозойские отложения, трактуются как обновленные позднепалеозойские разломы [12], или как новообразованные альпийские нарушения [9]. Оджельвесский надвиг (см. рис. 2, разрыв 2, точка 65) разграничивает Южный и Северный параавтохтоны зоны Высоких предгорий Алая. По зондированиям на глубине предполагается надвигание сланцевого основания карбонатной формации на отложения майданского флишево-олистостромового комплекса с амплитудой 11—13 км. К западу от р.Исфайрам надвиг смещает породы миоцена в южном борту урочища Тамаша, где в палеозойских известняках наблюдаются опрокинутые к северу складки и чешуи верхнемеловых отложений, приуроченные к оперяющим разрывам [5, 9]. Далее к западу надвиг проходит через устье р.Кичине-сая в правобережье Аксу, прослеживается в южном борту Шива-

ли-Хайдарканской кайнозойской депрессии и в подножье гор Терсей-Ахунтау, где намечается альпийский возраст этого нарушения [9]. К востоку от профиля Оджельвесский надвиг проходит по границе толубайского и майданского комплексов гор Оджельвес и Юрунтуз, далее наблюдается в левобережье Кумыздыка, срезая почти под прямым углом структуры северного крыла, идет через устье Актюбе и далее — в приосевой части Талдыкской синформы, надвигая на верхний палеозой отложения и покровы сох-киргизатинского комплекса. Северо-Катранский альпийский надвиг (см. рис. 2, разрыв 1, точки 63—64) в плане соответствует границе зон Карачатырской и Высоких предгорий. В правом борту Исфайрама в районе «Французской» копи установлено надвигание моноклинали палеозойских известняков и доломитов на смятые в складки терригенно-глинистые отложения верхнего мела—нижней юры [5]. В левобережье р.Соха по надвику отмечается взбрасывание пород палеозоя—верхнего триаса на отложения верхнемелового—эоценового возраста, а в правобережье Кырк-Кичика — палеозойских известняков на отложения плиоцена (В.И.Котельников, 1991). Фрагмент этого нарушения, ограничивающий с юга мезо-кайнозойскую Наукатскую впадину, ранее рассматривался как альпийский взброс [9]. Предполагаемая по зондированию амплитуда Северо-Катранского надвига 9 км.

Профиль Исфайрам в южной части (см. рис. 2, точки 40—55, Андыгенско-Кичикалайская антиформа) пройден по глубокому речному врезу в карбонатных породах и не охватывает зондированием толубайский и джидалинский флишево-олистостромовые комплексы, развитые в кровле карбонатной формации по бортам реки. Описание данного интервала профиля представляется неполным без рассмотрения взаимоотношения этих комплексов с карбонатной формацией в прилегающих участках лево- и правобережья р.Исфайрам. В правобережье р.Исфайрам по меридиональному профилю глубоких ВЭЗ через перевал Абшир в междуречье Копале—Тегермач намечается сокращение мощности толубайского комплекса в южном направлении от 2,5 км до 0 (в 5 км южнее оз.Яшилкуль), а в 1 км южнее этого озера — выклинивание горизонта олистоплак известняков алайского типа разреза, залегающих в верхней части толубайского комплекса. По данным глубоких ВЭЗ их мощность к северу возрастает до 400—500 м. Зона выклинивания данного горизонта проходит в северо-западном направлении в 1—3 км юго-западнее выходов среднекаменноугольных известняков в тектонических окнах Яшилкуля и верховьев Аустана. В западном направлении в междуречье Абшир—Исфайрам, на широте горы Гожай-Азиз, измеренная зондированием суммарная мощность толубайского и джидалинского комплексов уменьшается с 3 км (в устье Копале) до 600 м (в 4 км восточнее точки ВЭЗ 53). В левобережье р.Исфайрам, в верховьях

р.Куль, на широте точек ВЭЗ 51—52 и 53—54 (см. рис. 2) местами отмечается полное выклинивание толубайского комплекса и налегание отложений джидалинского комплекса непосредственно на нижнемосковские известняки карбонатной формации (В.И.Котельников, 1991). Зоне полного выклинивания отмеченных комплексов на профиле Исфайрам, по-видимому, соответствует интервал точек ВЭЗ 43—49.

Обсуждение результатов и выводы. В представленных материалах наиболее дискуссионным остается вопрос о возможности использования упрощенного метода интерпретации до глубины, равной полуразносу ВЭЗ. Подавляющее большинство специалистов-электроразведчиков, ссылаясь на ухудшение погрешности с глубиной, отрицает такую возможность, однако некоторые геофизики ее все же допускают.

В предшествующие годы при обсуждении автором данной публикации этого вопроса с А.В.Куликовым (ВНИИгеофизика) и Л.Л.Ваньяном (Институт океанологии), а А.Н.Гуляевым, по его сообщению, с В.А.Ерховым и профессором Матвеевым (Пермский университет), наметилась общая положительная тенденция решения данного вопроса: несмотря на значительные погрешности на глубине формальная интерпретация ВЭЗ способна в общих чертах отразить глубинную структуру. По этому поводу здесь следует сделать два замечания. Во-первых, при прослеживании пластообразных геологических тел по ВЭЗ с дневной поверхности на глубину сохраняются телами их параметры: контрастность сопротивлений, мощность и угол наклона. Поэтому увеличение с глубиной погрешности измерений, по-видимому, касается только определений глубины залегания кромок геологических объектов, что, в общем-то, не искажает структурный план — например, не столь важно на какой глубине намечается синклинальный перегиб, а важно определить его положение в плане. Во-вторых, утверждение об увеличении с глубиной погрешности в интерпретации ВЭЗ не всегда правильно: в горах Атбаши погрешность в определении глубины залегания кромок слоев по сравнению с данными сейсмопрофилирования и бурения (3981 м) составила на глубинах 6 и 5 км 17 и 15%, а на глубине 2,5 км — 25% [1].

Подводя итог обсуждению, необходимо все же признать, что существующая дискуссионность в отношении общей глубинности ВЭЗ диктует необходимость считать всю нижнюю часть представленного разреза (с 3 до 8 км) геолого-геофизической экстраполяцией. Однако данное заключение не может препятствовать тому, чтобы сделать определенные выводы о некоторых особенностях геологического строения района, подтвержденных с помощью ВЭЗ.

Оджельвесский, Северо-Катранский и, возможно, Нижнетегермачский надвиги, по-видимому, составляют единый структурный ансамбль с установленными

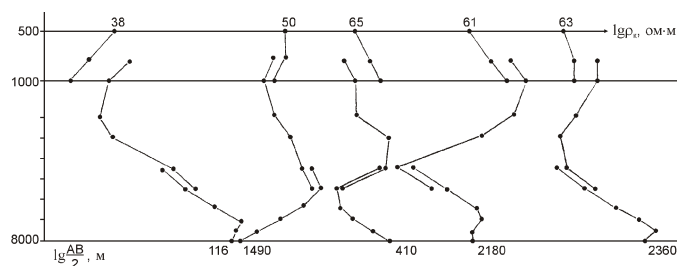


Рис. 3. Типовые графики ВЭЗ по профилю Исфайрам

ми ранее [13, с. 135] на северном склоне Алая асимметричными складками, наклоненными на север и осложненными многочисленными надвигами, пого падающими на юг. В Туркестано-Алае эти новейшие нарушения северной vergentности, а также образование кайнозойских впадин, принято связывать с коллизией Индийской и Евразийской литосферных плит [15].

Асимметричное строение Андыгенско-Кичикалайской антиформы, в северном крыле которой широко развиты флишево-олистостромовые комплексы и покровы, отсутствующие в исфайрамском пересечении на ее южном крыле, обусловлено существованием в позднем палеозое поднятия, играющего в процессе осадконакопления роль бара. В правобережье р.Соха эта шельфовая отмель выделена как Сох-Исфайрамское поднятие [9], а в левобережье [16] — как подводная Каравшинская кордильера, временами превращавшаяся в островную сушу. Во второй половине московского века — начале позднего карбона кордильера разделяла флишевые прогибы зон Сурметашской и Высоких предгорий, поставляя в трюги глыбы биогермовых известняков с богатым бентосом.

Зондирования по профилю Исфайрам прослеживаются от дневной поверхности на глубину кровли и подошвы карбонатной формации и вышележащих пластообразных тел карбонатных пород, в которых верхи разреза, как и в карбонатной формации, принадлежат нижнему подъярису московского яруса. Повторение в геологическом разрезе таких согласных пластин однотипных и разновозрастных пород свидетельствует об их аллохтонном залегании и подтверждает сложившиеся представления [10] о покровном строении Алая. Данная концепция использована в выполненных построениях, для которых немаловажное значение имели также современные представления [3, 4] о заложении на деформированном ордовикско-силурийском основании карбонатных платформ, впоследствии частично или полностью расчешуенных и захороненных во флише в процессе позднепалеозойского покровообразования.

В заключение следует отметить, что в результате выполненных глубинных зондирований составлена физико-геологическая модель района. С помощью

ВЭЗ охарактеризованы основные геологические тела горных пород (их КС, форма, мощность, характер латерального распространения и выклинивания), прослежены на глубину крупные складчатые и разрывные нарушения, откартированные на дневной поверхности, и намечено выклинивание в сторону Сох-Исфайрамского палеоподнятия мощной флишево-олистостромовой формации. Геологические тела, слагающие разрез, обладают контрастными сопротивлениями и представляют собой благоприятные объекты для изучения методом ВЭЗ, который среди всех геофизических методов, применявшихся в геологоразведочных и региональных работах, оказался наиболее востребованным [10, 11, 14]. В настоящее время в структурных исследованиях приоритет нередко отдается сейсмическим методам. Однако по детальности они уступают электроразведочным [1] и, в частности, методу ВЭЗ при зондировании пород с контрастными сопротивлениями. На рис. 3 приведены типичные графики ВЭЗ, дающие возможность читателю произвести самостоятельную их интерпретацию, чтобы сравнить с интерпретацией, выполненной автором.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белоусов В.И., Безр М.А. Флишево-олистостромовая формация Алая // Изв. вузов. Геология и разведка. 1989. № 6. С. 3—12.
2. Белоусов В.И. Геологическое строение Алая по данным глубинных вертикальных электрических зондирований // Изв. вузов. Геология и разведка. 1997. № 4. С. 3—14.
3. Бискэ Ю.С. Палеозойская структура и история Южного Тянь-Шаня. —С-Пб, 1996.
4. Бухарин А.К., Брежнев В.Д., Масленникова И.А. и др. Тектоника Западного Тянь-Шаня. —М.: Недра, 1989.
5. Вебер В.Н. Геологическая карта Средней Азии. Лист Исфара, сев. половина. —Л.—М.—Новосибирск, 1934.
6. Вихтер Б.Я., Шер С.Д. К истории геологического развития Южно-Тянь-Шаньской складчатой системы // Геотектоника. 1980. № 3. С. 72—84.
7. Зубцов Е.И., Поршняков Г.С., Яговкин А.В. Основные черты домезозойской тектоники Тянь-Шаня // Труды управления геологии Киргизской ССР. —Фрунзе, 1974. Сб. 3. С. 7—17.
8. Кухтиков М.М. Тектоническая зональность и важнейшие закономерности строения и развития Гиссаро-Алая в палеозое. —Душанбе: Дониш, 1968.
9. Поршняков Г.С. Тектонические структуры палеозоя Южно-Ферганского сурьяно-ртутного пояса // Ученые записки. САИГИМС. 1961. Вып. 6. С. 29—48.
10. Поршняков Г.С. Герциниды Алая и смежных районов Южного Тянь-Шаня. —Л., 1973.
11. Поярков В.Э. Сурья и ртуть. —М.: Госгеолтехиздат, 1955.
12. Резвой Д.П. Тектоника восточной части Туркестано-Алайской горной системы. —Львов, 1959.
13. Силицын Н.М. Тектоника горного обрамления Ферганы. —Л., 1960.
14. Федорчук В.П. Геология сурьмы. —М.: Недра, 1985.
15. Хаин В.Е. Тектоника континентов и океанов (год 2000). —М.: Научный мир, 2001.
16. Черенков И.Н. Верхнепалеозойская флишевая формация Гиссаро-Алая. —Душанбе: Дониш, 1973.

Потенциальная сейсмичность Западно-Сибирской плиты

Т.С.БЛИНОВА (Горный институт УрО РАН)

Составление карт сейсмического районирования имеет очевидное научное и практическое значение. В последнее время особую актуальность эта проблема приобрела для регионов, где число землетрясений недостаточно для использования стандартных методов сейсмического районирования. К таким регионам можно отнести Западно-Сибирскую плиту. Сейсмическое районирование Западно-Сибирской плиты проводилось по разработанной в Горном институте УрО РАН методике прогнозирования геодинамически неустойчивых зон на основе геолого-геофизических данных и определения потенциальной сейсмичности региона (рис. 1). Эти зоны отличаются свойствами среды и динамикой процессов, которые стремятся к их дестабилизации под действием региональных и глобальных сил, проявляются в сейсмичности. Методика разработана для решения вопросов сейсмического районирования слабоактивных регионов [1]. В связи с актуальностью изучения возникновения землетрясений в слабоактивных территориях рассмотрена сейсмическая обстановка для Запад-

но-Сибирской плиты. Проведен анализ сейсмичности ее территории, составлен каталог землетрясений. Создана база геолого-геофизических данных в электронном виде. Представлено решение проблемы оценки потенциальной сейсмичности региона с помощью геоинформационных технологий. Рассмотрен процесс подготовки и построения прогнозных карт максимальных магнитуд возможных землетрясений с помощью геоинформационной системы «ГЕО» [7].

Создание электронной базы данных для решения задач сейсмического районирования Западно-Сибирской плиты. Западно-Сибирская молодая платформа (плита, мегасинеклиза) — самый крупный представитель эпипалеозойских платформ мира. После герцинского орогенеза она подверглась воздыманию, денудации, рифтингу и последующему опусканию, сопровождавшемуся накоплением мощного мезозойско-кайнозойского чехла. На крайнем севере плита с ее осадочным выполнением продолжается в Карское море [14].

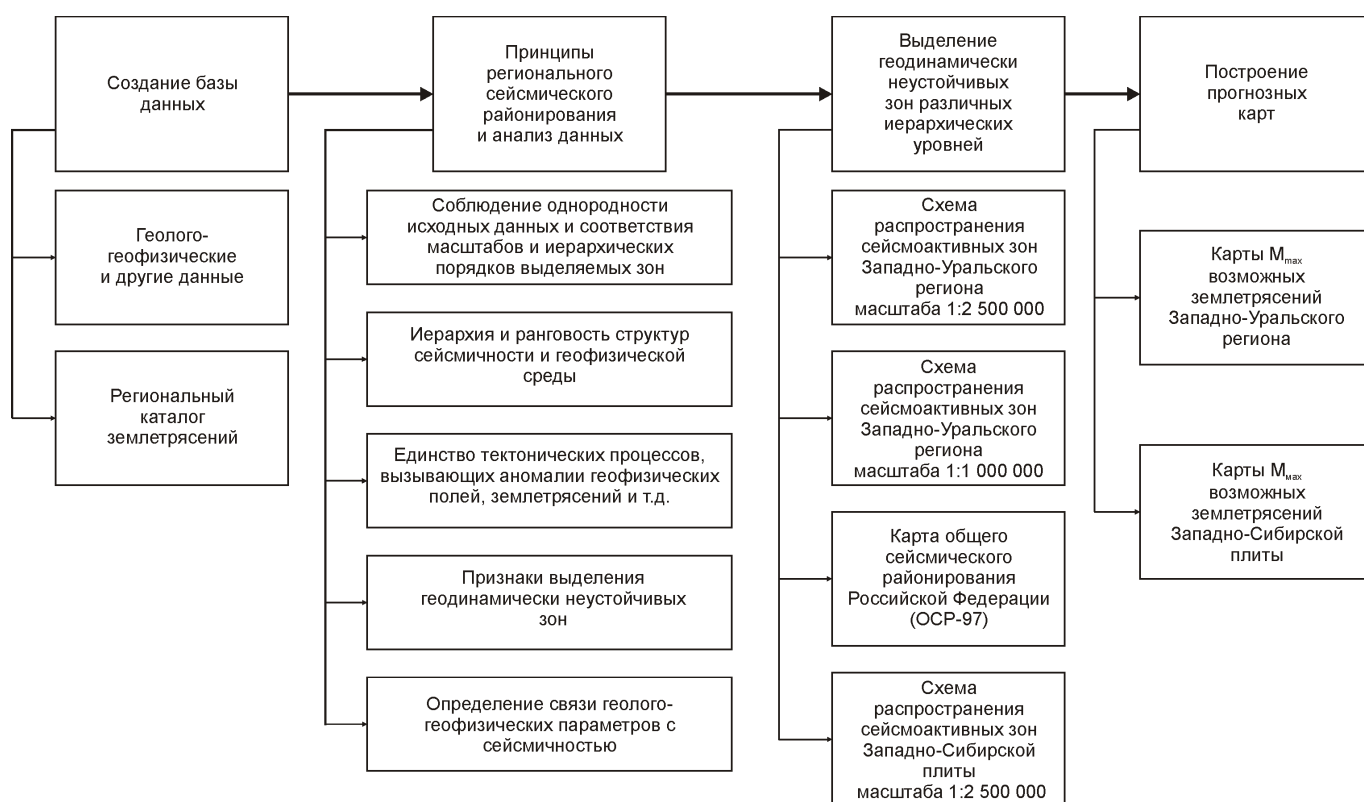


Рис. 1. Схема методики сейсмического районирования слабоактивных территорий

Западно-Сибирский осадочный бассейн с системой триасовых рифтов в его основании — пример периферического рифтинга, не приведшего к формированию океана, но сформировавшего сначала расходящуюся систему рифтов, а затем крупный осадочный чехол [10]. Доюрский складчатый фундамент имеет блоковое строение и сложен разнообразными комплексами пород. Блоки отделяются разломами разной амплитуды, протяженности и ориентировки. В строении блоков фундамента выделяется три структурно-тектонических этажа. Нижний этаж сложен кристаллическими сланцами, гнейсами, кварцитами, мраморами докембрия; средний — метаморфическими, терригенно-карбонатными и интрузивными породами нижнего—среднего палеозоя; верхний — эффузивно-осадочными (базальтовыми) толщами нижнего—среднего триаса [2]. Глубина залегания складчатого фундамента достигает 4 км. Кроме того, изучено глубинное строение Западно-Сибирской плиты по данным профилей ГСЗ Батолит, Рифт, Кратон, Кварц, Лакурья—Ошмарино. Прослежены опорные границы палеозойского складчатого фундамента, кристаллического фундамента (до 14 км) и граница Мохоровичича (40—50 км), верхняя мантия изучена методом ГСЗ до глубины 700 км. Исследования ГСЗ показали, что кора глубоких осадочных бассейнов молодых плит насыщена основными породами. В состав фундамента этой молодой платформы входят разнородные тектонические элементы. Под мезозойско-кайнозойский осадочный чехол погружаются различные комплексы окружающих ее складчатых систем [14].

Для решения вопросов сейсмического районирования Западно-Сибирская плита — сложнейший объект, о чем свидетельствует сложная тектоника, недостаточное число сейсмических станций и разработка большого числа нефтегазовых месторождений, приводящая к возникновению техногенной сейсмичности.

Первый этап решения задач сейсмического районирования — создание электронной базы геолого-геофизических и сейсмологических данных (см. рис. 1). Для этого была использована геоинформационная система «ГЕО» [7]. При создании электронной базы использовались данные Института проблем передачи информации (ИППИ РАН), Центра Региональных геофизических и геоэкологических исследований (ГЕОН), Западно-Сибирского научно-исследовательского геологоразведочного нефтяного института (ЗапСибНИГНИ), Всероссийского научно-исследовательского института геофизических методов разведки (ВНИИГеофизика), а также опубликованные материалы, представленные в виде карт масштабов 1: 5 000 000, 1:2 500 000 и 1:1 000 000. Подсистема заполнения баз знаний и фактов поддерживает следующие функции: оцифровку и редактирование вводимых со сканера графических объектов (ли-

нии, границы зон, изолинии, надписи, пиктограммы и закрашенные области), ввод и редактирование полей, вычисление числовых полей по изолиниям и по значениям, снятым в нерегулярной сетке, составление подкаталогов событий, ввод знаний о графических объектах и полях, построение и анализ карт полей, преобразование форматов данных из формата системы «ГЕО» в текстовый формат и наоборот.

