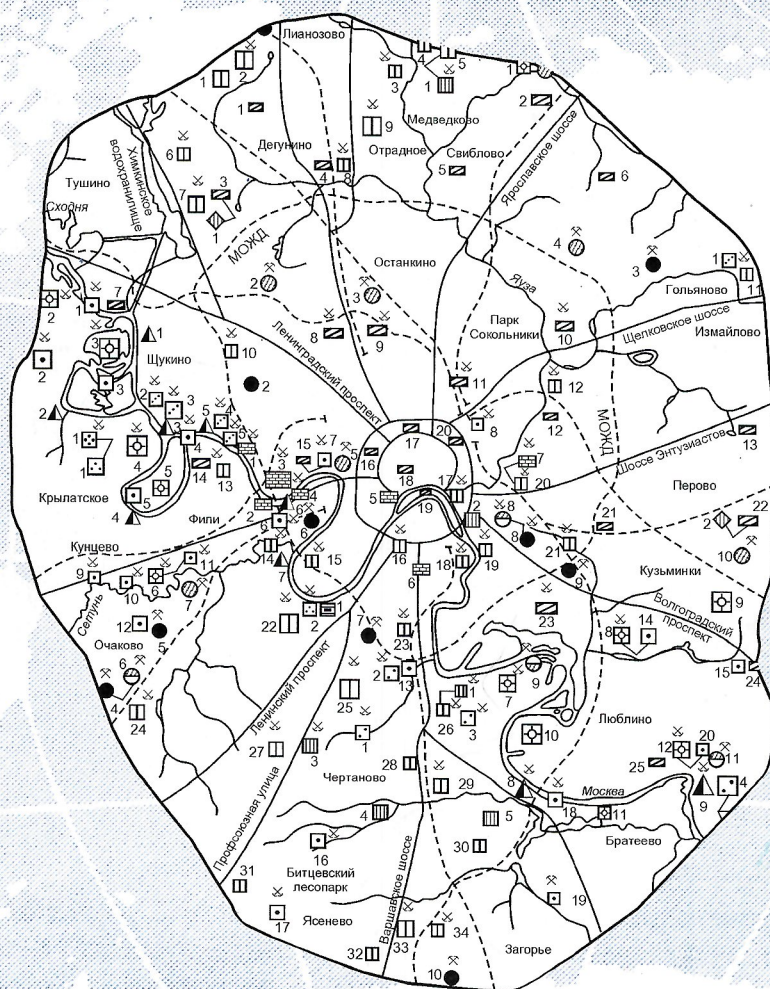




Отечественная ГЕОЛОГИЯ

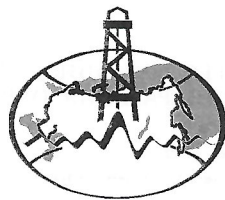


4-5/2003

РАЗВИТИЕ ГЕОТЕКТОНИЧЕСКИХ ИДЕЙ

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ МОСКВЫ

Отечественная ГЕОЛОГИЯ



Журнал выходит один раз в два месяца

Основан в марте 1933 года

4-5/2003

Учредители:

Министерство природных
ресурсов РФ

Российское геологическое общество
Центральный
научно-исследовательский
геологоразведочный институт
цветных и благородных металлов

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор А. И. Кривцов

Бюро: *И.Ф.Глумов, Р.В.Добровольская* (зам. главного редактора), *В.А.Ерхов, В.И.Казанский, А.А.Кременецкий, Г.А.Машковцев, Н.В.Милетенко, Л.В.Оганесян* (зам. главного редактора), *А.Ю.Розанов, Г.В.Ручкин* (зам. главного редактора), *Б.А.Соколов, В.И.Старостин*

Редсовет: *А.Н.Барышев, Э.К.Буренков, В.С.Быкадоров, Г.С.Вартанян* (председатель редсовета), *В.И.Ваганов, Н.Н.Ведерников, А.И.Жамойда, А.Н.Золотов, М.М.Константинов, Т.Н.Корень, Л.И.Красный, Н.К.Курбанов, Н.В.Межеловский, И.Ф.Мигачев, В.М.Питерский, В.Ф.Рогов, Е.И.Семенов, В.В.Семенович, В.С.Сурков, В.А.Ярмолюк*

МОСКВА

ГЕОТЕКТНИКА, РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ, МИНЕРАГЕНИЯ, ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