Создана электронная база данных, насчитывающая около 30 карт и представляющая собой совокупность сведений о геологических и геофизических полях. Среди них можно выделить группу вещественных характеристик среды. Она включает характеристики магнитного поля, значения скоростей продольных сейсмических волн на различных поверхностях. Следующей группой признаков являются структурные показатели вмещающей среды: градиенты потенциальных полей, глубина залегания структурных поверхностей осадочного чехла, глубина залегания поверхности складчатого фундамента, глубины поверхности кристаллического фундамента и границы Мохоровичича, градиенты глубин залегания этих поверхностей, мощности различных слоев консолидированной коры, плотность разломов. Есть еще группа, в которую входят геодинамические признаки, определяющие активность отдельных участков региона. К ним относятся характеристики рельефа и геотермические характеристики земной коры.

Одна часть карт масштаба 1:5 000 000 состоит из: структурной карты поверхности фундамента (главные редакторы В.В.Семенович, Н.В.Неволин, 1982), структурной схемы поверхности Мохоровичича (С.Л.Костюченко, 1988), схемы мощности нижнего слоя консолидированной коры (С.Л.Костюченко, 1988), схемы мощности среднего слоя консолидированной коры (С.Л.Костюченко, 1988), карты скоростей продольных сейсмических волн на поверхности складчатого фундамента (С.Л.Костюченко, 1988), карты скоростей продольных сейсмических волн на поверхности кристаллического фундамента (С.Л.Костюченко, 1988), схемы скоростей продольных сейсмических волн на поверхности Мохоровичича (С.Л.Костюченко, 1988), карты теплового потока (А.Д.Дучков, 1994), схемы континентальной рифтовой системы раннего—среднего триаса Западной Сибири (В.С.Сурков, 1982) и др.

Другая часть представляет собой пакет карт масштаба 1:2 500 000 и крупнее: карта аномального магнитного поля (ответственный редактор З.А.Макарова, 1977), структурная карта по кровле заводоукской свиты — по кровле средней юры (редактор И.И.Нестеров, 1984), генерализованная структурная карта по верхнеюрскому отражающему горизонту Б (Е.В.Еханин, В.П.Жданова, 1981), генерализованная структурная карта по нижнеаптскому отражающему горизонту М (Е.В.Еханин, В.П.Жданова, 1981), структурная карта кровли занькинской свиты и ее

аналогов — по кровле верхнего мела (редактор И.И.Нестеров, 1975), карта кровли покурской свиты и ее аналогов — по кровле сеномана (И.И.Нестеров, 1975), карта разломов поверхности геосинклинальных комплексов фундамента Западно-Сибирской плиты (О.Г.Жеро, Г.М.Зайцева, В.Н.Крамник и др., 1981), схема тектонического районирования фундамента Западно-Сибирской плиты (В.С.Сурков, 1981) и др.

Третья часть карт, составляющих банк данных, получена в геоинформационной системе «ГЕО» при помощи подсистемы препарирования знаний и фактов. Она дает возможность вычисления числовых полей по схемам линейных объектов, например, полей расстояний до линейных объектов, вычисление полей плотности или суммарной длины объектов в окне, задаваемом в пространственной области. С ее помощью можно производить операции над полями. Это может быть изотропная и анизотропная фильтрация, вычисление градиента, а также вычисление полей, являющихся производными функциями нескольких исходных полей и др. В данной подсистеме «ГЕО» была построена карта плотности разломов без учета их рангов, а также карты максимальных и минимальных значений глубин залегания кристаллического фундамента. Практически для всех геолого-геофизических характеристик, если это имело физический смысл, были рассчитаны и построены карты их горизонтальных градиентов.

Неотъемлемой частью базы данных, предназначенной для решения вопросов сейсмического районирования, является каталог землетрясений. Каталог составлен для Западно-Сибирской плиты в пределах трапеции $N\ 52—75$ — $E\ 60—92$. Для этого был использован «Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г.», данные сейсмологических бюллетеней (Геофизическая служба РАН, Обнинск), сведения о Тюкалинском землетрясении И.П.Габсатаровой [3], а также каталог Международного сейсмологического центра через сайт ISC [9]. Каталог Западно-Сибирской плиты содержит только тектонические землетрясения, из него исключены техногенные события, которых в данном регионе происходит достаточно много. Он содержит землетрясения магнитудой от 1,7 до 5,8.

Для слабоактивной Западно-Сибирской плиты характерна наведенная сейсмичность из других регионов. Например землетрясение на Алтае 27 сентября—1 октября 2003 г. В Нижневартовске на удалении 1400 км от эпицентра землетрясения по данным Центральной сейсмической обсерватории г.Обнинск зарегистрированы события интенсивностью 2—3 балла по шкале MSK-64.

Для Западно-Сибирской плиты характерна и техногенная сейсмичность, связанная с разработкой нефтегазовых месторождений. На территории Ханты-Мансийского автономного округа был проведен

сейсмологический мониторинг в 2000—2003 гг. Геофизической службой Сибирского отделения РАН (г.Новосибирск). Всего было заложено 9 сейсмологических станций, причем три из них расположены в Нижневартовском районе. За трехлетний период наблюдений на территории Ханты-Мансийского автономного округа зарегистрировано несколько сотен сейсмических событий приповерхностной локализации, причиной которых является техногенная деятельность, связанная с разработкой нефтегазовых месторождений [2].

Для Западно-Сибирской плиты характерно также и проявление тектонических землетрясений. Известны землетрясения в исторический период. Это два землетрясения — Ишимское 29 января 1849 г. $M\ 3,9$, и Ишим-Иртышское 13 февраля 1904 г. $M\ 5,8$. Известно, что 13 февраля 2003 г. произошло землетрясение недалеко от г.Тюкалинск в Омской области $M_L\ 2,5$. Землетрясение наблюдалось между этими двумя очаговыми зонами [3].

Прогнозирование геодинамически неустойчивых зон по комплексу геолого-геофизических и сейсмологических данных. Вторым этапом разработанной методики является выделение геодинамически неустойчивых зон по комплексу геолого-геофизических данных (см. рис. 1). Предложенный комплекс признаков выделения таких зон был разработан для территории Западно-Уральского региона, расположенного в пределах трех геоструктур земной коры: восточная окраина Восточно-Европейской платформы, Предуральский краевой прогиб и Западно-Уральская складчатая зона [1].

Для Западно-Сибирской плиты использованы ранее определенные признаки выделения геодинамически неустойчивых зон в рамках имеющейся базы данных. Для прогнозирования таких зон была использована схема континентальной рифтовой системы раннего—среднего триаса Западно-Сибирской плиты [8], схема тектонического районирования фундамента Западно-Сибирской плиты [13] и карта рельефа поверхности геосинклинальных комплексов фундамента Западно-Сибирской плиты с нанесенными на нее разломами [12]. Зоны тройного сочленения разнонаправленных рифтов, располагающихся с севера на юг в субмеридиональном направлении Западно-Сибирской плиты и глубинные разломы, выделяемые авторами на этих картах, а также зоны сочленения мегасдвигов были использованы для выделения геодинамически неустойчивых зон.

В континентальной коре Западно-Сибирской плиты развита палеорифтовая система триасового возраста с характерными для нее геофизическими, глубинными, термальными, структурными и геологическими признаками, причем часть рифтов, вероятно, унаследована от более древних. Развитие рифтов в пределах региона доказывается повышением температуры на глубине 1 км на 3—4 °С относительно

окружающих пород в южной части региона и на 10—15 С — в его центральной части. Формирование рифтовых структур в условиях растяжения континентальной коры, сопровождалось утонением, прогревом, повышением проницаемости на фоне контрастных блоковых движений по глубинным разломам. Для многих древних рифтов установлена неоднократная (вплоть до новейшего времени) регенерация или реактивизация глубинных разломов, а для некоторых и современная сейсмичность [11]. В погребенном под мощным мезозойско-кайнозойским осадочным чехлом фундаменте Западно-Сибирской плиты выделяются разломы сдвиговой природы северо-восточного и северо-западного направлений. Они образуют зоны сочленения разломов [13]. Как известно, при определенных характеристиках эти структуры имеют большое прикладное значение для определения мест возможных очагов землетрясений и местоположения геодинамически неустойчивых зон [1]. Системы региональных разломов определяют блоковое строение региона. Размеры тектонических блоков таковы, что происходит процесс накопления напряжений, достаточных для инициирования землетрясений до 6—7 баллов [13]. Намеченные геодинамически неустойчивые зоны Западно-Сибирской плиты подтверждаются и другими ранее предложенными признаками [1]. Они проявляются в уменьшении глубины залегания границы Мохоровичича, а глубина до поверхности кристаллического фундамента наоборот увеличивается для рассматриваемых зон, такое поведение границ в пределах этих зон связано с процессами, происходящими в мантии. Мощность нижней части консолидированной коры связана с границей Мохоровичича. Данный слой наиболее мощный и монолитный внутри консолидированной коры. Геодинамически неустойчивые зоны проявляются в уменьшении глубины залегания нижнего слоя консолидированной коры. Еще одним признаком выделения этих зон является тепловой поток Западно-Сибирской плиты. Его значения увеличиваются в пределах таких зон. Границы геодинамически неустойчивых зон на картах плотности разломов и горизонтальных градиентов различных параметров проявляются повышенными значениями полей по сравнению с их значениями в самих зонах.

На территории Западно-Сибирской плиты выделено три геодинамически неустойчивых зоны. Одна из них расположена в северо-центральной, вторая — в южно-центральной и третья — в западной части региона (рис. 2).

Третьим этапом явилось определение связи сейсмичности с различными геолого-геофизическими параметрам (см. рис. 1). Анализ глубин залегания поверхности Мохоровичича Западно-Сибирской плиты показал, что эпицентры землетрясений группируются в местах ее подъема и резкого изменения глубины до этой границы. При общем изменении параметра

для региона от 49 до 36 км, проявлению сейсмичности благоприятствует уменьшение глубин залегания поверхности с 39 до 36 км. На карте горизонтального градиента глубин залегания поверхности Мохоровичича эпицентры землетрясений расположены в местах, где значения градиентов составляют 5—50 м/км при изменении параметра для всего региона от 0 до 100 м/км.

Диапазон изменения глубин залегания кристаллического фундамента Западно-Сибирской плиты составляет 2—15 км. Глубина до его поверхности в местах расположения эпицентров землетрясений изменяется от 2 до 7 км. Изменение горизонтального градиента глубин залегания фундамента составляет 10—320 м/км, эпицентры землетрясений расположены в зонах со значениями 1—60 м/км.

Высокие тепловые потоки наблюдаются в зонах растяжения и фильтрации глубинных флюидов. К таким регионам можно отнести Западную Сибирь. Тепловой поток в регионе изменяется в диапазоне 31—68 мВт/м², в местах расположения эпицентров землетрясений — в пределах 50—68 мВт/м². Была построена карта горизонтального градиента теплового потока Западно-Сибирской плиты. Диапазон изме-

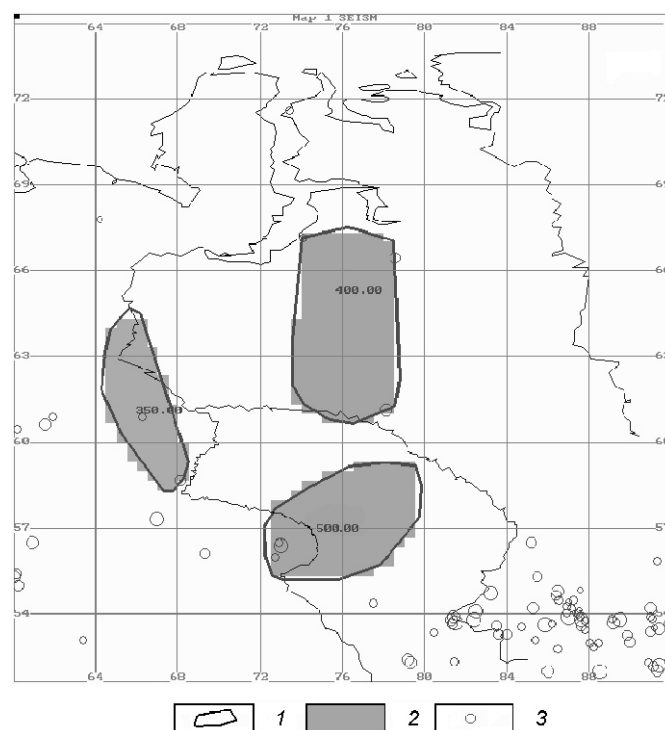


Рис. 2. Геодинамически неустойчивые зоны Западно-Сибирской плиты:

1 — выявленные по комплексу геолого-геофизических данных; 2 — региональная модель геодинамически неустойчивой зоны, полученная с применением геоинформационной системы «ГЕО», (цифры внутри зон — максимальные значения магнитуд землетрясений, умноженные на 100); 3 — эпицентры землетрясений

нения горизонтального градиента теплового потока в местах расположения эпицентров землетрясений в основном составляет $(0-50) \cdot 10^{-3}$ мВт/м²/км при изменении параметра для региона в пределах $(0-200) \cdot 10^{-3}$ мВт/м²/км.

Проведены исследования характеристик магнитного поля с целью определения их связи с сейсмичностью. На карте аномального магнитного поля эпицентры землетрясений располагаются в зонах со значениями от 70 до 290 нТ, при диапазоне изменения поля в регионе от 500 до 500 нТ. Сократился диапазон изменения значений горизонтального градиента аномального магнитного поля, связанного с эпицентрами землетрясений. Землетрясения группируются в тех участках региона, где значения горизонтального градиента аномального магнитного поля изменяются в диапазоне 1—4 нТ/км при изменении его в регионе от 0 до 140 нТ/км.

Такие соотношения диапазона изменения параметров по всему региону к интервалу, связанному с сейсмичностью, позволяют считать приведенные параметры информативными для расчета карт максимальных магнитуд возможных землетрясений. Всего было выявлено около 20 информативных признаков, которые использованы для построения карты $M_{\max}$ возможных землетрясений Западно-Сибирской плиты.

Построение прогнозных карт максимальных магнитуд ($M_{\max}$) возможных землетрясений для Западно-Сибирской плиты. Основные положения метода. Построение карты $M_{\max}$ основано на том, что значение $M_{\max}$ в произвольной точке карты зависит от комплекса геологических, геофизических и сейсмических характеристик $x = (x_1, x_2, \dots, x_i)$, которые описывают физико-механические свойства и историю движений блоков земной коры, для которой определяется значение $M_{\max}$. Таким образом, построение карты $M_{\max}$ сводится главным образом к задаче аппроксимации функции многих переменных $M_{\max}(x_1, x_2, \dots, x_i)$ по выборке экспериментальных данных [4, 5]. В практических задачах обычно знание о характере зависимости между прогнозируемой величиной и геолого-геофизическими признаками носят качественный характер. Из общих теоретических положений или, пользуясь качественными моделями и эмпирическими данными, специалист может определить характер изменения прогнозируемой величины в зависимости от изменений отдельно каждого из признаков при условии неизменности остальных [4, 5]. Эти знания используются для подбора серии геолого-геофизических карт, характеризующих потенциальную сейсмичность региона. Каждый узел сетки, покрывающей регион, описывается вектором характеристик $x = (x_1, x_2, \dots, x_i)$. Для небольшой части узлов сетки (учебная и контрольная выборки) указываются экспертные оценки значений $M_{\max}$. Зависимость $M_{\max}(x)$, представленная реализациями учебной выборки, аппроксимируется в некотором заранее

заданном классе функций $F(x, a)$ а A , где A — область допустимых значений вектора параметров $a = (a_1, a_2, \dots, a_k)$. Качество аппроксимации при найденном значении вектора параметров $\hat{a}$ проверяется на контрольной выборке. Функция $F(x, a)$ используется для прогноза $M_{\max}$ во всех остальных узлах сетки [4, 5]. Прогнозирующую функцию в системе «ГЕО» можно определить из выражения:

$$F(x, a) = \sum_{i=1}^I f_i(x_i, a), \quad (1)$$

где $f_i(x_i, a)$ — кусочно-линейная функция от признака x_i , в которой узлы заранее заданы, а вектор оцениваемых параметров a определяет значения функции в узлах. Начальные значения узлов излома переменных x_i задаются автоматически, затем они могут быть изменены пользователем. Выбранный класс функций позволяет при относительно малой размерности вектора параметров учесть имеющиеся у специалистов представления о непрерывности зависимости прогноза от геолого-геофизических признаков и о характере нелинейности искомой закономерности. Кроме того, этот класс функций удобен при интерпретации результатов прогноза: каждую из функций $f_i(x_i)$ можно интерпретировать как нелинейный вклад признака x_i в прогноз, а прогнозное поле — как сумму полей нелинейно преобразованных признаков [4].

Знания о значениях прогноза в выборке пунктов региона формализованы и представлены в виде интервальных экспертных оценок. Вид интервальной экспертной оценки Q подбирается таким образом, чтобы методика оценивания была простой и удобной для эксперта и вместе с тем обеспечивала получение достаточно полной информации о величине $M_{\max}$:

$$Q = (m^{(1)}, m^{(2)}, w^{(1)}, w^{(2)}), \quad (2)$$

где $m^{(1)}, m^{(2)}$ — границы интервала, внутри которого значения $M_{\max}$, по мнению эксперта, наиболее вероятны и равновероятны; $w^{(1)}, w^{(2)}$ — весовые коэффициенты, с помощью которых эксперт указывает степень своей уверенности в возможности того, что $M_{\max}$ соответственно меньше или больше границы интервала $m^{(1)}$ или $m^{(2)}$ [4, 5].

Алгоритм оценивания вектора параметров $\hat{a}$ прогнозирующей функции $F(x, a)$ состоит в аппроксимации совокупности экспертных оценок величины $M_{\max}$ в точках учебной выборки:

$$\hat{a} = \underset{a \in A}{\operatorname{argmin}} \sum_{n=1}^N \sum_{q=1}^Q r(F(x_n, a), Q_{q,n}) \quad (3)$$

где $Q_{q,n}$ — интервальная оценка значения прогнозируемой величины, назначенная q -м экспертом в n -ой точке выборки; x_n — значение вектора геолого-геофизических признаков в n точке; $r(F, Q)$ — штрафная функция, определяющая величину штрафа за неточность аппроксимации экспертной оценки Q значением прогнозирующей функции [4—7].

Методика построения карты $M_{\max}$ землетрясений. Процесс составления карты $M_{\max}$ можно представить в виде трех основных этапов: 1) подготовка, ввод в компьютер и анализ исходных данных; 2) нахождение прогнозирующей функции и построение варианта карты; 3) анализ результатов и принятия решения о способе получения следующего приближения карты.

Качество прогнозной карты в значительной степени определяется введенными в ЭВМ исходными данными. К ним можно отнести: значения признаков, данные о максимальных зарегистрированных магнитудах землетрясений в регионе по каталогу, координаты точек выборки с указанными в них значениями $M_{\max}$. Признаки выбирают, исходя из наличия вероятной причинно-следственной связи каждого признака с величиной $M_{\max}$. Используемые карты признаков должны обеспечивать объективность, детальность, равную точность в пределах всего исследуемого региона. При создании электронной базы данных для построения прогнозных карт $M_{\max}$ необходимо соблюдать соответствие их масштаба, площади и целей, которые должны быть достигнуты. В геоинформационной системе «ГЕО» при нахождении прогнозирующей функции одновременно производится выбор наиболее существенных признаков. При отборе признаков используются идеи шаговой регрессии: отыскивается регрессия на каждый признак в отдельности и отбирается наиболее существенный (например, по наименьшей ошибке аппроксимации); отыскивается регрессия на пары признаков, один из которых уже выбран на предыдущем шаге и отбирается второй более существенный и т.д. [4—7]. Кроме того, должны быть учтены известные знания о геодинамической характеристике региона, связи каждого из изученных признаков с сейсмичностью.

В геоинформационной системе «ГЕО» при оценивании параметров прогнозирующей функции любую кусочно-линейную функцию $f(x_i)$ можно искать в классе неубывающих кусочно-линейных функций и в классе невозрастающих кусочно-линейных функций, а также может не иметь ограничений на монотонность. Для выполнения этих условий существует возможность ввода весового коэффициента для ограничений на монотонность [6].

Для таких регионов, как Западно-Сибирская плита, где число землетрясений не является достаточным для решения вопросов сейсмического районирования, системой «ГЕО» [6, 7] предусмотрено генерирование полей по границам зон, которые задаются в подсистеме ввода графических объектов. Значения поля, определяющиеся значениями магнитуд, указываются внутри зон. Расположение и размеры этих зон были уже определены в данной статье. Эта модель использовалась при построении прогнозных карт $M_{\max}$ (см. рис. 2). Основой для оцифровки зон является магнитуда землетрясений, попавшая в эти

зоны и представления о геодинамической обстановке в регионе. Внутри этих зон выбирались 450 точек, по ним создавали контрольную и учебную выборки, необходимые для нахождения прогнозирующей функции. В пределах зон точки выбирались с помощью датчика случайных чисел. Прогнозирующую функцию находили из условия наилучшей аппроксимации экспертных оценок для точек учебной выборки. Качество аппроксимации проверялось на контрольной выборке. Найденная функция $F(x, \hat{a})$ использовалась для прогноза $M_{\max}$ во всех остальных точках региона [4—7].

Важным методическим вопросом является оценивание точности аппроксимации значений $M_{\max}$ прогнозирующей функцией [4—6]. Так как известные методы оценивания точности аппроксимации требуют введения статистических предположений, которые не вытекают из реально решаемой задачи, в качестве формального показателя точности решения используется величина средней ошибки аппроксимации экспертных оценок $M_{\max}$. Сравнение средней ошибки аппроксимации для учебной и контрольной выборок позволяет проверить отсутствие «сверхподгонки» при оценивании параметров прогнозирующей функции. При выполнении предположения о представительности контрольной выборки среднюю ошибку аппроксимации экспертных оценок прогнозными значениями $M_{\max}$ можно интерпретировать как оценку точности данного варианта карты экспертами.

Величина средней ошибки аппроксимации экспертных оценок не может служить единственным критерием правильности карты. При хорошем прогнозе могут существовать отдельные зоны, в которых прогноз $M_{\max}$ сильно отличается от установившихся представлений о сейсмичности региона. Эти расхождения должны быть проанализированы и в результате анализа принято решение о необходимости коррекции карты. Коррекция может быть достигнута путем ввода дополнительных признаков, изменения их кодировки и др. После внесения изменений процедура построения карты повторяется.

Результаты построения карты $M_{\max}$ землетрясений Западно-Сибирской плиты в трапеции

N 54—72 — E 64—90. Для построения прогнозной карты были проведены расчеты нескольких вариантов с использованием модели геодинамически неустойчивых зон, в которых определялись значения магнитуд (см. рис. 2). Эти варианты различаются количеством используемых геолого-геофизических признаков, а также их совокупностью. Выбран вариант карты, характеризующийся наименьшими ошибками аппроксимации и в большей степени согласующийся с распределением очагов, где уже происходили землетрясения со значениями магнитуд, близкими к максимальным (рис. 3).

Прогнозирующая функция при использовании карт: глубины залегания поверхности Мохоровичи-

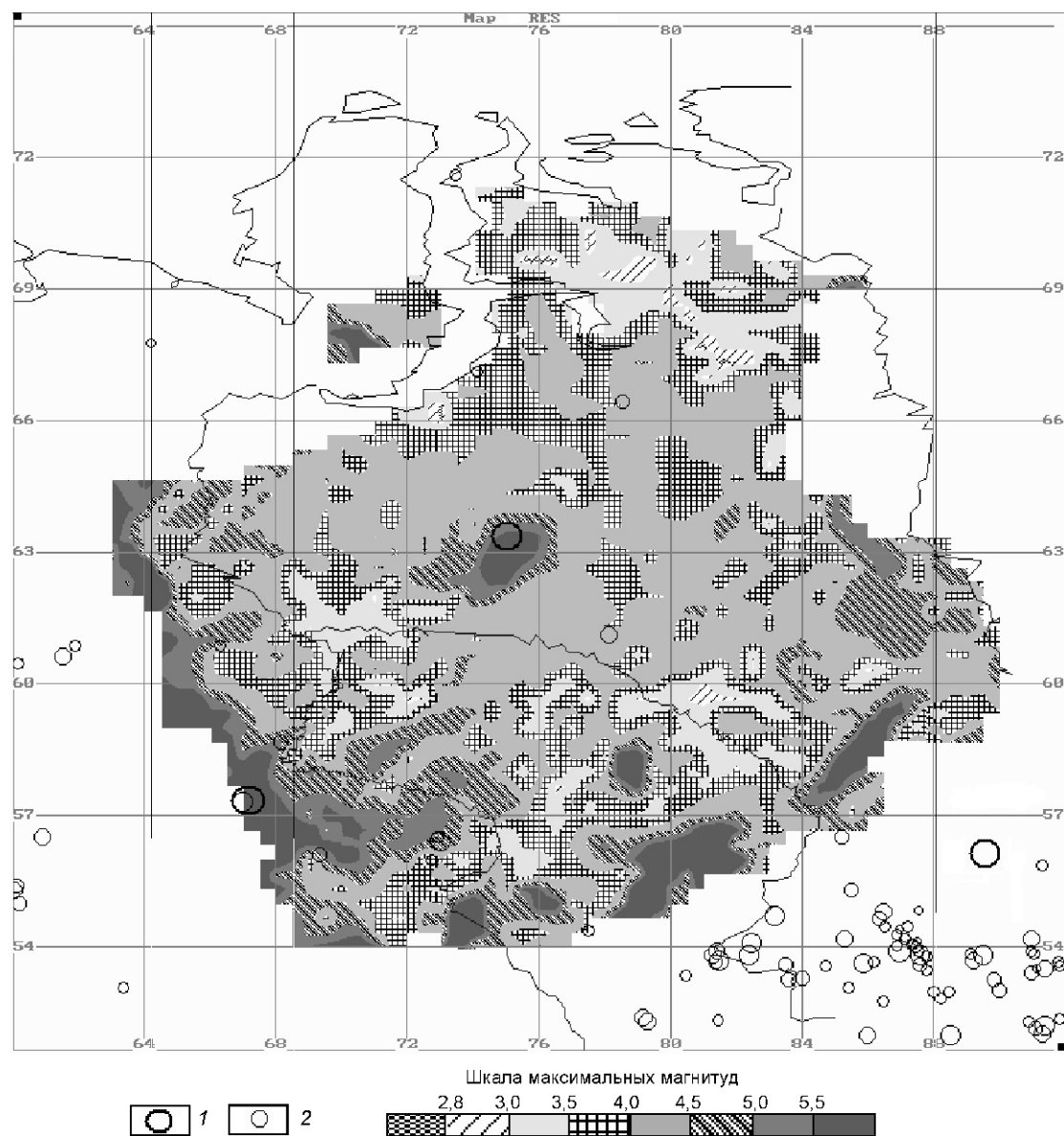


Рис. 3. Прогнозная карта максимальных магнитуд возможных землетрясений для Западно-Сибирской плиты:

1 — зоны сочленения мегасдвигов по данным В.С.Суркова; *2* — эпицентры землетрясений

ча, горизонтального градиента глубины залегания поверхности Мохоровичича, горизонтального градиента теплового потока, плотности разломов без учета их рангов, структурной по подошве мезозойско-кайнозойского платформенного чехла, мощности среднего слоя консолидированной коры получилась равной:

$$F(x) = 4,72 \sum_{i=1}^6 f_i(x_i). \quad (4)$$

Совместное рассмотрение гистограмм и функций $f_i(x_i)$ позволило сопоставить частоту и величину вкладов соответствующих значений в прогноз $M_{\max}$ для всего региона. Существенный вклад в прогноз вносят функции от горизонтального градиента глубины залегания поверхности Мохоровичича, мощ-

ности среднего слоя консолидированной коры, горизонтального градиента теплового потока, глубины залегания подошвы мезозойско-кайнозойского платформенного чехла. Функции от плотности разломов без учета их рангов и глубины залегания поверхности Мохоровичича меньше влияют на величину прогнозирующей функции.

Прогнозирующая функция вычисляется для всех точек регулярной координатной сетки региона и используется для построения прогнозных карт. Качество прогноза и отсутствие «сверхподгонки» при оценивании параметров прогнозирующей функции проверяются по величине ошибки аппроксимации экспертных оценок $M_{\max}$ и по отношению ошибок аппроксимации для учебной и контрольной выборок. Ошибка аппроксимации для учебной выборки составила 0,32, а для кон-

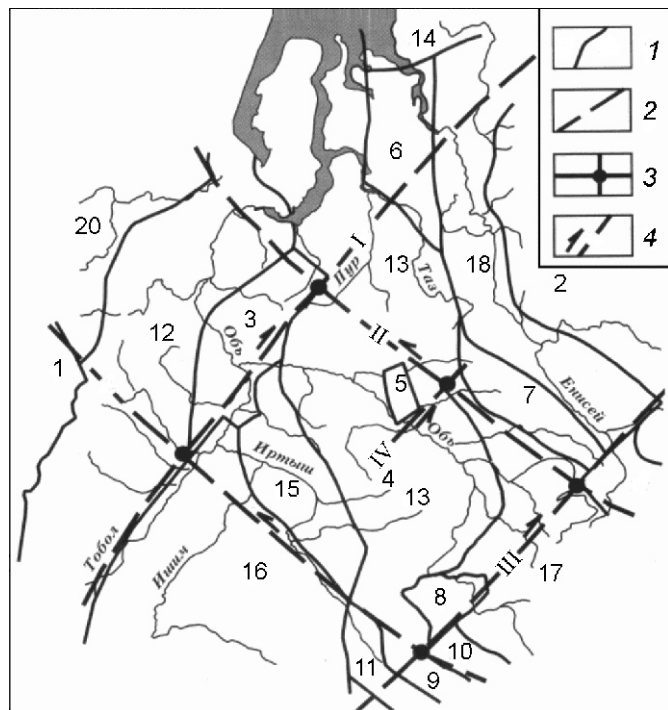


Рис. 4. Схема тектонического районирования фундамента Западно-Сибирской плиты. По В.С.Суркову [12]:

1 — границы тектонических блоков: 1 — Восточно-Европейская платформа, 2 — Сибирская платформа, 3 — Уват-Хантымансийский, 4 — Межовский, 5 — Усть-Тымский, 6 — Няояхский, 7 — Верхнекетский, 8 — Барнаулский, 9 — Рудно-Алтайский, 10 — Теректинский, 11 — Чингизский, 12 — Уральский, 13 — Центрально-Западно-Сибирский, 14 — Таймырский, 15 — Салымский, 16 — Центрально-Казахстанский, 17 — Салаирско-Кузнецкий, 18 — Енисейский, 19 — Восточно-Саянский, 20 — Тимано-Печорский; 2 — границы блоков, выделенных В.С.Сурковым; 3 — узловые точки; 4 — установленные мегасдвиги: I — Тургайский, II — Саяно-Пайхойский, III — Барнаулско-Ангарский, IV — Усть-Тымский, V — Иртышский

трольной — 0,33. Отношение ошибок в учебной и контрольной выборках близко к единице, что позволило сделать вывод об удовлетворительной экстраполируемости результатов обучения.

Проведено сопоставление прогнозных значений карт $M_{\max}$ возможных землетрясений с распределением очагов, где уже происходили землетрясения со значениями магнитуд, близкими к максимальным. На ней выделяется участок с $M_{\max}$ 5,5, что вполне сопоставимо со сведениями о землетрясениях на данном участке региона.

На завершающем этапе были сопоставлены прогнозная карта максимальных магнитуд возможных землетрясений Западно-Сибирской плиты с тектоникой региона. Можно отметить, что повышенные значения магнитуд приурочены к зонам сочленения мегасдвигов (см. рисунки 3, 4). Особенно четко выделяется в

повышенных значениях магнитуд зона сочленения наиболее высокоамплитудных Тургайского и Саяно-Пайхойского мегасдвигов, также на прогнозную карту максимальных магнитуд попадает зона сочленения Тургайского и Иртышского мегасдвигов, которая также проявляется в повышенных значениях $M_{\max}$. Таким образом, активные в сейсмическом отношении участки региона — зоны сочленения мегасдвигов, проявились в повышенных значениях магнитуд на карте максимальных магнитуд возможных землетрясений Западно-Сибирской плиты.

Разработанная методика выделения геодинамически неустойчивых зон и построения прогнозных карт максимальных магнитуд для сейсмически слабоактивных регионов [1] (см. рис. 1) была применена на территории Западно-Сибирской плиты.

Показаны основные методические аспекты прогноза геодинамически неустойчивых зон на основе комплексного анализа геолого-геофизических и сейсмологических данных для Западно-Сибирской плиты. Создана база геолого-геофизических и сейсмологических данных для региона. Получена региональная модель геодинамически неустойчивых зон Западно-Сибирской плиты, построенная с применением ГИС-технологий и базирующаяся на обширной совокупности показателей и параметров, характеризующих особенности строения и структуры геологической среды. Построена прогнозная карта максимальных магнитуд возможных землетрясений Западно-Сибирской плиты.

Автор выражает благодарность доктору технических наук В.Г.Гитису и доктору геолого-минералогических наук Ю.К.Щукину за предоставленную часть базы данных по Западно-Сибирской плите.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Блинова Т.С. Прогноз геодинамически неустойчивых зон. — Екатеринбург, 2003.
2. Васильев Ю.В., Мартынов О.С., Радченко А.В. Анализ результатов исследований на геодинамическом полигоне Самотлорского месторождения // Пути реализации нефтегазового потенциала Ханты-Мансийского округа: Мат-лы. VIII научно-практич. конф. Т. 1. — Ханты-Мансийск, 2005. С. 452—461.
3. Габсатарова И.П., Чепкунас Л.С., Еманов А.Ф. и др. Тюкалинское землетрясение 13 февраля 2003 года в Омской области // Активный геофизический мониторинг литосферы Земли: Мат-лы 2-го Междунар. симпозиума. — Новосибирск, 2005. С. 361—367.
4. Гитис В.Г., Миронов М.А., Бунэ В.И., Вычев В.Т. Построение карты $M_{\max}$ землетрясений на основе метода аппроксимации интервальных экспертных оценок // Изв. АН СССР. Сер. Физика Земли. 1982. № 4. С. 31—44.
5. Гитис В.Г., Миронов М.А., Бунэ В.И. и др. Прогноз $M_{\max}$ землетрясений на основе метода аппроксимации интервальных экспертных оценок // Изв. АН СССР. Сер. Физика Земли. 1986. № 4. С. 25—31.
6. Гитис В.Г., Вайниток А.П., Деарт Д.А. и др. Геоинформационная система «ГЕО», версия 2.5 (ГИС «ГЕО 2.5»): Руководство пользователя. — М., 1995.

7. Гитис В.Г., Ермаков Б.В. Основы пространственно-временного прогнозирования в геоинформатике. — М.: Физматлит, 2004.
8. Добрецов Н.Л., Кирдяшкин А.Г., Кирдяшкин А.А. Глубинная геодинамика. 2-е изд., доп. и перераб. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «ГЕО», 2001.
9. Каталог Международного сейсмологического центра [Электронный ресурс]: база данных содержит сведения о землетрясениях. Режим доступа: <http://www.isc.ac.uk/search/bulletin/rectang.html>.
10. Наливкин Д.В. Очерки по геологии СССР. — Л.: Недра, 1980.
11. Рябухин Г.Е. Формирование и нефтегазоносность осадочных бассейнов в связи с рифтогенезом [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.geolib.ru/OilGasGeo/1994/05/Stat/stat01.html>.
12. Сурков В.С., Жеро О.Г. Фундамент и развитие платформенного чехла Западно-Сибирской плиты. — М.: Недра, 1981.
13. Филиппович Ю.В. Новая концепция тектонического строения фундамента и осадочного чехла Западно-Сибирской плиты [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://geolib.ru/OilGasGeo/2001/05/Stat/stat08.html>.
14. Хаин В.Е., Лимонов А.Ф. Региональная геотектоника (тектоника континентов и океанов). — Тверь: ООО «Издательство ГЕРС», 2004.

Дискуссии

УДК 347.78:55

В.Ю.Зайченко, 2009

Авторское право на произведения в области наук о Земле в российском законодательстве и применение его норм при определении объектов авторского права в сфере недропользования

В.Ю.ЗАЙЧЕНКО (ГНЦ РФ ВНИИгеосистем)

Авторское право — это раздел гражданского права, регулируемый национальными законами и международными конвенциями, это правовой институт, охраняющий авторское произведение как нематериальный объект, воплощенный в материальной форме [7]. В российском законодательстве авторское право регулируется нормами, представленными в четвертой части Гражданского кодекса Российской Федерации (ГК РФ IV), в котором ему посвящена отдельная семидесятая глава [2].

С 1 января 2008 г. вступил в силу ГК РФ (IV), содержание которого недостаточно известно научно-технической общественности, а ранее действовавший закон РФ «Об авторском праве и смежных правах» (1993) и ряд других, утратили свою силу. В связи с этим представляет особый интерес рассмотрение законодательных положений ГК РФ (IV), касающихся авторского права. Этим вопросом и посвящена настоящая статья.

Объекты авторских прав. Согласно статьи 1259 ГК РФ (IV) объектами авторских прав являются произведения науки, литературы и искусства независимо от достоинств и назначения произведения, а также от способа его выражения (пункт 1) [2].

Прежде всего, следует установить понятие термина «произведение», на которое распространяется авторское право.

Современный толковый словарь русского языка толкует, что *произведение* — это результат творческого труда, создание, творение [5].

Статья 1259 ГК РФ (IV) к произведениям относит: литературные произведения; драматические произ-

ведения, сценарные произведения; фотографические произведения и произведения, полученные способами, аналогичными фотографии; географические, геологические и другие карты, планы, эскизы и пластические произведения, относящиеся к географии, топографии и к другим наукам; другие произведения, такие как программы для ЭВМ, которые охраняются как литературные произведения и др. К объектам авторских прав также относятся: *производные произведения*, т.е. произведения, представляющие собой переработку другого произведения; *составные произведения*, т.е. произведения, представляющие собой по подбору или расположению материалов результат творческого труда (пункт 2).

Авторские права распространяются как на обнародованные, так и на необнародованные произведения, выраженные в какой-либо объективной форме, в т.ч. в письменной, устной форме (в виде публичного произведения, публичного исполнения и иной подобной форме), в форме изображения, в форме звуко- или видеозаписи, в объемно-пространственной форме [2].

Для возникновения, осуществления и защиты авторских прав не требуется регистрация произведения или соблюдение каких-либо иных формальностей (пункт 4).

Это законодательное положение имеет большое значение, так как позволяет определять наличие объектов авторского права на основании правовой нормы, приведенной в статье 1271 «Знак охраны авторского права», которая гласит: «Правообладатель для оповещения о принадлежащем ему *исключительном* праве на произведение вправе использовать знак

охраны авторского права, который помещается на каждом экземпляре произведения и состоит из следующих элементов:

латинской буквы «С» в окружности;
имени или наименования правообладателя;
года первого опубликования произведения».

Следует обратить внимание, что данная норма распространяется на объект авторского права, на который у правообладателя произведения имеется исключительное право, а согласно статьи 1226 ГК РФ (IV) «Интеллектуальные права» [2]: исключительное право, является **имущественным правом**, со всеми вытекающими из этого факта правовыми последствиями, а другие права автора (авторов) произведения являются **личными неимущественными правами**, которые имеют четко определенные правовые возможности. Характерно, что: «Гражданин или юридическое лицо, обладающие исключительным правом на результат интеллектуальной деятельности или на средство индивидуализации (правообладатель), вправе использовать такой результат или такое средство по своему усмотрению любым не противоречащим закону способом. Правообладатель может распоряжаться исключительным правом на результат интеллектуальной деятельности или на средство индивидуализации (статья 1233), если настоящим Кодексом не предусмотрено иное» (статья 1229 ГК РФ IV).