<i>Красный Л.И.</i> Развитие тектонических идей и некоторые проблемы минерации	3
<i>Верба М.Л.</i> Разрастание дна Мирового океана как следствие расширения Земли	11
<i>Белый В.Ф.</i> Тихоокеанские окраинно-континентальные тектоно-магматические пояса	16
<i>Сурков В.С., Смирнов Л.В.</i> Тектоника нижнеплитного нефтегазоносного структурного этажа Западно-Сибирской плиты	22
<i>Чибрикова Е.В., Оли В.А.</i> Туратская свита (Южный Урал) и ее аналоги	26
<i>Боярко Г.Ю.</i> Стратегические отраслевые риски горнодобывающей промышленности	28
<i>Соболев Р.Н., Старостин В.И.</i> Связь месторождений олова, вольфрама и молибдена со строением континентальной земной коры	32
<i>Шарков А.А.</i> Марганцеворудная база Российской Федерации и перспективы ее развития в XXI веке	39
<i>Пекин А.А.</i> Полезные ископаемые Москвы	43
<i>Круподеров В.С., Островский В.Н., Шпак А.А.</i> Актуальные проблемы экологической геологии	53
<i>Трофимов В.Т., Красилова Н.С.</i> Экзогеодинамическая информация на карте современного состояния верхних горизонтов земной коры и ее экологическое значение	57
<i>Блинова Т.С.</i> Прогнозирование геодинамически неустойчивых зон по комплексу геолого-геофизических и сейсмологических данных для Западно-Уральского региона	65

КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОГНОЗНЫХ РЕСУРСОВ И ЗАПАСОВ

<i>Кавун К.П., Кривцов А.И.</i> Региональный семинар «Практическое применение разработанной в ООН рамочной классификации энергоресурсов и других полезных ископаемых», Москва, МПР РФ ВИМС, 24–25 апреля, 2003 г.	70
--	----

<i>Шумилин М.В., Машковцев Г.А., Наумов С.С.</i> Некоторые проблемы согласования Классификации запасов (ресурсов) России и рамочной классификации ООН	71
<i>Комаров М.А., Денисов М.Н., Кавун К.П.</i> Возможные направления дальнейшего улучшения рамочной классификации ООН и повышения ее совместимости с российской классификацией запасов и ресурсов твердых полезных ископаемых	73
<i>Бойцов А.В.</i> Использование принципов рамочной классификации ООН для запасов урана	78
<i>Ловиных В.И.</i> Применение принципов рамочной классификации ООН при разработке классификации запасов и ресурсов полезных ископаемых государственного фонда недр Украины	79
<i>Бакаревичев А.Х.</i> Опыт применения Классификации запасов и ресурсов полезных ископаемых государственного фонда недр Украины (1999 г.), адаптированной к Международной рамочной классификации ООН и Классификации МАГАТЭ, для идентификации запасов Ватутинского месторождения урана	83
<i>Синицын В.Я.</i> Сравнительный анализ применения классификаций запасов и ресурсов используемой в Украине, РК ООН и Классификации бывшего СССР (на примере отдельных залежей Украины)	85
<i>Логвинов М.И., Виницкий А.Е., Журбицкий Б.И., Файдов О.Е.</i> Методологические проблемы классификации запасов (ресурсов) углей	88
<i>Погребнов Н.Н., Прозорова Г.Н., Троценко В.В., Бударина Т.В.</i> Информационные модели угольных месторождений	96
<i>Ефимов А.А.</i> Девятый платиновый симпозиум в Северной Америке	100

РЕЦЕНЗИИ

<i>Рундквист Д.В.</i> Природные ресурсы и экология России	102
<i>Памяти Анатолия Александровича Шпака</i>	103

Редакция: Р.В.Добровольская, Н.С.Рябова
Верстка и оригинал-макет Н.П.Кудрявцева

Изготовлено: ООО «НТЦ Море», ФГУП Издательство «Известия».
Заказ 3580. Тираж 650 экз.