В статье 1233 пункт 1 приводятся полномочия обладателя исключительного права в части распоряжения им: «путем его отчуждения по договору другому лицу (договор об отчуждении исключительного права) или предоставления другому лицу права использования соответствующих результата интеллектуальной деятельности или средства индивидуализации в установленных договором пределах (лицензионный договор). Заключение лицензионного договора не влечет за собой переход исключительного права к лицензиату» [2]. Отчуждение исключительного права, залог этого права и предоставление права на использование результатов интеллектуальной деятельности по договору, а равно и переход исключительного права без договора подлежат государственной регистрации в порядке и на условиях, установленных Правительством Российской Федерации (статья 1232, пункт 1).

Личные неимущественные права включают: право авторства, право автора на имя, право на неприкосновенность произведения, право на обнародование произведения, кроме этого к ним относятся и другие права, в том числе право на вознаграждение за использование **служебного** произведения, право на отзыв, право следования, право доступа к произведениям изобразительного искусства (статья 1255 ГК РФ IV) [2].

Личные неимущественные авторские права — **непередаваемые и неотчуждаемые** (статья 1265 ГК РФ IV), а авторство, имя автора и неприкосновен-

ность произведения охраняются бессрочно (статья 1267 ГК РФ IV) [2].

Весьма показательным является законодательное положение о том, что: «Лицо, указанное в качестве автора на оригинале или экземпляре произведения, считается его автором, если не доказано иное» (статья 1257 ГК РФ IV). Это означает, что не обязательным является условие оповещение авторского права путем нанесения знака охраны авторского права на произведение (статья 1271), а достаточно иметь указание на оригинале или на экземпляре произведения имени автора, что упрощает процедуру установления наличия объектов авторского права.

Следует особо отметить, что: «**Авторские права не распространяются на идеи, концепции, принципы, методы, процессы, системы, способы, решения технических, организационных или иных задач, открытия, факты, языки программирования**» (статья 1259, пункт 5); не являются объектами авторских прав: 1) официальные документы государственных органов и органов местного самоуправления муниципальных образований, в том числе законы, другие нормативные акты, судебные решения, иные материалы законодательного, административного и судебного характера, официальные документы международных организаций, а также их официальные переводы; 2) государственные символы и знаки (флаги, гербы, ордена, денежные знаки и тому подобное), а также символы и знаки муниципальных образований; 3) произведения народного творчества (фольклор), не имеющие конкретных авторов; 4) сообщения о событиях и фактах, имеющие исключительно информационный характер (статья 1259, пункт 6).

С учетом приведенных правовых норм можно подходить к определению наличия объектов авторского права в любых сферах деятельности.

Объекты авторского права в сфере недропользования. В сфере недропользования, особенно при геологическом изучении недр широко развита интеллектуальная деятельность специалистов различного профиля, в результате которой создаются объекты авторского права, на которые распространяются вышеуказанные правовые нормы. Это геологические, геофизические, геохимические отчеты и обобщения, прогнозы, а также другие аналогичные материалы, имеющие конкретных авторов; геологические карты и разрезы, подсчетные планы запасов полезных ископаемых и технико-экономическое обоснование их разработки (ТЭО); обобщенные материалы лабораторно-аналитических исследований горных пород и руд, а также петрофизических и физико-технических характеристик природных отложений; кадастры месторождений полезных ископаемых и балансы минерально-сырьевых ресурсов и т.д. [4]. Большинство из них являются **составными** или **производными** произведениями, которые по своим характеристикам со-

ответствуют нормативным положениям статьи 1259 (ГК РФ IV). Практически все объекты авторского права, созданные при геологическом изучении недр, являются «служебными» произведениями, так как получены в результате выполнения служебных обязанностей специалистами, работающими по найму в геологоразведочных организациях, лабораториях, научно-исследовательских институтах, конструкторских бюро и т.д.

Служебные произведения регламентируются правовыми нормами статьи 1295 ГК РФ IV, в пункте 1 которой указано, что: «**Авторские права на произведение науки, литературы или искусства, созданное в пределах установленных для работника (автора) трудовых обязанностей (служебное произведение), принадлежат автору**». Перечень авторских прав приведен в статье 1255 ГК РФ IV. Однако в отношении «служебного произведения» имеется иная норма в части принадлежности исключительных прав, а именно: «**Исключительное право на служебное произведение принадлежит работодателю, если трудовым или иным договором между работодателем и автором не предусмотрено иное**» (пункт 2) и далее: «**Если работодатель в течение трех лет со дня, когда служебное произведение было предоставлено в его распоряжение, не начнет использование этого произведения, не передаст исключительное право на него другому лицу или не сообщит автору о сохранении произведения в тайне, исключительное право на служебное произведение принадлежит автору**» (пункт 2, второй абзац). «**Если работодатель в срок, предусмотренный в абзаце втором настоящего пункта, начнет использование служебного произведения или передаст исключительное право другому лицу, автор имеет право на вознаграждение. Автор приобретает указанное право на вознаграждение и в случае, когда работодатель принял решение о сохранении служебного произведения в тайне и по этой причине не начал использование этого произведения в указанный срок. Размер вознаграждения, условия и порядок его выплаты работодателем определяются договором между ним и работником, а в случае спора — судом**» (пункт 2, третий абзац) [2].

Правотношения между работодателем и работником (автором), с которым он состоит в трудовых отношениях, указанной законодательной нормой определены достаточно четко и комментарии здесь излишни. Однако, несмотря на это, правовые отношения между работодателем и автором «служебного произведения», указанные в статье 1295 ГК РФ IV, пока не соблюдаются, очевидно, в силу их новизны, так как они действуют только с 2008 г.

Поскольку, как правило, при выполнении служебного задания его целевая направленность и конечные результаты определены заказчиком в договоре или контракте, который заключал работодатель как юри-

дическое лицо, то остается определить кто такой работодатель.

Согласно Трудовому кодексу Российской Федерации «*Работодатель — это юридическое или физическое лицо, вступившее в трудовые отношения с работником*» [6]. Заказчик может вступить в роль работодателя, если заключит прямой договор (контракт) непосредственно с исполнителем работ (автором), тогда на него будут распространяться правовые нормы, приведенные в статье 1295 ГК РФ IV. Следует отметить, что эта законодательная норма была введена только в 2008 г., поэтому еще не применялась в практике геологического изучения недр, но она, несомненно, будет стимулировать использование объектов авторского права, представленного служебными произведениями в сфере недропользования. Использование объектов авторского права может осуществляться как для удовлетворения собственных нужд предприятия, так и представления их на внутренний и зарубежные рынки. Правовые отношения при этом носят достаточно сложный характер, поэтому заслуживают отдельного рассмотрения.

Подводя итоги рассмотрения вопросов авторского права на произведения, созданные в сфере недропользования, можно сделать следующие основные выводы:

1. Четвертая часть Гражданского кодекса Российской Федерации содержит достаточно полный объем законодательных положений, правил и норм, обеспечивающих правовое регулирование авторского права, которые следует изучать и применять на практике.

2. Законодательно определен новый объект авторского права — служебное произведение, которое имеет особую правовую специфику использования.

3. Для применения законодательных положений ГК РФ IV авторского права в сфере недропользования, необходимо незамедлительно приступить к разработке и утверждению ведомственных нормативных и рекомендательных документов, обеспечивающих практическую реализацию нормативных положений ГК РФ IV, регулирующих правоотношения при создании и использовании объектов авторского права в условиях рыночной экономики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гражданский кодекс Российской Федерации I, II, III части. — М.: ИНФРА-М, 2003.
2. Гражданский кодекс Российской Федерации, четвертая часть. — М.: Омега-Л, 2007.
3. Зайченко В.Ю. Права авторов документированной геологической информации о недрах в условиях рыночной экономики // Разведка и охрана недр. 2002. № 2. С. 42—46.
4. Зайченко В.Ю. Интеллектуальная собственность и недропользование. — М.: Геоинформмарк, 2004.
5. Современный толковый словарь русского языка. — М.: Ридерз Дайджест, 2004.
6. Трудовой кодекс Российской Федерации в редакции Федерального закона от 30.06.2006. № 90-ФЗ.
7. Энциклопедия предпринимателя. — С-Пб: ТОО «ОЛБИС», АО «САТИСЪ», 1994.

Состояние геологической науки и перспективы ее развития

Е.С.КУЧИН (Пермский филиал ФГУ «ТФИ по Приволжскому федеральному округу»)

Геология — наука о Земле. Она изучает состав, строение и закономерности развития нашей планеты. Выясняя состав, строение и геодинамические процессы, формирующие земную кору, геология определяет условия образования и закономерности размещения горных пород и связанных с ними полезных ископаемых (М.Ф.Иванов «Общая геология с основами исторической геологии», 1980).

Для изучения геологическими методами доступна только самая приповерхностная часть планеты. О строении, составе, состоянии вещества ее глубинных горизонтов можно только строить гипотезы. По данным геофизических исследований предполагаются различные модели внутреннего строения Земли, но возможность проверить их реальность вряд ли когда-нибудь представится. Далеко идущие выводы, касающиеся происхождения планеты и ее жизни в далекой перспективе также невозможно сделать. Поэтому имеющиеся знания, на наш взгляд, следует использовать для эффективного решения основных практических задач геологической науки, которыми являются поиск и разведка месторождений полезных ископаемых и прогнозирование землетрясений. Хотелось бы именно с этих позиций рассмотреть состояние геологической науки и перспективы ее дальнейшего развития.

К сожалению, в геологической науке существует и активно поддерживается видимость знания. Каждому геологическому явлению и процессу «найден» объяснение. Однако это или правдоподобное предположение, или просто плод фантазии. По-настоящему аргументированные суждения отсутствуют. Геологическая наука представляет собой в основном конгломерат надуманных объяснений, сцементированных специальными терминами.

В геологии известны только две неоспоримые истины: 1) если в скале известняка увидел ракушку, значит, здесь когда-то было море и 2) при нормальном залегании вышележащий слой всегда по возрасту моложе нижележащего. Все остальные рассуждения и выводы о формировании горных пород, тектонических структур и месторождений полезных ископаемых основываются на предположениях, авторитетных мнениях и вымыслах. Есть масса публикаций и даже учебников, в которых все изложение материала базируется именно на предположениях. На основе одного предположения строится другое, на другом — третье и т.д. Эти предположения, передаваясь из поколения в поколение, для большинства геологов постепенно заменили истину. Любое высказывание о недостоверности тех или иных положений воспринимается как покушение на нечто святое. Самый большой вымысел — предположение о внедрении интрузивных пород в толщу земной коры и

формировании многочисленных рудных месторождений самого разного минерального состава из отделившихся от магмы рудоносных растворов.

За последние 50 лет в геологической науке не было ни одного открытия, которое бы существенно обогатило ее и послужило импульсом к дальнейшему развитию. Последним заметным событием стало использование в 50-х годах прошлого века характерных минералов-спутников алмаза при поисках его коренных месторождений в Якутии. Геологи-ученые в основном занимаются исследованием крупных объектов (мегакомплексы и мегаструктуры), где можно делать самые разные предположения и построения, которые ни подтвердить, ни опровергнуть практически невозможно. Их нельзя отнести и к прогнозным исследованиям, потому что рекомендации по поиску конкретных месторождений всегда весьма расплывчаты и чаще всего имеют характер пожеланий, на что следовало бы обратить внимание. Или, используя достижения лабораторной техники, с большой детальностью изучают очень мелкие объекты. Рудные месторождения, объекты средних размеров из поля зрения ученых выпадают, хотя их изучение и разработка обоснованной теории рудообразования, а также рациональной и эффективной методики прогноза и поиска месторождений полезных ископаемых являются одной из основных задач, которую должна и может решать геологическая наука. В специализированных журналах статьи, посвященные методике поисков и особенностям геологического строения конкретных рудных месторождений, встречаются весьма редко. Следует обратить внимание на отсутствие в специальной литературе дискуссий по основным вопросам геологии, как будто все проблемы решены и обсуждать просто нечего. Это еще одно свидетельство неблагополучия в геологической науке.

Не определившись с основными фундаментальными положениями, ученые пытаются решать локальные проблемы, которые, на первый взгляд, могут быть решены вне связи с общими проблемами. Это может касаться уточнения методики различных исследований, детализации классификаций природных объектов, введения новых понятий и терминов и других, но эффект от решения частных вопросов обычно незначителен.

Отсутствие истинного знания особенно заметно в теории рудообразования, которая имеет огромное практическое значение. В соответствии с ней определяются перспективные площади на различные полезные ископаемые, разрабатывается методика поисков с указанием ключевых моментов при их проведении. Разработки, выполненные на базе существующих представлений о рудообразовании, очень часто не дают положительного результата. Более убедительно

излагаются представления о геологических процессах, происходящих на поверхности Земли и наблюдаемых в настоящее время. По этой причине методика обнаружения и изучения россыпных месторождений разработана значительно лучше, чем коренных.

В советские времена делались попытки внедрить в производство идеи, которые базировались на правдоподобных, но опять же строго научно не обоснованных предположениях, что, естественно, сказывалось на результатах внедрения. Например, в приказном порядке начинали покрывать огромные площади литогеохимической съемкой, т.е. занимались поисками рудных тел по так называемым первичным и вторичным ореолам рассеяния. Отбирались миллионы проб, делались миллиарды элементо-определений, строились поэлементные карты, а о массовых открытиях новых рудных месторождений как-то умалчивалось.

Или применение геофизических методов становилось обязательным при любых геологических исследованиях. При этом забывали, что в объяснении природы наблюдаемых геофизических полей, в их интерпретации существуют огромные трудности. Если исключить хрестоматийные примеры использования геофизических методов непосредственно для поисков радиоактивного сырья или крупных рудных тел, резко отличающихся по своим физическим свойствам от вмещающих горных пород, то в остальных случаях использование материалов геофизических исследований при геологических построениях сильно осложнено, эффективность большинства выполненных исследований оказывалась крайне низкой, а чаще совсем отсутствовала. Не имея представления о реальных условиях формирования рудных тел, об окружающей их геологической обстановке и возможном характере с ними связанных физических полей, очень сложно выбрать методы их выявления. Наглядным примером могут служить многочисленные магнитометрические работы самых разных масштабов, выполненные с целью поиска коренных источников уральских россыпных алмазов. Основываясь на предположении, что источником алмазов являются типичные кимберлитовые диатремы, с помощью магниторазведки была выявлена масса магнитных аномалий, часть из которых проверена горными и буровыми работами. Результат постоянно был отрицательный. Даже в нефтяной геологии, где для выявления благоприятных для нефтенакпления структур геофизические методы применяются давно и очень широко, их эффективность невысока.

Очевидный факт приуроченности рудных месторождений к разрывным структурам был положен в основу использования результатов дешифрирования аэрофотоснимков. Однако широкое внедрение этого метода к обвальному открытию новых месторождений так же не привело. Оказалось, что хорошо дешифрируемые на аэрофотоснимках и прослеживаемые на местности разрывные нарушения к размещению рудных тел никакого отношения не имеют.

Для решения геологических задач привлекается вычислительная техника. Сама машина не способна делать открытия. Насколько достоверные сведения будут в нее введены, насколько используемые программы учитывают особенности природных объектов, настолько реальная оценка будет выдана компьютером. До сих пор в геологии месторождений полезных ископаемых однозначно не определен источник рудного вещества, не установлен характер рудовмещающих структур и особенности их заложения, нет единого мнения о генетических взаимоотношениях метасоматически измененных вмещающих горных пород и рудных тел. Поэтому вводимая информация не обладает необходимой степенью достоверности, не характеризует реальные объекты. Так как формирование и размещение рудных тел обусловлены минимальным числом факторов, которые геологами, в общем-то, давно установлены, правда, с искаженным представлением об их роли в рудообразовании, то для прогноза совсем не обязательно привлекать вычислительную технику. При максимально приближенной к реальности концепции рудообразования, при ясных представлениях о характере ископаемых объектов и особенностях их отражения в физических полях задача может быть решена путем простых умозаключений. Чем больше исследователь для своих прогнозов привлекает различной информации, зачастую не имеющей к объекту прогноза никакого отношения, а иногда просто надуманной, тем меньше уверенность в реальности его прогнозов.

Нередко очевидный вымысел, обернутый в научную терминологию, выдается как великое открытие. Категорически отстаивая магматическое происхождение месторождений алмазов, пермские геологи «установили» мезозойский флюидизатно-экссплозивный тип магматизма в стабилизовавшейся еще в верхнем палеозое складчатой системе Урала, якобы приведший к формированию коренных источников россыпных алмазов. Этому вымыслу быстро нашли структурное, петрографическое, минералогическое, геохимическое подтверждение, что свидетельствует об отсутствии подлинного знания о процессе рудообразования, а также о конъюнктурности, имеющей место в геологической науке. Дезинтегрированные метасоматически измененные осадочные горные породы диагностируются как элювий ксенотуффизитов. Такая трактовка далеко не безобидна. Она может привести к очередному заблуждению, что перспективы коренной уральской алмазоносности огромны.

Прошли те времена, когда ученые удовлетворяли свое любопытство за государственный счет. Можно бесконечно долго изучать строение мелких ракушек, различимых только под микроскопом, бесконечно высокоточной аппаратурой исследовать различные свойства горных пород, слагающих земную кору, применять наисложнейший математический аппарат для обсчета полученных результатов химических

анализов или физических испытаний и еще много чем заниматься, но если эти знания никак не помогают решению основных задач, стоящих перед геологией, то ни государство, ни частник не станут финансировать такие исследования.

Могут сказать, что, несмотря на отсутствие подлинных знаний об условиях формирования и закономерностях размещения рудных месторождений, минерально-сырьевая база России не так уж плохо смотрится. Выявлено и разведано огромное количество месторождений, но зачастую месторождения выявлялись путем сплошного «прочесывания» территорий, и никто не считал, сколько геологических партий в течение скольких полевых сезонов не открывали ничего. Можно еще сказать, что стоимость геологоразведочных работ с лихвой покрывается ценностью открытых месторождений и от их стоимости часто составляет мизерную часть. Почему бы не сделать геологоразведочные работы еще менее затратными!? К тому же в условиях рыночной экономики четко проявилось нежелание частного вкладывать деньги в наращивание минерально-сырьевой базы. Вот здесь-то и необходимо решающее слово науки в разработке наиболее дешевых и эффективных методов поиска и разведки месторождений полезных ископаемых.

Нельзя утверждать, что в геологической науке вообще ничего не происходит. Появляются более совершенные приборы и аппаратура, которые позволяют изучать очень мелкие объекты и делать более точные измерения. Однако это не является основным в решении практических задач геологии, для которого необходимо наличие не только технической базы, но и новых идей. Пока же знание о процессах, происходивших и происходящих в верхних слоях земной коры, остается на уровне представлений натуралиста-естествоиспытателя.

Автор опубликовал статью «Об основных вопросах эндогенного рудообразования» («Отечественная геология». № 1. 2001), в которой сделана попытка объяснить с позиций очевидности, что такое процесс рудообразования, какие факторы его определяют и какова должна быть рациональная методика прогноза и поиска рудных месторождений. Одну из главных ролей в процессе рудообразования играет тектонический фактор, другими столь же важными критериями являются физико-механические свойства вмещающих горных пород и наличие в них рудного вещества.

Основанием к созданию своей концепции рудообразования стало объяснение причин приповерхностного размещения месторождений горного хрусталя на Приполярном Урале и отсутствия кварцево-жильных зон, не выходящих на поверхность. Решение этой проблемы, а оно заключалось в том, что рудоносные тектонические структуры могут формироваться только близ поверхности и всегда имеют связь с поверхностью, позволило постепенно найти ответы и на другие вопросы. Оказалось, что «слепых» (не

имеющих выхода на поверхность) рудных месторождений не может быть в принципе, что источником рудного вещества являются вмещающие горные породы независимо от генезиса, а не гипотетический магматический очаг, что рудоносные структуры — зоны тектонически разуплотненных и метасоматически измененных пород, что происхождение всех рудных месторождений гидротермально-метасоматическое или гидротермально-метаморфическое, а суть процесса рудообразования — переход рудного вещества от рассеянного состояния к концентрированному, т.е. его перераспределение в некотором ограниченном объеме разуплотненных пород.

Понимание того, что собой представляют рудные тела и в каких условиях они образовались, стало ключом к решению общегеологических проблем. Были сделаны выводы о том, что интрузивных пород нет, а есть породы метаморфические, также о тектоническом происхождении земного рельефа при косметической роли процессов выветривания, эрозии и денудации.

Очень важно отметить принципиальную невозможность формирования «слепых» рудных месторождений. В геологии утвердилось мнение, что резерв месторождений, еще не вскрытых эрозией, намного превосходит количество месторождений, выходящих на земную поверхность. Поэтому перспективы обеспечения экономики минеральным сырьем выглядят радужными, стоит только разработать методику поиска таких месторождений. На самом деле безоглядная отработка уже открытых месторождений приведет к тому, что в обозримом будущем человечество останется с пустыми недрами.

Остается сожалеть, что публикация статьи для научной общественности заметным явлением не стала. Иначе никак не объяснить появление в журнале через короткий промежуток времени статьи, посвященной генетической классификации рудных месторождений, в которой, как некое откровение, снова приводится деление месторождений по происхождению на магматогенные, метаморфогенные и осадочные.

Дальнейшее развитие геологической науки в свете решения указанных практических задач является вполне предсказуемым. Задача выделения по комплексу геологических факторов площадей, перспективных на обнаружение месторождений полезных ископаемых, в основном решается и сейчас с использованием результатов региональной геологической съемки. Если будет создано предельно ясное представление об искомых объектах, геологической ситуации вокруг них и реальном отражении в физических полях, то прогноз и поиски месторождений полезных ископаемых из уравнения со многими неизвестными станут рутинной работой. Конечно, совершенствование методов поиска месторождений полезных ископаемых не сможет обойтись без негеологических (в основном физических) методов, являющихся наиболее дешевыми и наименее трудоемкими. Однако в

развитии этих методов должен произойти качественный скачок как в обосновании применения того или иного метода и интерпретации получаемой информации, так и в технических решениях, т.е., наряду с научной геологической идеей, решающую роль должен сыграть технический прогресс, результатом которого станет совершенствование существующей и создание новой геофизической аппаратуры, способной без проходки горных выработок и буровых скважин не только «отличать руду от породы пустой», устанавливать границы рудных тел, но и определять уровни концентраций полезных компонентов в руде.

Развитие таких геологических дисциплин, как палеонтология, минералогия, петрография и других, по-видимому, будет заключаться в накоплении фактического материала и детализации уже имеющихся знаний с использованием достижений технического прогресса. Открытие новых руководящих палеонтологических форм, минералов и горных пород сможет в какой-то мере повысить эффективность геологоразведочных работ. Более глубокое изучение физических свойств горных пород и минералов облегчит поиск месторождений полезных ископаемых физическими методами.

Достоверное изучение глубинных горизонтов нашей планеты при нынешних технических возможностях весьма затруднительно, хотя предсказать развитие технического прогресса невозможно. Как показала практика, бурение сверхглубоких скважин не дает ощутимого эффекта, получаемая информация не оправдывает произведенных затрат.

Развитие геологической науки и других естественных наук невозможно без появления сформулированных законов. Эти законы не будут выражаться математическими формулами, они будут всего лишь отражать общие закономерности возникновения и развития минерального и органического мира. С помощью законов будет легче отделить вымысел от реальности, установить обоснованность той или другой гипотезы.

Примером могут служить законы, сформулированные автором в статье «Есть ли жизнь на Марсе?» (Отечественная геология. № 6. 2007). Первый закон гласит: «Природа бесконечно разнообразна в своих проявлениях», а второй — «Природа однообразна в процессах, в результате которых образуются природные объекты». Например, с точки зрения этих законов, предположение о столь разнообразных процессах формирования рудных тел в существующих генетических классификациях месторождений полезных ископаемых является не более чем фантазией.

Важная проблема, требующая решения — прогнозирование землетрясений. К объяснению природы землетрясений и методике их прогнозирования геологическая наука еще по-настоящему не приступала. Сейсмологи в недавнем прошлом объясняли невозможность прогноза землетрясений недостаточным количеством сейсмостанций, хотя и при значительном их

количестве получить краткосрочный или долгосрочный прогноз невозможно. Сейсмостанции регистрируют уже состоявшиеся подземные толчки. По их данным нельзя сказать, будут ли толчки продолжаться и какой силы. Наверное, многие заметили, что после произошедшего землетрясения сейсмологи обычно предупреждают население о том, что толчки могут повториться, предупреждают на всякий случай.

После случившихся землетрясений часто «возникают» личности, которые якобы предсказывали эти землетрясения задолго до их разрушительного воздействия на окружающую среду. К сожалению, методикой прогнозирования землетрясений, которая может спасти тысячи человеческих жизней, они делиться не хотят, поэтому есть большие сомнения в том, что они ею располагают. Осенью 2005 г. некто, погадав на кофейной гуще, предсказал разрушительное землетрясение на Камчатке, и наше МЧС срочно стало направлять на Камчатку продовольствие, палатки, оборудование. Правда, землетрясение все-таки произошло в Корее, но это несколько другое место.

Решение проблемы прогнозирования землетрясений видится следующим образом. Землетрясения — это разрядка напряжений, которые накапливаются на определенных участках земной коры. Они возникают не сами по себе, их причина заключается в перемещении земных масс, чрезмерные скопления которых, превысив критическую величину, и приводят к землетрясениям. Перемещения земных масс должны вызывать изменения ускорения силы тяжести, которые можно зафиксировать с помощью гравиметров. Для прогнозирования землетрясений необходимо проведение мониторинга состояния подвижных участков земной коры, где наиболее часто возникают очаги землетрясений и располагаются они в опасной близости от населенных территорий. Сопоставляя гравиметрические карты, составленные с некоторой разницей во времени, можно отслеживать изменения, происходящие в состоянии земного вещества, и определять те моменты, когда произошедшие изменения могут привести к землетрясениям. Степень достоверности прогноза и его долгосрочность могут быть установлены только после ряда мониторинговых исследований. Затраты на ведение мониторинга полностью оправдываются спасенными человеческими жизнями и предотвращенными материальными потерями.

Западные страны предлагают создать систему оповещения о приближающихся цунами, возникающих в океанах в результате землетрясений. Однако, по словам специалистов, очень дорогое мероприятие, и, притом, слишком мало времени остается людям, чтобы обезопасить себя и окружающую инфраструктуру от разрушений.

На дальнейшем развитии российской геологической науки существенным образом может сказаться конфиденциальность информации, получаемой частными организациями и предприятиями.

Парадигма в геологии*

Г.Н.КУЗОВКОВ (Департамент природных ресурсов по Свердловской области)

Как свидетельствует словарь [9, с. 477], в науке философия понятие парадигмы было введено «позитивистом Г.Бергманом для характеристики нормативности методологии». Однако широкое распространение данное понятие приобрело «после работ американского историка физики Томаса Куна» в 1963 г. (Структура научных революций. Пер. с англ., 1975). Согласно справочникам, греческое — [9], или *paradeigma* [7] — пример, образец. Как видно из практики, определению парадигмы в геологии соответствуют категории: 1) понятие, используемое в античной и средневековой философии для соотношения духовного и реального мира; или строго научная теория, воплощенная в системе понятий, выражающих существенные черты действительности; 2) теория (или модель постановки проблем), принятая в качестве образца решения исследовательских задач [9]; исходная концептуальная схема, модель постановки проблем и их решения, методов исследования, преобладающих в течение определенного исторического периода в научном сообществе; 3) система форм одного слова, отражающая видоизменения слова по присущим ему грамматическим категориям [7].

Такому же значению категории 2 [7, 9] следует А.И.Образцов в публикации [6]. Автор данной статьи, рассматривавший ранее парадигмы в геологии [4, 5], согласен с А.И.Образцовым, за исключением только вывода о том, что «речь не может идти об отдельной парадигме для геологии» [6, с. 81]. Анализируя современное положение в геологии [5], автор настоящей статьи приходит к противоположному мнению: геологии нужна новая парадигма, что подтверждают и данные современных исследований, характеризующие лишь части геологии. Так, например, в статье о Б.С.Зейлике [1, с. 54] написано, что он «Выдвинул и обосновал парадигму ударно-взрывной тектоники» (имеется в виду статья Б.С.Зейлика и Э.Ю.Сейтмуратовой: Метеоритные структуры Казахстана и ударно-взрывная тектоника // Изв. АН КазССР. Сер. Геологическая. 1975. № 1). А.И.Тимурзиев в своей публикации [8] отмечает необходимость создания новой парадигмы нефтегазовой геологии. Можно было бы привести и еще примеры, характеризующие лишь части геологии. Однако приводимые примеры, по мнению автора данной публикации, сами по себе достаточно показательны: если речь идет о частях геологии, то геология в целом, уж конечно, нуждается в такой «необходимости».

А.И.Образцов приводит данные о «попытке» А.А.Ярошевского «сформулировать парадигму геологии», и предлагает включить «четыре компоненты: 1) утверждение о существовании эмпирических фактов; 2) модели геологических явлений (а не предположения или гипотезы); 3) фундаментальные законы физики и химии; 4) принцип актуализма» [6, с. 80].

Против сказанного у автора данной статьи, как и у А.И.Образцова, нет никаких возражений. Между тем, В.Б.Шмакин [10] предлагает «геономическую парадигму» (в понимании И.В.Крутя). Однако П.А.Корольков, которому автор посвятил свою книгу [5], отметил (устное сообщение) необходимость создания именно *геономии* (по примеру *астрономии*) вместо геологии (заявление П.А.Королькова о том, что «геология больше не наука», на ее месте должна быть геофизика).

В.Б.Шмакин отмечает [10, с. 8—12], что «Как уже давно показано..., теории по поводу сложных наблюдаемых объектов (а иных геология не рассматривает) должны удовлетворять, как минимум, следующим требованиям: 1) предоставлять возможность выбора из ограниченного числа гипотез о ненаблюдаемом; 2) обладать эвристичностью, т.е. предоставлять способы вывода новых проверяемых гипотез из одной принятой». Автор указанной работы, ссылаясь на В.В.Груза и И.В.Крутя, пишет, что необходимо «одновременное и построение, и подтверждение новых теорий». Далее В.Б.Шмакин отмечает, что новая парадигма (по определению) должна рассматривать: 1) разностороннее системное переосмысление *места Земли во Вселенной* и в первую очередь — в Солнечной системе; 2) в непосредственной связи с первым пунктом находятся различные концепции *волновых, циклических, резонансных процессов* на Земле; 3) разного рода концепции о *глобальном глубинном строении* Земли — этом «наиболее ненаблюдаемом из всех ненаблюдаемых объектов» — наиболее сложны; «само существование гипотетических важнейших внутренних (геометрических) глобальных явлений имеет жесткие внешние (сущностно) физические запреты и ограничения», а «к глубоким недрам может быть применен только физический подход»; касаясь характеристики мантии и отмечая, что «конвекции быть не может», он говорит, что уже В.И.Лариным «показана роль мантии, как глобального теплоизолятора»; 4) «Значительный и надежный материал для будущих обобщений накапливается в последнее время в практической *региональной тектонике*, не обремененной поисками «двигателя конвекции» в ядре Земли, а занятой выделением и группировкой (таксономией) конкретных единиц делимости наблюдаемой сущности — тектоносферы».

*О статье А.И.Образцова «Диалоги о парадигме геологии». Отечественная геология. № 3. 2008.

Именно «физический подход» использовали авторы работы [3], указывая, что А.Н.Барышев обосновывает понятие явления адвекции, как альтернативы существующего понятия конвекции. При этом автор данной публикации целиком согласен с выводом А.М.Жирнова о «проявлении агрессивного воинствующего догматизма, основанного на рабочей гипотезе тектоники плит» [6, с. 81]. Что же касается самого А.М.Жирнова [2], то в целом автор относится к нему терпимо, разделяя все его «критические замечания». Однако следует отметить, что, с точки зрения автора, во всех без исключения работах, посвященных парадигме в геологии, присутствует одно серьезное упущение: в них нет признания существования (а во многих из них нет даже упоминания о существовании!) *ударно-взрывной тектоники* Б.С.Зейлика, механизмы которой «не учитывались ранее в геологической истории Земли» [5, с. 403]. Б.С.Зейлик в этой публикации [3, с. 404] пишет «успехи в изучении космогенных структур на Земле и планетах настолько велики, а изучение ударно-взрывного процесса в настоящее время продвинулось так далеко вперед, что игнорировать это просто невозможно».

Г.Н.Кузовков в упомянутой работе [5] отмечает, что «нарождающаяся система взглядов, во-первых, должна быть дополнена данными изучения ударно-взрывных структур», во-вторых, в ней «достойное место должна занять концепция саморазвития и всеобщей самопревращаемости всех химических элементов» [5, с. 409]. В заключение своей работы автор отмечает, что «В приведенном рассмотрении лишь схематично обозначены общие контуры нарождаю-

щейся парадигмы» [5, с. 411], показывая тем самым необходимость создания такой парадигмы для геологии в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Астрогеологи* и планетологи СССР. Энциклопедия. —С-Пб: Правда, 2003.
2. *Жирнов А.М.* Смена научных парадигм в геологии как фактор прогресса и регресса // Отечественная геология. 2007. № 6. С. 74—80.
3. *Зейлик Б.С., Кузовков Г.Н., Карпов Ю.П.* Влияет ли ядро Земли на геологические процессы? // Геология и охрана недр. Казахстан. 2008. № 1 (26). С. 73—77.
4. *Кузовков Г.Н.* Нужна ли геологии новая парадигма? // Топорковские чтения. Вып. IV. Казахстан. Рудный: РИИ. 1999. С. 478—493.
5. *Кузовков Г.Н.* Ударно-взрывная гипотеза происхождения Урала (Приложение механизма ударно-взрывного процесса к объяснению геологических явлений). —Екатеринбург: АО «УГСЭ», 2002.
6. *Образцов А.И.* Диалоги о парадигме геологии // Отечественная геология. 2008. № 3. С. 80—83.
7. *Советский энциклопедический словарь* / Под ред. А.М.Прохорова, М.С.Гилярова, Е.М.Жукова и др. —М.: Советская Энциклопедия, 1981.
8. *Тимурзиев А.И.* К созданию новой парадигмы нефтегазовой геологии на основе глубинно-фильтрационной модели нефтегазообразования и нефтегазоаккумуляции // Геофизика. 2007. № 4. С. 49—60.
9. *Философский энциклопедический словарь* / Под ред. Л.Ф.Ильичёва, П.Н.Федосеева и др.). —М.: Советская Энциклопедия, 1983.
10. *Шмакин В.Б.* К геонимической парадигме // Система «Планета—Земля» (Нетрадиционные вопросы геологии. Материалы X научного семинара. —М.: Гармония, 2002. С. 8—17.

УДК 551.3.051:553:9

Л.М.Филинский, 2009

Литоформации в свете методологии системных исследований

Л.М.ФИЛИНСКИЙ (Институт геологических наук им.К.И.Сатпаева, Алматы)

Мудрость — в понимании связей и причин.
Гераклит Эфесский, (V век до н.э.)

Попытки построения естественно-научных классификаций в литологии от Э.Ога до последних публикаций [1] объединялись по принципу главным образом индуктивного подхода к интерпретации унитарных процессов литогенеза с формальным причинным основанием (тектонический, климатический, или тем и другим) — без учета системных соотношений причинного действия и противодействия. Тем не менее, в литологии, пожалуй, в единственной естественно-научной дисциплине были установлены (но, к сожалению, не осознаны в качестве закона) факты, иллюстрирующие общий алгоритм образования, организа-

ции и функционирования любых фундаментальных систем — *прямую и обращенную периодичность внутрисистемных полярных свойств*. Так, для клас-тогенных литоформаций *трансгрессивной серии* установлена их прямая последовательность — от псефитовых формаций (моласс) до батинальных и пелагических пелитовых, а для литоформаций *регрессивной серии* — их обращенная последовательность. В тоже время, для хемогенных формаций установлены подсолевые и надсолевые углеводородные скопления, правда, без указания на причинность этих явлений и их соотношения для рифтогенно-седименто-

генных и коллизионно-складчатых структур. Г.А.Беленицкая в своей публикации о «расширенном варианте классификации» типов седиментогенеза призвала специалистов к его обсуждению [1, с. 45]. Настоящую работу следует квалифицировать как дискуссионное обсуждение.

Метод матричной систематики, обоснование и принципы которого изложены в публикациях [4—12], здесь иллюстрируется построением систем кластогенных и хемогенных литоформаций с учетом их позиции и связей в общем геонимическом ансамбле природных систем.

Для эффективного решения задач классификации различных геологических объектов, процессов и явлений (и не только геологических) с последующей интерпретацией генетических, временных, рангово-структурно-морфологических и функциональных связей всех их возможных состояний в цикле развития конкретной системы был разработан Унифицированный классификационный системный макет (УКСМ или матрица «Уникласс»), апробированный на ряде фундаментальных примеров [7—9, 11, 12]. Матрица «Уникласс», отражая внутри- и межсистемные связи, а также общий алгоритм организации и развития любых фундаментальных систем — *прямую и обращенную периодичность* внутрисистемных полярных свойств, является геометрической интерпретацией теории исследуемых реальных и вероятных событий и инструментом их эффективного анализа. Метод матричной систематики объединяет все известные методы познания — и генетический, и кондиционалистический, и сравнительно-исторический, и рангово-структурно-морфологический, и функциональный — в единую систему с учетом строгой дискурсивности системообразующих факторов-координат, роль которых играют философские категории: *причина—условие, время—пространство, следствие* [4, 10, 11].

Прежде чем дать описание систем литоформаций, проиллюстрируем их позицию в общем геонимическом ансамбле природных систем. В таком ансамбле межсистемные связи имеют различные варианты: эти связи могут быть выражены общими причинной и временной координатами (вариант *полной матричной суперпозиции*), общими пространственно-временными координатами при полярных причинных основаниях (вариант *матричной эквипозиционности*), или отражать различные уровни ранговой иерархии (иерархической субординации) систем в ансамбле (вариант *матричной субпозиции*). Перечисленные варианты межсистемных структурных связей с учетом законов симметрии являются необходимым и достаточным условием построения общего графа геонимического ансамбля фундаментальных природных систем.

Граф геонимического ансамбля [5, 6] построен на основе системных соотношений зеркальной и инверсионной видов симметрии и отражает как родовую,

так и уровневую октавную структуру окружающего макро- и микромира. Именно благодаря построенному графу, отражающему межсистемные связи, возможно объективное определение ведущих системообразующих факторов-координат — причинного основания и режимно-временной характеристики матричных классификаций конкретных систем. (По методологическому принципу общей теории систем при анализе любой фундаментальной системы необходим учет ее структурной позиции и связей в общем ансамбле. Такой мировоззренческий подход и называется «системным» [5, 10]).

Генеральная структура графа отражает единство статических и динамических фундаментальных природных систем, их родовую и уровневую композицию с реальными и «мнимыми» состояниями. Динамические системы группируются по квадрантам графа, разделенным осями симметрии: верхние («макромир») и нижние («микромир») квадранты отделены осью *инверсионной симметрии* пространственно-временных состояний, а левые («реальные» системы) и правые («мнимые» системы) — осью *зеркальной симметрии* каузальных состояний. С учетом родовой и уровневой структуры графа выделяются *композиционные, суперпозиционные, эквипозиционные и субпозиционные фундаментальные системы*.

И макромир (верхний ансамбль), и микромир (нижний ансамбль) характеризуются *уровневой структурой*: число уровней (ступеней) подчиняется **закону октав**, а каждому уровню соответствует определенный вид парных физических взаимодействий. Именно эти факты и должны быть положены в основу их общей теории. Таким образом, посредством графа геонимического ансамбля позиционных природных систем рассмотрена вся цепь фундаментальных и переходных видов взаимодействий в этом ансамбле [5, 6].