Адрес редакции: 117545 Москва, Варшавское шоссе, 1296.
Телефон: 315-28-47. Факс: 313-18-18. E-mail: tsnigri@tsnigri.ru

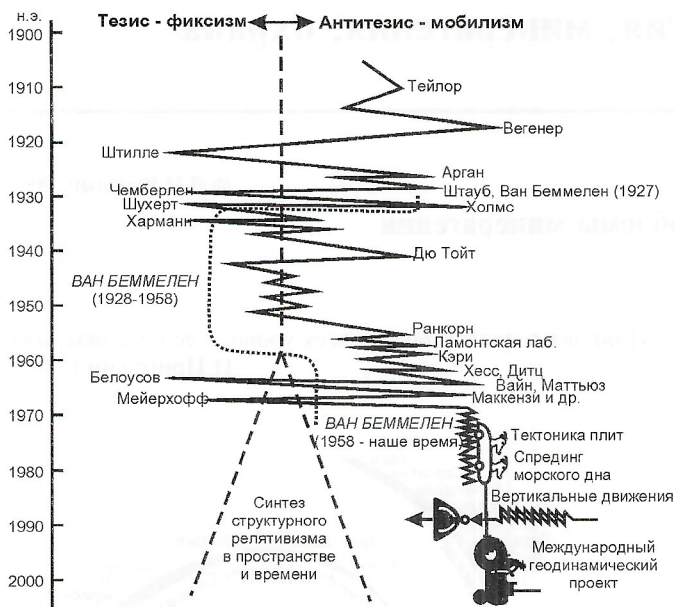


Рис. 2. Тенденции в развитии геодинамических взглядов в XX в. [2]

энергии, поступающей из ядра, но и сами способны продуцировать энергетические импульсы в связи с происходящими в них тектоническими процессами» [19, 30].

«Тектоника плит», «тектоника пластин» появились в эпоху, когда геология обогатилась новыми данными по изучению Мирового океана. Существенное значение имеет открытие глобальных Срединноокеанических подвижных поясов. Сначала их длина оценивалась в 60 тыс. км, в последующем — 80 тыс. км. Для концепции тектоники плит их рифтогенная природа и постоянное наращивание коры (спрединг) послужило отправным пунктом для последующих выводов о погружении плит (субдукции), а автор концепции расслоенности литосферы А.В.Пейве использовал наличие в этих хребтах офиолитовых комплексов для решения проблемы раннего геосинклинального этапа. Он показал, что геологические разрезы таких комплексов в складчатых сооружениях континентов сходны с разрезами меланократового ложа Мирового океана.

Познанию геолого-структурных черт Мирового океана способствовали данные глубоководного бурения (около 2000 скважин), а также бурение на нефть и газ на шельфе и континентальном склоне. С помощью глубоководных обитаемых аппаратов океанологи увидели изумительную картину расщелин, рудных построек и др. Немалую долю в познание близповерхностной седиментологии внесла сейсмостратиграфия, а глубинных и сверхглубинных сфер — сейсмотомография. Тектоника Мирового океана предстала в новом виде. Рассмотрение схем сейсмонеоднородностей подтвердило различие Тихоокеанского и Индо-Атлантического сегментов Земли по S-волнам. На разных уровнях (от 2750—2600 до 900—800 км) общая картина изменяется, но остается принципиальная разница в их структуре: в Тихом океане она более простая с обширными «полями» в центральной части низкоскоростных аномалий, что отвечает относительно высоконагретой мантии. По периферии этого океана вдоль Тихоокеанского кольца наблюдаются пятнисто-линейные высокоскоростные аномалии. В Индо-Атлантическом сегменте при преобладании средних значений высокоскоростных аномалий имеет место пестрое распределение низкоскоростных. Одновременно устанавливается количественный вклад и состав эндогенного вещества, коррелируемый с низкоскоростной высокопрогретой оболочкой. По А.П.Лисицину (2001), в центральных частях океа-

нов на глубинах около 3 тыс. м идет поступление **главной по значению на Земле** массы глубинного вулканического вещества в твердом (толеитовые базальтовые лавы) и жидком виде. Последние представляют собой продукты взаимодействия горячих лав и морской воды при температуре до 300—400°C и давлении 30—40 мПа. По объему масштаб подводного океанского магматизма в 10 раз превышает масштаб известного ранее наземного.

Эти весьма содержательные данные подчеркивают самостоятельность неотектонического этапа в истории Земли и предостерегают от неосторожном перенесении современных геолого-структурной и геодинамической моделей в далекое прошлое.