Для более четкой иллюстрации родовой и уровневой позиционной структуры физико-географического и геологического родов ансамбля и их межсистемных связей ниже представлен фрагмент общего графа, наглядно отражающий одноуровневую суперпозицию природных систем этих родов и их связи в реальном времени действительного макромира (см. рисунок). Противоположные соотношения этих же систем и их свойств для прошлого или будущего времени «мнимого» мира иллюстрируются зеркально-симметричным правым верхним квадрантом общего графа.

Общей чертой внутрисистемных полярных свойств для всех фундаментальных систем без исключения является их *прямая и обращенная периодичность* в соответствующих циклах развития, что и отражает **общий алгоритм** организации и функционирования природных систем [4—12].

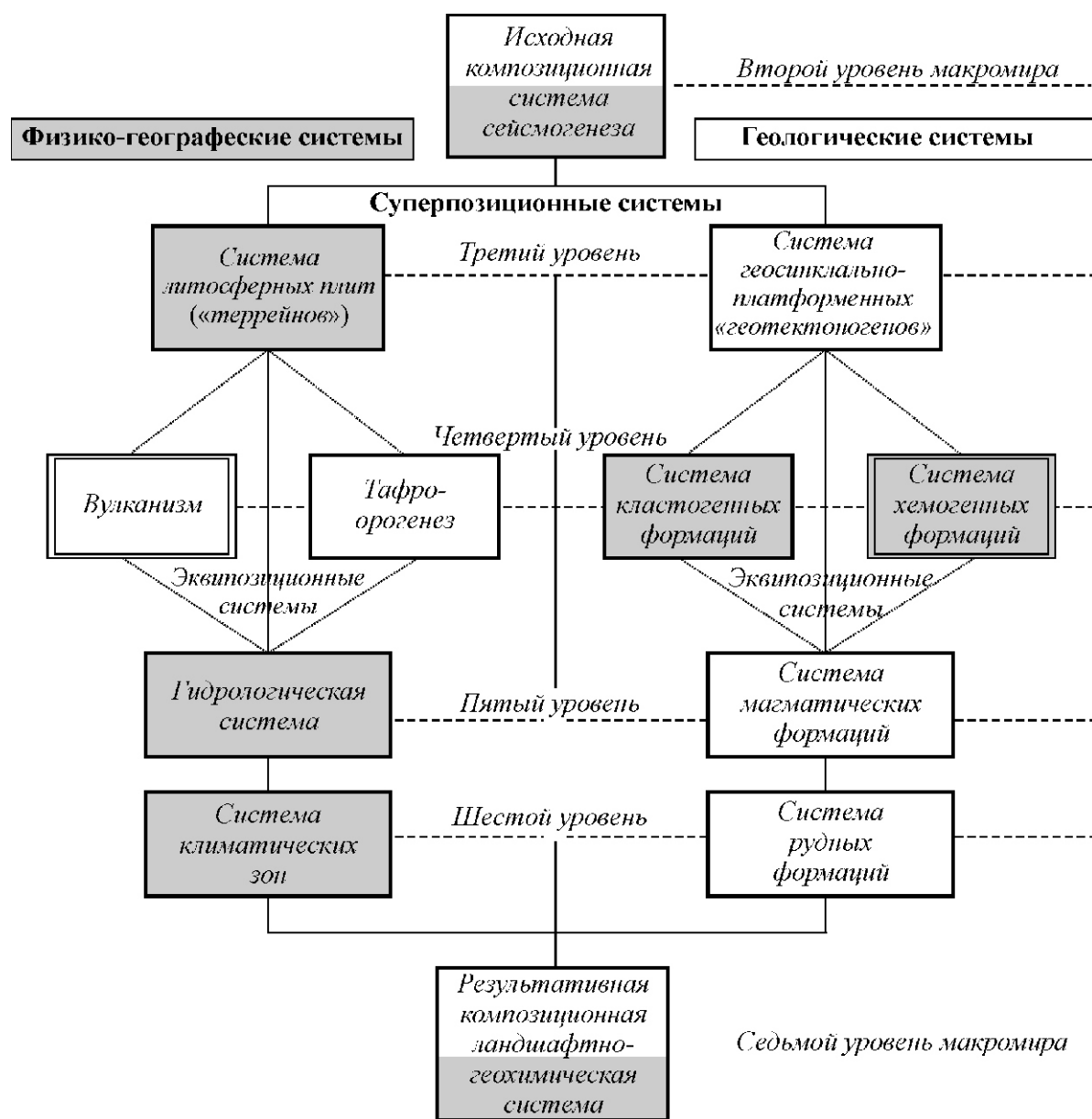
Системы физико-географического и геологического ансамблей, характеризуясь одноуровневой суперпозицией, совместно образуют сложные природ-

ные комплексы, анализ и интерпретация которых — без дифференциального их рассмотрения — весьма затруднена (для иллюстрации этого положения достаточно привести пример «непримиримой борьбы» плейт-тектонической и геосинклинально-платформенной концепций в современной геотектонике). Именно факт «наложения» физико-географических и геологических процессов определяет необходимость их изучения как в дифференциальном, так и в интегральном аспектах (см. рисунок). Самостоятельные ряды систем физико-географического и геологического ансамблей в свою очередь характеризуются ранговой иерархией, отражающей последовательность структурных уровней этих ансамблей — это ряды субпозиционных («вложенных») систем. В геологическом ансамбле такая субпозиция характерна для ряда следующих систем: *геотектоника (складча-*

тость и седиментогенез) — *геологические формации (эквипозиционные системы кластогенных и хемогенных формаций)* — *магматические формации* — *рудные формации*, причинное основание матричной классификации каждой из которых вытекает из характеристики условия иерархически вышестоящей системы. Более детальная характеристика этого ряда изложена в предыдущих публикациях [5, 6, 7].

Представленный фрагмент графа как нельзя лучше иллюстрирует позицию систем литоформаций как эквипозиционных, сочетающих связи с рядами как физико-географических, так и геологических фундаментальных систем.

Как иллюстрирует граф межсистемных связей, плейт-тектонические «активные» террейны определяют генетическую систематику вулканических процессов (рифтогенные и коллизионные, связанные го-



Межсистемные связи в ансамбле физико-географических и геологических систем. Фрагмент графа геонамического ансамбля. Динамические фундаментальные системы макромра. (Левый верхний квадрант графа)

ризонтальными движениями), а «пассивные» — генетическую систематику тафро-орогенических процессов, связанные с вертикальными движениями. Аналогично «подвижные» геотектоногены определяют генетическую систематику хемогенных литоформаций (седиментогенные и складчатые, связанные с горизонтальными движениями), а «консолидированные» — генетическую систематику кластогенных литоформаций. Общая характеристика всех эквипозиционных систем представлена ниже:

Эквипозиционные системы

Физико-географические	Геологические
Вулканизм — Тафро-орогенез	Системы литоформаций
	Кластогенные — Хемогенные

Причина (Действие—Противодействие)

Горизонтальные — вертикальные полярно-векторные движения	Вертикальные — горизонтальные полярно-векторные движения
--	--

Условия

Унаследованные—Наложенные

Временная характеристика

Весь спектр соотношений рифтогенно-седиментогенных и коллизионно-складчатых режимов — от гиперрифтогенно-седиментогенного до гиперколлизионно-складчатого, а также скоростные характеристики процессов — от высокоскоростных (катастрофических) до замедленных (эволюционных)

Пространственные характеристики

Весь спектр рангово-структурно-морфологических особенностей, специфических для каждой конкретной системы

Следственная связь состояний

(основные функциональные свойства):

Соотношения линейности и ареальности (полигональности) с их прямой и обращенной периодичностью	Для кластогенных литоформаций. Соотношения псефитовых (моласс) и пелитовых отложений трансгрессивных и регрессивных серий Для хемогенных формаций. Соотношения солей и углеводородов коллизионного и рифтогенного генезиса (надсолевые и подсолевые углеводородные скопления)
--	---

Внимание читателя еще раз акцентируется на эффекте наложения эквипозиционных физико-географических систем с симметричными им эквипозиционными геологическими системами. Эти одноуровневые связи позволяют, в частности, дать объективную генетическую интерпретацию хемогенным формациям (сульфатно-галлоидные, сульфатные, фосфатные, карбонатные, кремнистые, углеродисто-кремнистые, а также и углеводородные), происхождение которых связано с горизонтальными движениями и, соответственно, с

вулканическими процессами (в частности, подводными). В отличие от хемогенных природа кластогенных формаций ни у кого из исследователей не вызывает сомнений — их происхождение связано с вертикальными движениями и, соответственно, процессами тафро-орогенеза. Гибридные кластогенно-хемогенные комплексы, образованные в результате переходного тектонического режима, с переменными соотношениями вертикальных и горизонтальных движений. Примечателен и характер эквипозиционности кластогенного и хемогенного литогенеза: кластогенные псефитовые формации (молассы) коррелируются с галогенными, а пелитовые — с углеводородными. Здесь же необходимо отметить различные соотношения диалектических категорий *сущности и явления*: вулканические и тафро-орогенические процессы как *физико-географические явления* характеризуются, тем не менее, геологической (геотектонической) сущностью своей природы, тогда как *сущность* природы формирования литолого-стратиграфических комплексов (литоформаций) как сугубо *геологических явлений* — *физико-географическая*. В этих перекрестных соотношениях *сущности и явления* отражено единое причинное основание фундаментальных систем физико-географического и геологического ансамблей, представленное общими для них процессами сейсмотектогенеза. Не останавливаясь на изложении принципов матричной систематики и системных исследований, приведенных в публикациях [4, 12], кратко представляем следующую таксономию литоформаций, характеризующую структуру классификационных матриц. Макет матриц аналогичен макетам, представленным в работах [4, 8, 9].

Система кластогенных литоформаций. Генетическая и литологическая классификации кластогенных литоформаций, представляющие соответствующую систему, связаны между собой причинно-следственными отношениями следующим образом: в основу генетической классификации взята *причинная характеристика* — весь спектр вертикальных движений, определяющий трансгрессивные (левая половина онтологической матрицы) и регрессивные (правая половина) серии кластогенных образований. Основанием же литоформационной классификации является *«следствие»* — полный спектр соотношений между псефитовыми (левая половина гносеологической матрицы) и пелитовыми (правая половина) литоформациями. Последняя классификация выявляет генерализованную *причинную связь* всех пространственно-временных состояний (всех событий) — литогенетические серии (трансгрессивные—регрессивные), тогда как первая — *следственную связь* этих же состояний: генерализованное соотношение между псефитовыми и пелитовыми литоформациями. Следственное соотношение и является *функциональным свойством* системы кластогенных литоформаций. На соответствующих классификационных матрицах и функциональные

(следственные), и генетические (причинные) связи иллюстрируются диагональными инверсионными крестами.

Таксономия представленных классификаций согласна дискурсивности системообразующих факто-

ров—матричных координат по *причине—условию, времени—пространству, следствию* для онтологической матрицы и по *следствию—условию, времени—пространству и причине* — для гносеологической матрицы представлена ниже:

Система кластогенных литоформаций

Матрица	
Онтологическая (с причинным основанием)	Гносеологическая (со следственным основанием)
Классификации	
Литогенетическая	Литоогическая
1. По причинному основанию — литогенерации трансгрессивной серии	1. По следственному основанию — существенно псефитовые литотипы
<i>Левые части классификационных матриц</i>	
гипертрансгрессивная литогенерация трансгрессивная литогенерация гипотрансгрессивная литогенерация	псефитовый литотип псефито-псаммитовый литотип псаммитовый литотип
<u>Литогенерации регрессивной серии</u>	<u>Существенно пелитовые литотипы</u>
<i>Правые части классификационных матриц</i>	
гипорегрессивная литогенерация регрессивная литогенерация гиперрегрессивная литогенерация	алевритовый литотип алеврито-пелитовый литотип пелитовый литотип
2. По условию (по ковариантности — контрвариантности с причиной) — ряды трансгрессивных и регрессивных литоформаций наложенные литоформации (знак « ») — на складчато-регрессивном субстрате для литоформаций трансгрессивной серии, а для литоформаций регрессивной серии — на трансгрессивно-седиментогенном субстрате; переходные литоформации (знаки « »); унаследованные литоформации (знак « ») — на трансгрессивно-седиментогенном субстрате для литоформаций трансгрессивной серии, а для литоформаций регрессивной серии — на складчато-регрессивном субстрате	
3. По временной характеристике — фазы кластогенного литогенеза: <i>эвинерционная (высокоскоростная)</i> <i>инерционная</i> <i>динамико-инерционная (со средними значениями скорости отложения)</i> <i>инерционно-динамическая (со средними значениями скорости отложения)</i> <i>динамическая</i> <i>мюинерционная (замедленная)</i>	
4. По пространственным характеристикам — классы литоформаций (по степени замкнутости среды и структурных взаимоотношений с субстратом) континентальные (субаэральные), несогласные прибрежно-морские (лиманно-лагунные и литоральные), несогласные морские батинальные, согласные океанические и морские пелагические, согласные	
Ранги литоформаций (по мощности разрезов): супермощные — среднемощные — маломощные (ранговые соотношения формаций характеризуются на матрице стрелками вдоль оси ординат, вектора которых противоположны для левой и правой ее частей — согласно полярным характеристикам причинного действия и противодействия)	
5. По следственной связи генерализованных функциональных свойств (литотипов) — системы кластогенных литоформаций	5. По причинной (генетической) связи пространственно-временных состояний — системы кластогенных литоформаций
<i>Диагональные инверсионные кресты классификационных матриц</i>	
Онтологический инверсионный крест	Гносеологический инверсионный крест
<i>Литоогические типы</i> <i>псефитовые</i> <i>пелитовые</i>	<i>Литогенетические серии</i> <i>трансгрессивная литоформаций</i> <i>регрессивная литоформаций</i>

Инверсионные кресты классификационных матриц — их важнейшие структурные элементы: иллюстрируя прямую и обращенную периодичность системных свойств, они подчеркивают колебательно-пульсационный характер режимов кластогенного литогенеза, а, соответственно, и процессов тафро-орогенеза. Именно этот структурный элемент классификационных матриц определяет их ретроспективно-аналитическую и прогнозную функции. На классификационных макетах должны найти свое место все известные типы моласс, флишевых, псаммитовых и алевро-пелитовых комплексов, турбидитовых и «застойных» отложений. Безусловно, проявится некоторое число свободных классификационных ячеек, пока не нашедших реальных эквивалентов среди известных литоформаций. Так или иначе, матричная систематика литоформаций — эффективный инструмент исследователя-литолога.

Система хемогенных литоформаций. Межсистемные одноуровневые связи, иллюстрируемые на рисунке доказывают единство природы рифтогенного и коллизионного вулканизма и хемогенных формаций. Генетическая и литохимическая классификации хемогенных формаций, представляющие соответствующую систему, связаны между собой причинно-следственными отношениями следующим образом: в основу генетической классификации положена *причинная характеристика* — весь спектр го-

ризонтовых движений, определяющий *энсиматические рифтогенные и энсиалические коллизионные серии* хемогенных образований. Основанием же литохимической классификации является *«следствие»* — полный спектр соотношений между *солевыми и углеводородными* хемоформациями. Последняя классификация выявляет генерализованную *причинную связь* всех пространственно-временных состояний (всех событий) — литогенетические серии (энсиматические рифтогенные — энсиалические коллизионные), тогда как первая — *следственную связь* этих же состояний: генерализованное соотношение между солевыми и углеводородными хемоформациями. Это соотношение представляет собой *функциональное свойство* системы хемоформаций. Более корректно это соотношение следовало бы соотносить с неорганическими и «органическими» хемоформациями, причем, к органическим относится и вода. В связи с наличием различных вещественных фаз — и твердых, и жидких (в т.ч., и в фазе ювенильной воды), и газообразных — систему хемогенных «литоформаций» более корректно следует детерминировать так же как «систему хемоформаций». Таксономия представленных классификаций согласно дискурсивности системобразующих факторов — матричных координат: по *причине* — *условию*, *времени* — *пространству*, *следствию* для онтологической матрицы и по *следствию* — *условию*, *времени* — *пространству* и *причине* — для гносеологической матрицы.

Система хемоформаций

Онтологическая матрица (с причинным основанием)	Гносеологическая матрица (со следственным основанием)
Классификации	
Генетическая	Химическая
1. По <u>причинному основанию</u> — хемогенерации энсиматической серии	1. По <u>следственному основанию</u> — существенно солевые типы
<i>Левые части классификационных матриц</i>	
базальтоилная хемогенерация базальт-андезитоидная хемогенерация андезитовая хемогенерация	кремнистые типы галлоидные типы сульфатно-карбонатные типы
Хемогенерации энсиалической серии	Существенно углеводородные типы
<i>Правые части классификационных матриц</i>	
дацитовая хемогенерация дацит-риолитовая хемогенерация риолитовая хемогенерация	водородные типы углеводородные типы углеродистые типы
2. По <u>условию (по ковариантности — контравариантности с причиной)</u> — ряды энсиматических и энсиалических хемоформаций	
контрахемные формации (знак « ») — по петрологическому «принципу полярности» Лодочникова: вулканические эманации дефицитных для конкретного типа магм летучих веществ (для хемоформаций энсиматической серии — галогены, щелочные элементы, водород, кислород, кремний, а для хемоформаций энсиалической серии — карбонаты, железо, марганец, сера, фосфор, углерод, углеводороды)	
буферные хемоформации (знаки « »)	
конхемные формации (знак « ») — обращенный порядок перечисленных выше вулканических эманаций — по петрологическому «принципу адекватности»	

3. По временной характеристике — фазы хемогенеза

эвинерсионная (высокоскоростная)
инерционная
динамико-инерционная (со средними значениями скорости отложения)
инерционно-динамическая (со средними значениями скорости отложения)
динамическая
миоинерсионная (замедленная)

4. По пространственным характеристикам — классы хемоформаций (по степени замкнутости среды и структурных взаимоотношений с субстратом)

континентальные, несогласные
окраинно-континентальные, несогласные
островодужные, согласные
океанические и морские пелагические, согласные

Ранги хемоформаций* (по мощности разрезов):
супермощные — среднемощные — маломощные

(ранговые соотношения хемоформаций характеризуются на матрице стрелками, аналогичными указанным для системы класто-генных формаций)

5. По следственной связи генерализованных функциональных свойств (литохимических типов) системы хемоформаций

5. По причинной генерализованной связи пространственно-временных состояний системы хемоформаций

Диагональные инверсионные кресты классификационных матриц

Онтологический инверсионный крест	Гносеологический инверсионный крест
Литохимические типы «солевые» (неорганические) типы углеводородные («органические») типы	Литогенетические серии энсиматическая серия хемоформаций энсиалическая серия хемоформаций

*С учетом этого фактора ведется феноменологический прогноз относительных масштабов проявления компенсирующих друг друга солевых и углеводородных формаций в каждой конкретной хемогенерации. Именно ранговая оценка прогнозируемой хемоформации (точнее, ее поля) является основополагающей операцией в программе прогнозно-литологических исследований [9].

И в данном примере, как, впрочем, и для любой фундаментальной системы, инверсионные кресты классификационных матриц являются их важнейшим структурным элементом, иллюстрируя прямую и обращенную периодичность внутрисистемных свойств. В представленной системе хемоформаций внутрисистемные свойства выражаются прямой и обращенной периодичностью неорганических и «органических» хемоформаций, подчеркивая пульсационно-динамический характер режимов хемогенеза, а, соответственно, и процессов рифтогенного и коллизийного вулканизма. Именно этот структурный элемент классификационных матриц определяет их ретроспективно-аналитическую и прогнозную функции. Специфической особенностью хемоформаций является активное участие в их формировании «живой материи». Эта специфика дает основание охарактеризовать систему хемоформаций как мост с двусторонним движением, перекинутый природой между «царствами» минералов, флоры и фауны. Тем не менее, изложенная систематика хемоформаций свидетельствует о глубинном их происхождении. Это серьезная заявка на поддержку и дальнейшую более углубленную разработку современных идей о «нафтидогенезе и галогенезе» [1, 2, 3], представляя собой отдельный предмет обсуждения. Что же касается анализа собственно режимов седиментогенеза, то

они должны рассматриваться в рамках геотектонической матричной систематики [7], представляющей формирование складчатых и седиментогенных структур во всем спектре гравитационно-инерционных взаимодействий с локальным участием для седиментогенных структур всего спектра динамических процессов. Более того, анализ режимов формирования седиментогенных структур должен учитывать и характер симметричных процессов плейт-тектонического рифтогенеза.

Построенные классификации литокластических и хемоформаций в комплексе с матричными классификациями геодинамических режимов, магматических и рудных формаций [7—9] должны стать эффективным инструментом геодинамических и прогнозно-металлогенических исследований. В заключение настоящего обсуждения уместно раскрыть содержание изречения древнегреческого мудреца, приведенного в качестве эпиграфа: истинное знание заключается в понимании и объективном анализе *причин*, а также *меж- и внутрисистемных связей* исследуемых явлений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Беленицкая Г.А. Типы седиментогенеза: расширенный вариант классификации // Отечественная геология. 2008. № 3. С. 29—45.
- Конищев В.С. Цикличность тектогенеза, нафтидогенеза и галогенеза // Литосфера. 2007. № 2. С. 14—24.

3. Лурье М.А., Шмидт Ф.К. О возможности абиогенного образования нефтегазовых систем // Отечественная геология. 2008. № 1. С. 10—18.
4. Ракишев Б.М., Филинский Л.М. О методе матричной систематики // Изв. Нац. АН Республики Казахстан. Сер. геол. 2003. № 6. С. 54—65.
5. Ракишев Б.М., Филинский Л.М. Геономический ансамбль позиционных природных систем // Изв. Нац. АН Республики Казахстан. 2004. № 3—4. С. 17—29.
6. Ракишев Б.М., Филинский Л.М. Фрактальный анализ ансамбля фундаментальных природных систем // Материалы ХLI Тектонического совещания: «Общие и региональные проблемы тектоники и геодинамики». Т. II. —М., 2008. С. 138—142.
7. Ракишев Б.М., Филинский Л.М. Геотектоническая матричная систематика // Изв. Нац. АН Республики Казахстан. Сер. геол. 2004. № 5. С. 76—86.
8. Ракишев Б.М., Филинский Л.М. Матричная систематика магматических формаций // Изв. Нац. АН Республики Казахстан. 2005. № 4. С. 60—72.
9. Ракишев Б.М., Филинский Л.М. Рудноформационная матричная систематика // Изв. Нац. АН Республики Казахстан. 2004. № 6. С. 60—83.
10. Филинский Л.М. О методологии системных исследований (к общей теории систем) // Изв. Нац. АН Республики Казахстан. 2008. № 2. С. 75—84.
11. Филинский Л.М. Унифицированный классификационный макет на базе обобщенной модели системы // Тезисы докладов на Всесоюзном совещании «Рудные формации структур зоны перехода континент—океан». —Магадан, 1989. Т. 1. С. 149.
12. Филинский Л.М. Теория и практика систематики // Доклад на III-ей Всесоюзной конференции «Системный подход в геологии». Материалы конференции. —М., 1989.

УДК 551.24(470.1)

М.К.Шуваева, 2009

Границы гряды Чернышева как отражение условий ее формирования

М.К.ШУВАЕВА (ОАО «ЛУКОЙЛ»)

Гряда Чернышева, расположенная в северной части Тимано-Печорской плиты, выделена академиком Ф.Н.Чернышевым в 1907—1908 гг. под названием кряжа и с тех пор в течение 100 лет идет дискуссия относительно ее происхождения [18, 19]. Она считается западным ограничением Предуральского прогиба, представленным здесь Косью-Роговской впадиной (рис. 1).

Изучение границ гряды Чернышева представляет не только научный, но и практический интерес с точки зрения оценки перспектив нефтегазоносности, так как в ее западной краевой зоне выявлены два нефтяных месторождения (Усино-Кушшорское и Хоседаю-Неруюское), а в восточной на Поварницком и Воргамусюрском поднятиях получены притоки легкой нефти.

Первая аргументированная точка зрения на тектонику этой региональной структуры была высказана А.А.Черновым в 20—30-х годах прошлого века, который считал ее горстом, ограниченным с запада и востока сбросами [15, 16]. Подобной точки зрения придерживался и О.Л.Эйнон [20]. Н.Н.Тихонович предполагал уральское происхождение гряды как ветви Уральского складчатого сооружения [13]. К.Г.Войновский-Кригер считал ее складчатой структурой, но возникшей на платформенном основании в герцинскую фазу складчатости синхронно с Уралом [2], отмечая при этом наложенный характер этого образования. Ю.М.Пущаровский рассматривал данную структуру как крупное антиклинальное поднятие или ответвление от Уральского складчатого сооружения [9]. Н.С.Шатский относил гряду Чернышева к поперечным поднятиям относительно сопредельных впа-

дин и рассматривал ее как горстообразное поднятие [19].

В 50-х годах XX в. в связи с началом региональных геофизических работ и геологических съемок были установлены надвижки складчатых палеозойских отложений на слабодислоцированные породы перми, что позволило в Адакском районе определить надвиговый характер сочленения гряды с Косью-Роговской впадиной.

Интересную точку зрения высказал А.М.Загороднов [4]. Он считал, что происхождение гряды — результат столкновения двух соседних блоков и приурочена она к шовной зоне. В дальнейшем такую точку зрения разделяли Б.И.Тарбаев [11], Н.И.Тимонин [12] и ряд других исследователей. Близкой точки зрения придерживались В.П.Горский [3], Б.А.Кондиайн [5]. Н.П.Херасков [14] и А.С.Перфильев [6] считали гряду Чернышева новообразованной в мезозойское время — в период активизации древнекемрийской фазы тектогенеза. Необходимо подчеркнуть, что точки зрения, высказанные перечисленными специалистами, базировались на ограниченном объеме информации, преимущественно результатах геокартирования и представляли собой в основном просто идеи.

Глубинные построения по гряде Чернышева начали появляться во второй половине XX в. и связаны с развернувшимися в СССР региональными работами. Поэтому первые обоснованные представления по фундаменту и низам осадочного чехла связаны с геофизическими исследованиями [8], в процессе которых были обоснованы ограничения гряды Чернышева на основании гравиметрических, магнитометри-

ческих и электроразведочных работ. Относительно низкий уровень сейсморазведки в тот период времени и ее ограниченный объем не позволил сделать определенные выводы. По результатам геофизических работ было установлено, что структурные комплексы чехла и фундамента, характеризующиеся различными показателями (плотность, магнитная восприимчивость) имеют относительно четкую локали-

зацию в пределах гряды Чернышева, без существенных горизонтальных смещений.

В связи с увеличением объемов нефтегазопроисловых работ в конце XX в., стремлением к переинтерпретации накопленных данных с позиции «тектоники плит» в современной трактовке эта структура по результатам сейсморазведочных работ состоит из серии чешуй, надвинутых друг на друга [6, 9]. Были вы-

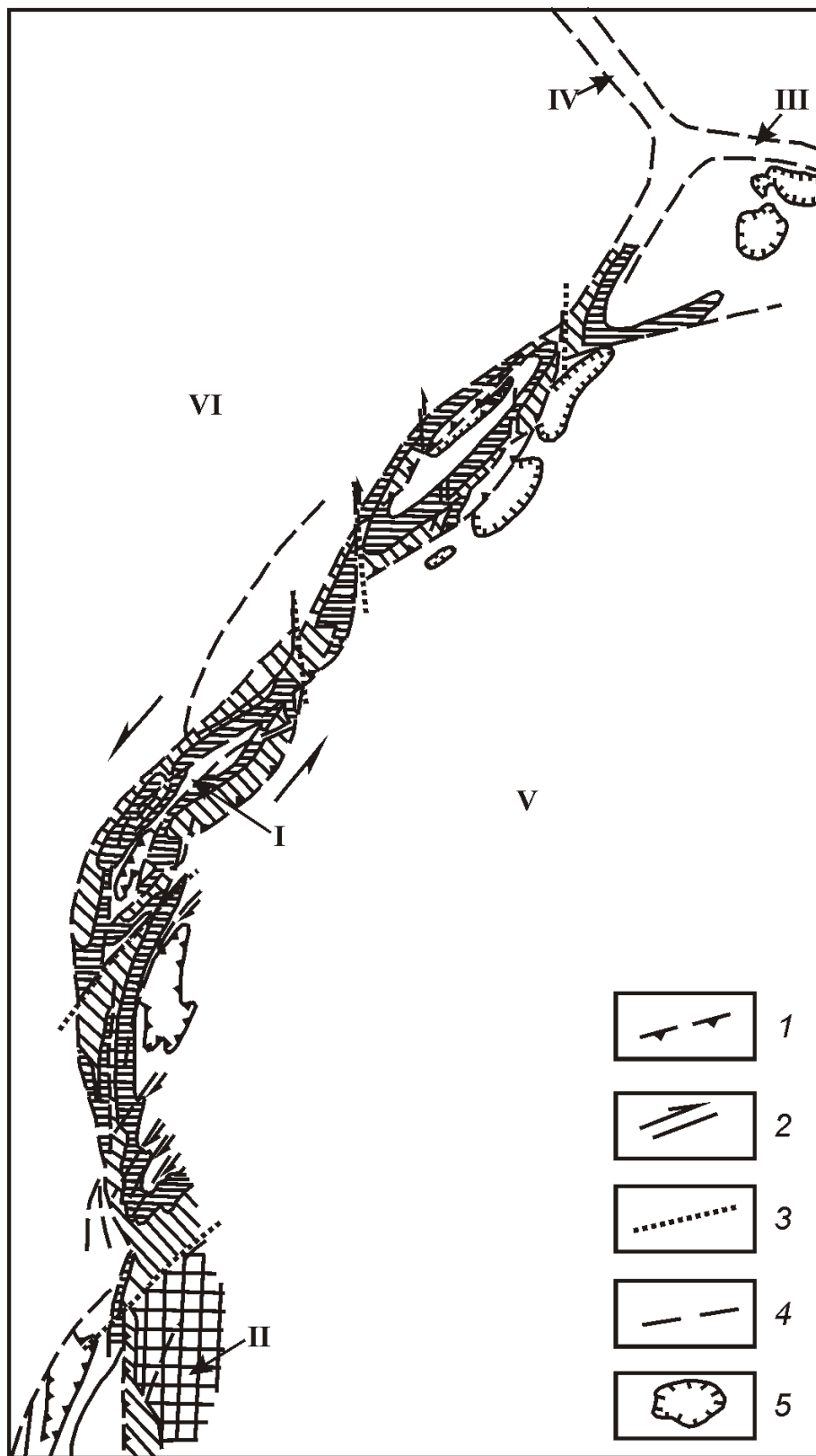


Рис. 1. Схема регионального структурного положения гряды Чернышева:

1 — надвиги и взбросо-надвиги; 2 — сдвиговые смещения; 3 — поперечные разломы; 4 — прочие разрывные нарушения; 5 — контуры выходов базальтов пермско-триасового возраста; I — гряда Чернышева, II — выходы доуралид, III — гряда Чернова, IV — Адзвинская зона, V — Косью-Роговская впадина, VI — Хорейверская впадина; распространение платформенных отложений этапа развития: VII — среднедевонско-каменноугольного, VIII — ордовикско-раннедевонского

сказаны предположения, что гряда Чернышева бескорневая или она является отражением подвига под нее Косью-Роговской впадины [11].

В приведенном кратком историческом обзоре невозможно упомянуть всех исследователей, однако их можно сгруппировать в сторонников трех ведущих точек зрения: платформенного происхождения в блоковом варианте, складчатого генезиса и шовного типа.

В связи с большим объемом геолого-геофизических данных, накопленных к настоящему времени, представляется целесообразным проанализировать эту информацию, результаты осмысления которой, и изложены автором в данной статье.

В комплексе геологических материалов, получаемых с помощью различных поисковых методов, при решении многоуровневых структурных задач скапливается информация различной достоверности, отличающаяся по глубинности. Используя ее при тектонических построениях, в первую очередь изучаются границы структур, определяющие их пространственное положение, характер сочленения и особенности развития.

Современные границы гряды Чернышева, показанные на различных структурных картах, проведены по данным геологической съемки, т.е. по выходам на поверхность палеозойских отложений.

Важнейший фактор оценки приграничных зон — оценка ориентировки сместителей основных структуроформирующих разломов, образующих своеобразный веер с их наклоном к осевой части гряды [13]. Наклон изменяется от субвертикального на больших глубинах до 30—70° на земной поверхности по данным геологической съемки [12], что обусловлено величиной сжимающих сил, различавшихся на разноточных уровнях и сходящихся к зоне глубинного разлома. Как правило, границы структур для разновозрастных комплексов осадочного чехла и фундамента могут существенно различаться, что имеет место в данном случае. Рассмотрим их взаимоотношения в стратиграфической последовательности снизу вверх.

Основными источниками информации для решения этой задачи в настоящее время является сейсморазведка на весь разрез осадочного чехла и геологическая съемка на уровне современного эрозионного среза при участии других методов.

Так как гряда Чернышева представляет собой региональную структуру, то границы ее должны быть связаны с глубинными разломами, трассирующими ее корни и ограничения. Наличие здесь глубинного разлома, прослеживающегося до глубины 25 км, т.е. до границы гранитного и базальтового слоев, установлено по профилю ГСЗ, пересекающему гряду Чернышева [1]. Полученные данные неоспоримо свидетельствуют о ее приуроченности к шовной зоне, разделяющей две различавшиеся по характеру развития и мощностям осадочного чехла впадины.

Современные границы гряды Чернышева, показанные на различных структурных и геологических картах, проведены в основном по данным геокартирования, т.е. по выходам на поверхность дислоцированного палеозойского комплекса пород. Эта граница может носить приближенный характер, если учитывать слабую обнаженность на отдельных участках. Однако в районе Нядейтинского блока (в северной части гряды Чернышева) восточная ее граница по геофизическим и геологическим данным совпадает.

Определенный интерес представляют материалы магнитометрических и гравиметрических съемок. Магнитометрические в значительной степени отражают вещественный состав и структуру допалеозойского рифей-вендского комплекса, имеющего четко выраженное северо-западное простирание как в пределах гряды Чернышева, так и сопредельных впадинах. Только на отдельных участках в морфологии аномального магнитного поля отмечаются некоторые граничные разломы. Из этого можно сделать вывод, что в период формирования рифей-вендского комплекса гряда Чернышева как единая региональная структура не проявляла себя. Карта локальных аномалий силы тяжести гряды Чернышева показывает, что они характеризуются четко выраженным северо-восточным простиранием и удлиненным морфологическим облаком, отражая, таким образом, структуру осадочного чехла и частично дислоцированного в герцинское время рифей-вендского комплекса. Простирание аномалий поля силы тяжести и характер районирования палеозойских отложений очень близки между собой. В виде наиболее значительных градиентных зон относительно размазанных аномалий в Косью-Роговской и Хорейверской впадинах четко трассируется глубинная граница гряды Чернышева, отличающаяся от границы, установленной по результатам геокартирования. Граница представляет собой только распространение верхней выдавленной и надвинутой на некоторых участках дислоцированной толщи палеозоя. Локальные аномалии силы тяжести отражают современную расслоенность чехла на серию пластин.

Глобальный период герцинского тектогенеза в максимальной степени привел к перестройке структуры Приуралья и выразился в формировании региональных расколов земной коры северо-западного простирания со значительной амплитудой смещения, в т.ч. и в районе гряды Чернышева. Накопленная толща осадочного чехла была дислоцирована субвертикальными разломами, что привело к формированию серии блоков, взбросо-надвигов и в меньшей степени складок. По данным изучения аэрофотоснимков при геологическом картировании было установлено отсутствие замыкания складок и центроклиналей [13].

В некоторой степени границы этой структуры также отражаются в гипсометрии современного рельефа, так как в посттриасовое время претерпела интен-

сивную инверсию и подъем с амплитудой до первых километров, продолжающийся и в настоящее время.

На ряде сейсмопрофилей наиболее изученной центральной части гряды Чернышева видно, что восточное ограничение по данным сейсморазведки представляет собой крупноамплитудный сброс, переходящий вверх по разрезу в флексурообразный перегиб

(рис. 2). Западное ограничение в районе Усино-Кушорского месторождения также ограничено сбросом, показанным на структурных картах в диапазоне от ордовика до перми без смещения, что свидетельствует о субвертикальном положении сместителя. Геологические границы дислоцированного палеозоя проходят несколько западнее.

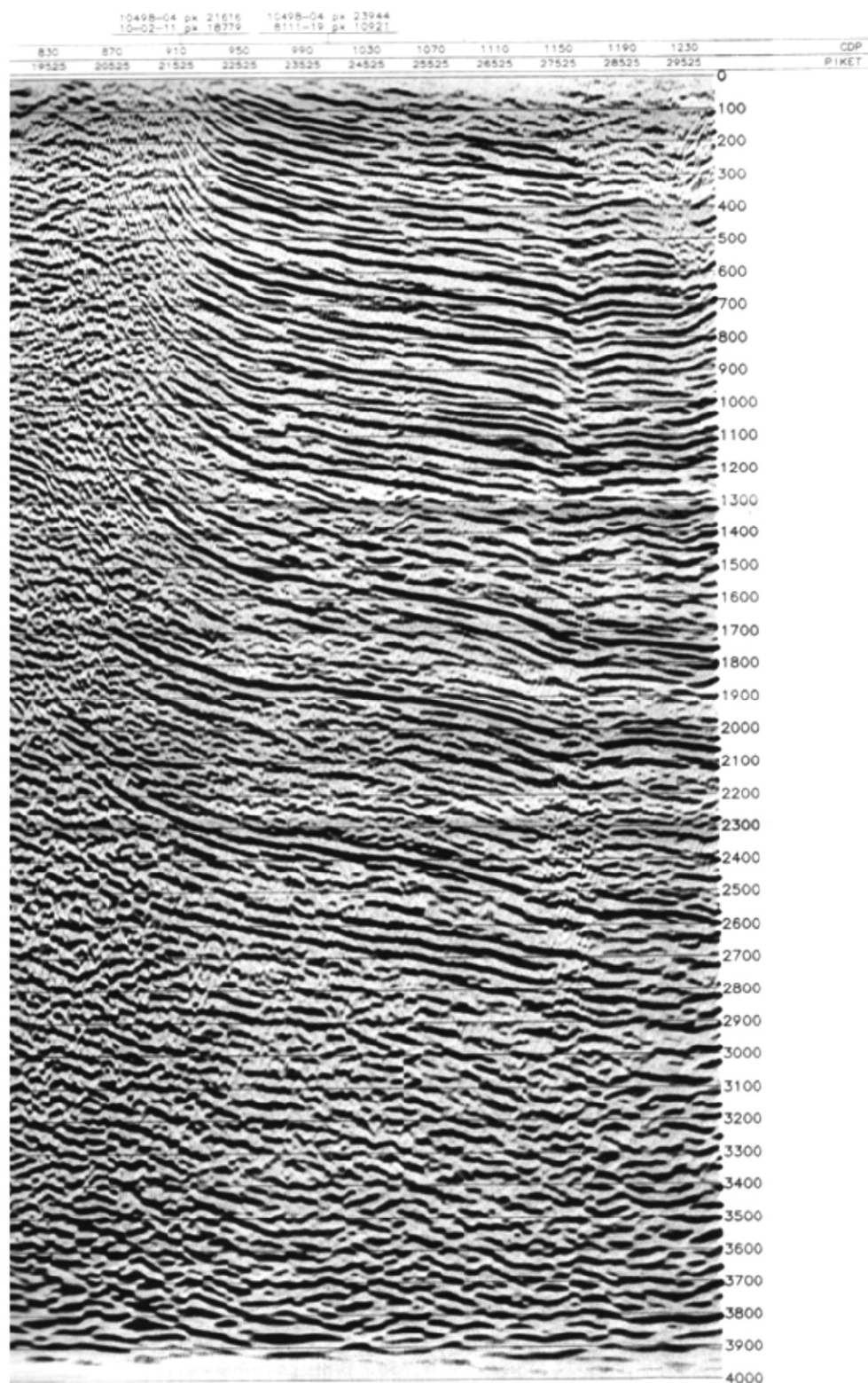


Рис. 2. Временной разрез через восточную часть гряды Чернышева

Рассматривая представления многочисленных специалистов на строение гряды Чернышева на основе большого объема геолого-геофизических данных необходимо отметить, что по прошествии 100 лет точки зрения А.А.Чернова, О.Л.Эйнора, Н.С.Шатского, А.С.Перфильева и ряда других геологов полностью подтвердились. Эта структура приурочена к шовной зоне глубинного разлома, заложена на платформенном этапе развития и представляет собой конусообразный горст, выжатый на инверсионном (посттриасовом) этапе развития. Его морфологический облик с наибольшей полнотой отражен при анализе границ гряды Чернышева, изученных разными методами.