Возвращаясь к схеме, изображенной на рис. 1, рассмотрим, как современная наука о Земле относится к ее составным частям:

1. Геосинклинально-платформенная концепция, чрезвычайно высоко оцененная к ее 100-летию В.Е.Хайном и Ю.М.Шейнманном, подверглась критике сторонников тектоники плит и тектоники пластин. Однако и в наши дни имеются ее страстные приверженцы (В.Т.Фролов, В.Ф.Белый, Г.М.Власов, И.А.Рязанов, В.Н.Шолпо и др.). Часть из них — специалисты по региональной геологии и на базе глубокого знания обширных территорий нашей страны — не видит оснований для опровержения главных ее положений.

Полезно напомнить о статье известного исследователя Средней Азии 30-х—40-х годов В.А.Николаева, опубликованной в 1938 г. в журнале «Проблемы советской геологии». В ней была намечена зональность, широко использованная при структурно-формационном и металлогеническом районировании (ранние, средние и поздние этапы). На одном заседании редколлегии «Тектонической карты СССР» в середине 70-х годов Н.С.Шатский на листе белой бумаги в моем присутствии нарисовал эв- и миогеосинклинали Средиземноморского подвижного пояса, чем положил начало широкому использованию этих понятий. И сегодня складчато-подвижная система Урала служит для одних исследователей тектонической структурой, развивавшейся длительное время как полициклическая эвгеосинклиналь (Фролов, 2002) с палеорифтогенной предисторией; для других — примером палеозойского Уральского океана. Такая система одновременно признается георазделом (Красный, 1989; Раппопорт, Рудица, 1993) между крупными литосферными неоднородностями (геоблоками, плитами).

Идея **геоблоковой делимости литосферы** родилась около 40 лет назад на примере Восточной Азии (Красный, 1967). В последующем эта концепция была использована для тектонического районирования Тихоокеанского подвижного пояса и Тихого океана (1978), а также в глобальном масштабе (1984). Уже тогда автором, и несколько позднее В.А.Дедеевым, было дано развернутое определение геоблока «как крупной объемной региональной структуры площадью от многих сотен квадратных километров до нескольких миллионов квадратных километров, обладающей характерными чертами литогенезиса, магматизма, метаморфизма и минерогенезиса. От соседних геоблоков он отличается автономным развитием, что выражается также в глубинном строении, проявлении физико-химических и геодинамических процессов. Для выявления геоблокового строения особенно важны граничные межгеоблоковые системы». Для глубинного обоснования подобного учения имеет значение вычленение «астенолинз», обуславливающих подкоровую ячеистость.

В 1995 г. известный китайский тектонист Чен Года выдвинул для обсуждения «концепцию коровых тел» (Crustobody), очень близкую геоблоковой. По Чен Году, это ячеистые тектонические элементы литосферы.

В начале нового столетия возобновился интерес к геоблоковой делимости древних щитов — Алданского (Стог-

ний, 2002; Котов, 2003) и Украинского (Шаталов и др., 2002).

Недавно [5, 11] одновременно с созданием «Геолого-минерагенической карты Мира» была сделана попытка на основе геоблоковой делимости рассчитать их потенциальную ценность, что позволило выявить для всей планеты закономерности распределения минерально-сырьевых ресурсов. Примеры мультиминерогенных геоблоков с потенциальной ценностью их рудной составляющей даны на рис. 3. Нефтяная геология также использует блоковое (в т.ч. и геоблоковое) строение коры для прогнозной оценки территорий и дна акваторий. На эту тему были во ВНИГРИ проведены две Международные конференции [1]. Делимость, образующая ячеистость, как показал автор [12], одна из особенностей материального мира, охватывающая структуры решетчатого типа от Вселенной до микромира. Они обнаруживают черты подобия, повторяющиеся в разных сферах (рис. 4).

В современной тектонике не ослабевает интерес к ринг-структурам — образованиям в плане округлой формы. Эта особая форма делимости коры связана как с глубокими геосферами и земной корой, так и с внешними воздействиями ударных волн, возникающих при падении космических тел. Для выделения ринг-структур используются геофизические, геоморфологические и космогеологические данные. По В.А.Бушу, Я.Г.Кацу, В.Е.Хаину (1986) для ринг-структур характерны следующие генетические типы: полигенные (нуклеары мантийно-очаговые), магматогенные (подкоровые и коровые), тектоногенные, экзогенные и импактные. Как видно из табл. 1, под ринг-структурами понимаются геологические образования разного происхождения и уровней организации.