Подводя итог рассмотренным данным на основании всего комплекса геолого-геофизических материалов, представляется возможным сделать следующие выводы:

1. Положение гряды Чернышева над глубинным разломом неоспоримо показывает на ее приуроченность к шовной зоне, заложенной в палеозое, в связи с ее секучим положением по отношению к структуре фундамента и не находящей отражения в аномальном магнитном поле.

2. На формирование гряды Чернышева в на-

чальный этап ее развития оказывали воздействие крупные сдвиги, развивавшиеся в зоне глубинного разлома фундамента и связанные с коллизионными событиями Урала. Была сформирована серия субвертикальных пластин, которые на заключительном этапе развития были вовлечены в общее поднятие, что привело к активизации их границ.

3. Наличие приграничных разломов и сопровождающих их мелких разрывных нарушений с наклоном сместителей ориентированных к оси гряды установлено по данным геокартирования и геофизических работ. Они образуют веерообразную структуру, которая расслаивает осадочный чехол на ряд наклонных блоков с углами падения от 30 до 80°. Эта структура, заложенная на герцинском этапе, без существенного изменения своего плана продолжала развитие в посттриасовое время в связи со значительным подъемом, который претерпела гряда Чернышева.

4. Эта шовная зона представляет собой гигантский сдвиг, сходящийся к осевому глубинному разлому. Он формируется из многочисленных кулисообразно эшелонированных незамкнутых складок. Глубинная структура гряды представляет собой серию клиновидных, незамкнутых грабенов и горстов, грабен-синклиналей и грабен-антиклиналей, объединенных в одну разрывно-складчатую систему на инверсионном этапе развития в мезозойско-кайнозойское время.

5. В поперечном сечении гряда Чернышева представляет собой конусообразный горст, к нижней части которого приурочен глубинный разлом, тогда как границы ее на разных уровнях фундамента и чехла изменяются, расширяясь вверх по разлому вплоть до взбросо-надвигов в краевых осях вблизи земной поверхности. Таким образом, представления первых исследователей гряды Чернышева подтверждены результатами геолого-геофизических исследований последних лет.

6. Субвертикальная расслоенность пластин чехла контролирует расположение локальных структур, частично трещиноватость в карбонатных коллекторах, пути миграции и эмиграции углеводородов, а также пути проникновения поверхностных вод, отмечаемых в скважинах до глубин 1000 м и более.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Воинов А.С., Сивков С.Н., Романов И.Е.* Тектоническое районирование надвиго-складчатого пояса Северного Урала // Перспективы нефтегазоносности и обоснование направлений геологоразведочных работ. — Ухта, 1993. С. 5—11.
2. *Войновский-Кригер К.Г.* Некоторые вопросы структуры Печорского угленосного бассейна // Тр. ИГН АН СССР. 1947. Угольная серия. № 2. Вып. 90. С. 17—28.
3. *Горский В.П.* Общие закономерности развития Предуральского краевого прогиба // Совещания по проблеме «Прогибы». — Л., 1968. С. 13—15.
4. *Загороднов А.М.* Тектоническое строение Уральско-Пайхойской провинции (по аэромагнитным данным) // Аэромагнитная съемка в геологии. — М.: Госгеолтехиздат, 1963. С. 27—31.
5. *Кондаин Б.А.* О структурном положении Предуральского краевого прогиба // Совещания по проблеме «Прогибы». — Л., 1968. С. 21—24.
6. *Перфильев А.С.* Особенности тектоники севера Урала // Тр. ГИН АН СССР. 1968. Вып. 182. С. 98—112.
7. *Полетаев Б.Д., Розенберг В.Н., Яцук В.И.* Новые данные о структуре северо-восточного окончания Русской платформы и прилегающей части Предуральского краевого прогиба // Геотектоника. 1968. № 5. С. 37—41.
8. *Пучков В.Н., Тимонин Н.И.* Некоторые черты тектоники Приполярного Урала и гряды Чернышева, отражающиеся на аэрофотоснимках // Тр. института геологии Коми филиала АН СССР. 1968. Вып. 8. С. 58—60.
9. *Пуцаровский Ю.М.* Краевые прогибы, их тектоническое строение и развитие // Тр. ГИН АН СССР. 1959. Вып. 28. С. 63—72.
10. *Соборнов К.О., Пильняк Л.Ф.* Гряда Чернышева — фронт вдвиговой пластины // Докл. АН СССР. 1991. Т. 13. № 2. С. 1215—1216.
11. *Тарбаев Б.И.* Тектоника гряды Чернышева // Геология и нефтегазоносность северо-востока Европейской части СССР. — Сыктывкар. Вып. 4. 1977. С. 87—96.
12. *Тимонин Н.И.* Тектоника гряды Чернышева. — Л.: Наука, 1975.
13. *Тихонович Н.Н.* Структурные черты Тимано-Уральской нефтеносной провинции // Советская геология. 1941. № 1. С. 6—11.
14. *Херасков Н.П.* Некоторые общие закономерности в строении и развитии структуры земной коры // Тр. ГИН АН СССР. 1963. Вып. 91. С. 123—134.
15. *Чернов А.А.* Геологическое строение бассейна Косью в Печорском крае по исследованиям 1925 года // Изв. Геол. комитета. 1927. Т. 46. № 8. С. 41—51.
16. *Чернов А.А.* Стратиграфия и тектоника угленосного района р. Адзвы в Печорском крае по исследованиям 1929 года // Изв. ВГРО. 1932. Т. 51. Вып. 70. С. 18—24.
17. *Чернышев Ф.Н.* Новые данные по геологии Большеземельской тундры // Изв. Академии наук. 1907. — С.-Пб. Сер. 6. № 8. С. 7—12.
18. *Чернышев Ф.Н.* О поездке А.В. Журавского и М.И. Шпарберга в Большеземельскую тундру // Зап. русского минер. об-ва. 1908. Т. 13. Вып. 2. С. 33—37.
19. *Шатский Н.С.* Основные черты строения и развития Восточно-Европейской платформы. Сравнительная тектоника древних платформ // Изв. АН СССР. 1946. Серия геол. № 1. С. 46—55.
20. *Эйноор О.Л.* Тектоника Печорского угленосного бассейна // Советская геология. 1945. Сб. 7. С. 39—44.

К 100-летию со дня рождения Александра Ивановича Егорова

Александр Иванович Егоров — почетный академик Российской Академии естественных наук (РАЕН), профессор, доктор геолого-минералогических наук, общепризнанный «патриарх» угольной геологии.

А.И.Егоров родился 18 июня 1909 г. на хуторе Ново-Никольском, недалеко от г.Царицын (в настоящее время это часть г.Волгоград). Окончив школу и поработав подручным в мастерских, он в 1926 г. поступает в Донской политехнический институт (сейчас Южно-Российский государственный технический университет) в г.Новочеркасск, где в те годы работали выдающиеся ученые-геологи профессора П.Н.Червинский, К.И.Лисицын и др.

В 1931 г. молодой специалист начал свою трудовую деятельность в Казгеолтресте, в Божекульской геологической партии, которой руководил будущий академик АН Казахской ССР Р.А.Борукаев. Первый успех связан с обнаружением и разведкой мощного, 20-метрового угольного пласта на Сарыадырском углепроявлении, что и определило на многие годы специализацию будущего ученого. В 1932 г. им был оконтурен обширный Тенгиз-Коржункульский угольный бассейн, ресурсный потенциал которого оценен в 6,6 млрд.т. Этапом успешной производственной деятельности, становления высококвалифицированного геолога-разведчика, знакомства с геологией региона и его угольными месторождениями стали для А.И.Егорова 1933— 1937 гг.

С первых шагов производственной деятельности у Александра Ивановича проявляется интерес к научной работе, появляются первые публикации по геологии отдельных угольных месторождений и бассейнов. В начале 1938 г. его приглашают на работу в Госплан Казахской ССР, а в 1939 г. он переходит на постоянную работу в Институт геологических наук Казахского филиала академии наук СССР.

В декабре 1941 г. А.И.Егоров успешно защищает кандидатскую диссертацию по теме «Карбоновое угленакпление в Северо-Восточном Казахстане». В 1945 г. ее издали отдельной книгой. В 1944 г. состоялась защита докторской диссертации, тема которой «Геологическое строение и угленосность Урало-Эмбенского бурогоугольного бассейна». В диссертации изложена оригинальная концепция «кольцевых» залежей, приуроченных к сводовой части соляных куполов.

В 1945 г. Александр Иванович получает предложение от Новочеркасского политехнического института возглавить кафедру его учителя профессора К.И.Лисицина. Здесь он проработал до 1953 г. (последние 3 года был деканом геологоразведочного факультета). Работая в Новочеркасске, он продолжает сотрудничать с Институтом геологических наук АН Казахской ССР. Своеобразным итогом казахстанско-



го периода стала изданная в 1953 г. «Карта прогнозов угленосности Казахстана».

В середине 1953 г. А.И.Егоров был переведен в Ростовский государственный университет на должность проректора по научной работе. Одновременно возглавил кафедру общей и исторической геологии, которой бессменно руководил 35 лет. Вся его дальнейшая многогранная научная и педагогическая деятельность неразрывно связана с Ростовским университетом.

Богатый опыт работы по выяснению основных факторов, контролирующих размещение угленосных площадей на примере казахстанского региона, подтолкнул Александра Ивановича заняться проблемой развития концепции П.И.Степанова о поясах и узлах углеобразования. Используя принципиально новый методологический подход, он придает этим понятиям генетический смысл, определяя пояс углеобразования как «естественную геозону, отличающуюся наиболее благоприятным сочетанием физико-географических, геотектонических, геоморфологических факторов, а также физиологических особенностей растений-углеобразователей». Обработка огромного фактического материала (более 5000 книг, статей, заметок на различных языках мира), тщательное изучение проблем физиологии растений, климатологии, геотектоники, закономерностей литогенеза и других отраслей геологии позволили выявить для каждой геологической эпохи (начиная с девона) границы по-

ясов наибольшей плотности накопления биомассы, в увязке с изменением границ климатических зон, проследить эволюцию оптимальных для угленакопления геоботанических зон. Впервые была выявлена четкая сопряженность нефтегазоносных площадей с областями накопления концентрированного и рассеянного углистого материала. Наряду с генетическим истолкованием геозональности процессов углеобразования и нефтегазонакопления, в работе затронут и ряд важных проблем угольной геологии, палеогеографии, истории развития растительности и др. Результатом проделанной работы стала монография «Пояса углеобразования и нефтегазоносные зоны земного шара», вышедшая в свет в 1960 г. Эта книга сразу привлекла внимание геологов не только у нас в стране, но и за рубежом.

Уже в этой работе прослеживается присущая научным исследованиям А.И.Егорова прогностическая направленность. На многие годы проблема выявления закономерностей углеобразования в региональном и глобальном масштабах стала стержневой в его научных интересах. Это проявилось в опубликованных в разные годы монографиях «Очерки угленакопления», «Угленосные и горючесланцевые формации Европейской части СССР», «Угленакопление в кайнофите на Северо-Востоке СССР», а также в многочисленных статьях и материалах международных съездов и конференций (общий список его публикаций превышает 250 наименований).

Еще в 1955 г. А.И.Егоров создал при возглавляемой им кафедре Лабораторию палинологии и углепетрографии (в дальнейшем — Лаборатория угольных месторождений). Итогом многолетних, совместных с супругой — М.Н.Егоровой, исследований стали «Атлас спор и пыльцы Восточного Донбасса», а также оригинальный метод петрографического изучения высокометаморфизованных углей (антрацитов). В середине 1960-х годов лаборатория расширилась, пополнилась молодыми исследователями, которые под руководством Александра Ивановича с высокой эффективностью выполняли хозяйственные научно-исследовательские работы в Восточном Донбассе и на Северном Кавказе.

Наиболее масштабной работой коллектива Лаборатории было создание «Атласа карт палеогеографической и палеотектонической обстановок угленакопления на территории Европейской части СССР» с многотомной объяснительной запиской. Работа выполнялась по заказу Донбасской научно-исследовательской лаборатории (ДонбассНИЛ) и ее правопреемника — Всероссийского научно-исследовательского геологоразведочного института угольных месторождений (ВНИГРИуголь).

Уже в докладе на XXVII сессии МГК (1984) профессор А.И.Егоров сформулировал новые задачи по созданию теории поясов углеобразования на основе современных достижений геологической науки и

углегеологии (особенно в части реконструкций глобальной климатической зональности, деформированной позднейшими перемещениями литосферных плит).

В эти годы начинается его многолетняя работа над большим теоретическим исследованием «Глобальная эволюция торфоугленакопления». В 1992 г. выходит первый том монографии (Палеозой), в 1997 г. — второй (Мезозой и кайнозой). Эта объемная книга (более 700 с.) явилась итогом более чем сорокалетней работы по изучению закономерностей угленакопления для разных эпох в масштабе планеты, завершающим шагом в разрабатываемой им теории поясов и узлов углеобразования.

В монографии накопление торфоугольных залежей рассматривается в условиях неодинакового воздействия многочисленных факторов — от микроорганогенных до космогенных, часть из которых ранее не учитывалась или недооценивалась. Показаны роль и соотношение факторов, стимулирующих или тормозящих биопродуктивность растений-торфообразователей, причины возникновения различных по типу углей. Подробно описаны флоры различных геологических эпох и их особенности в каждом климатическом поясе, изменявшем свое положение на геоиде в связи с дрейфом литосферных плит. На основе комплексного анализа обстановок накопления биомассы и реконструкций географического положения поясов с богатым растительным покровом даны прогнозные соображения о возможности выявления новых крупных угленосных площадей с оценкой перспектив угленосности, состава и свойств углей угольных бассейнов и месторождений. В этом, по мнению самого автора, одно из основных значений данной монографии. Богатейший фактический материал, широкий охват многообразных факторов торфоугленакопления от космических до микробиологических делает эту работу настоящей энциклопедией по угольной геологии.

Самой высокой оценки заслуживает многолетняя педагогическая деятельность Александра Ивановича, начатая еще в Казахском горно-металлургическом институте. Всем бывшим студентам памятны его блестящие лекции, отличавшиеся доходчивостью изложения, содержательностью, логикой мысли. Большой знаток художественной литературы, и сам литератор («Рассказы о геологах», три тома воспоминаний, многочисленные газетные публикации мемуарного содержания), он умел оживить лекцию мудрой сентенцией, остроумным замечанием, рассказанным к месту забавным анекдотом из своей богатой событиями и встречами жизни. Он любил работать с молодежью, щедро делился не только своими энциклопедическими знаниями, но и богатым жизненным опытом, старался помочь добрым советом и делом. И молодежь отвечала ему искренним уважением и любовью.

Им воспитано не одно поколение учеников — геологов-производственников, исследователей и педагогов, работающих в разных регионах нашей страны и за рубежом. Он создал и возглавил ростовскую научную школу геологов-угольщиков. При его активном участии в г.Ростов-на-Дону создан научно-исследовательский центр по угольной геологии — в начале ДонбассНИЛ (1965), а позднее ВНИГРИуголь (1979), которые возглавляли в разные годы его ученики — Н.И.Погребнов, В.С.Быкадоров, а в настоящее время — М.И.Логвинов.

А.И.Егоров активно занимался общественной работой — много лет возглавлял Ростовское областное общество «Знание», избирался в городские и областной советы депутатов трудящихся. Как участник международных геологических конгрессов и конференций он побывал в Индии, ГДР, ФРГ, Франции, Польше, Италии, Югославии, Австрии, Нидерлан-

дах, Кубе, Чехословакии. Еще в 1963 г. он читал лекции в Сорбонне, Реймском и Лионском университетах, впервые принимавших советского ученого-геолога. За плодотворную трудовую и общественную деятельность Александр Иванович награжден орденами Ленина, Трудового Красного Знамени, Знак почета, многочисленными медалями, памятными знаками и почетными грамотами.

У всех, кто знал Александра Ивановича Егорова, надолго сохранится в памяти образ незаурядной творческой личности, неутомимого труженика, душевного человека и чуткого товарища, Ученого и Учителя с большой буквы.

*Материалы подготовили
В.С.Быкадоров, В.Т.Щиров*

ВНИМАНИЮ АВТОРОВ!

Требования к статьям, представляемым в редакцию журнала
«Отечественная геология»

При оформлении статей необходимо руководствоваться следующими правилами:

1. Рукопись представляется с установленными сопровождающими документами руководством организации или лично автором (авторами).

2. Статья подписывается автором (авторами), в конце ее необходимо написать фамилию, имя и отчество автора полностью, место работы, занимаемую должность, ученую степень, адрес и телефоны (домашний и служебный), e-mail.

3. Объем статьи не должен превышать 15 страниц, включая таблицы и список литературы. Оставляются поля: сверху (2 см), снизу (2 см), справа (1 см) и слева (3 см). Все страницы рукописи нумеруются. В редакцию представляются два экземпляра статьи — распечатка с принтера, а также текст на дискете в Text format (*.rtf), (*.doc) с использованием шрифта Times New Roman Cyr. (размер 12, полуторный межстрочный интервал). В отдельные файлы помещаются статья, таблицы. По окончании работ дискеты по желанию автора возвращаются. Возможна передача статей по электронной почте: tsnigri@tsnigri.ru.

4. Точность приведенных цитат должна быть заверена подписью автора на полях рукописи, обязательно указывается источник по списку литературы.

5. Для набора математических формул и химических символов рекомендуется использовать Microsoft Equation 2.0

6. Список литературы дается сквозной нумерацией в алфавитном порядке. Иностранная литература помещается после отечественной. Ссылки в тексте на источник из списка литературы приводятся соответствующим порядковым номером в квадратных скобках. В список не следует включать неопубликованные работы.

7. Рисунки и другие графические материалы (не более 4) прилагаются к статье в двух экземплярах в отдельном конверте. На обратной стороне каждого рисунка карандашом указываются его порядковый номер, фамилия автора и название статьи. Размер оригиналов рисунков не должен превышать формата страницы журнала. Рисунки принимаются в виде фотокопии (на глянцевой бумаге), на дискетах с распечаткой на бумаге. Цифры и буквы в условных обозначениях, вынесенных за пределы рисунка, даются курсивным шрифтом. Текстовые и цифровые надписи на рисунках набираются на компьютере. Размер букв и цифр должен быть не менее 2 мм, толщина линий рисунка — не менее 0,2 мм. Каждый рисунок помещается в отдельный файл в одном из следующих форматов: TIFF — только для фото (*.tif), Encapsulated Post Script (*.eps), Corel Draw (*.cdr), Диаграмма Microsoft Excel (*.xls). Графика должна быть прямо связана с текстом и способствовать его сокращению. Оформление и содержание иллюстративного материала должны обеспечивать его читаемость после возможного уменьшения. Ксерокопии и сканированные ксерокопии не принимаются.

8. Подрисуточные подписи печатаются на отдельной странице (текстовый файл, после списка литературы). Рисунки, не удовлетворяющие требованиям редакции, возвращаются автору.

С целью облегчения редактирования статей редколлегия просит авторов использовать термины и понятия в значениях, отраженных в следующих изданиях:

1. Толковый словарь английских геологических терминов. Перевод с английского / Под ред. Н.В.Межеловского. — М.: Геокарт, 2002.

2. Российский металлогенический словарь / Под. ред. А.И.Кривцова. — С-Пб: Изд-во ВСЕГЕИ, 2003.

3. Термины и понятия, используемые при прогнозно-металлогенических исследованиях. — С-Пб, 1991.