В концепциях геотектоники, по существу, сросшейся с геодинамикой конца прошлого и начала нынешнего столетия, наблюдаются две ветви: в первой предпочтение отдается процессам мантийной конвекции; во второй, исходящей из системы эндогенных режимов, внимание уделяется флюидной адвекции глубинного вещества (рис. 5).

Конвекционные течения в мантии, проявляющиеся в сложной форме, сопровождаются поднимающимися ветвями — апвеллингом и опускающимися — даунвеллингом. По Л.И.Лобковскому и В.Д.Котелкину [14] происходит термохимическая конвекция, обусловленная выплавлением легкого мантийного вещества с границы «ядро—мантия». Этот процесс импульсно-циклический, при котором всплески геодинамической активности отождествляются с начальными фазами распада очередного суперконтинента. Важная геодинамическая составляющая — изменение скорости мантийных течений. Принципиальное значение имеет перемещаемость двухъярусной и общемантийной конвекции.

Основы флюидно-ротационной тектоники [18] видны из табл. 2. В данной концепции подчеркивается, что горизонтальные передвижения континентов происходят вместе со всей мантией, а не на уровне литосферных плит. При этом материи сохраняют расположение относительно друг друга в течение геологического времени.

По Н.И.Павленковой [18], главные источники тектонических движений: 1) *внешний*, связанный с изменениями в системе Земля—Луна—Солнце и с соответствующей сменной ориентировки оси вращения Земли; 2) *внутренний*, связанный с дегазацией Земли, тепловой и флюидной адвекцией. Внутренний источник объясняет быстрые вертикальные движения крупных площадей дневной поверхности. В пределах платформ подобные движения увязываются с формированием и эволюцией астенотолнз. Такая позиция может быть названа «неофиксизмом».

К этой системе взглядов примыкают исследования Г.С.Вартаняна (2000) по флюидосфере Земли. По его данным, составляющая ее «плутоносфера», охватывающая верхнюю мантию и самую нижнюю часть литосферы,

представляет собой комплекс, инициирующий последующие энергетические превращения в верхних этажах. Именно здесь происходит генерация главной массы магм основного и ультраосновного составов, наряду с огромным объемом летучих компонентов H_2O , CO_2 , H_2 , He и др. Одним из следствий развития флюидосферы, по Г.С.Вартаняну, является погружение дна океанов, обеспечивающееся «накачкой» флюидов.

В недавно опубликованных тезисах Б.А.Блюмана [3] можно найти некоторые идеи, сближающие его представление с изложенными Н.И.Павленковой. Им указывается на тенденцию нарастающей снизу вверх «вертикальной» неоднородности. При этом ставятся под сомнение конвекционные движения, наличие плюмов, а также «областей воздымания и погружения» — апвеллинга и даунвеллинга.

Развитие теоретической тектоники и геодинамики шло по пути разработок гипотез и концепций, охватывающих как нашу планету, так и окружающее космическое пространство. К началу XXI столетия главные из них были обобщены Л.А.Масловым [15]. Классификация тектонических гипотез по этому автору приведена в табл. 3. В группе А привлекает внимание гипотеза расширения и пульсации Земли, способная, по мнению ее сторонников, объяснить роль мировой океанской рифтовой системы, явления спрединга и новообразования океанской коры, которые сыграли ведущую роль в возникновении и постепенном расширении впадин Атлантического, Индийского и Арктического океанов.

Важный виток в развитии тектоники, тесно увязываемой с геодинамикой, относится к идеям *плюмообразования* [7, 10], которые с разных позиций приняты почти всеми упомянутыми направлениями. Появилась обширная литература, посвященная плюм-тектонике. В ней обсуждались взаимосвязанные явления: конвекционных потоков и их ответвлений, апвеллинга и даунвеллинга, мантийных плюмов разного ранга, мантийных диапиров и др. В геохронологическом аспекте соответствующие события имели место в докембрии, фанерозое, а также в современную эпоху. В пространстве такие образования расположены на всех континентах, в океанах и переходных между ними зонах.

В качестве тектонотипа можно привлечь всесторонне исследованную Исландию [27]. По современным данным это горячее пятно (диаметр около 300 км), венчающее верхнемантийный плюм (рис. 6). Оно расположено на глубине свыше 600 км и в его пределах наблюдается температурный перепад с окружающей мантией 200—300°C. Низкоскоростная колонообразная структура установлена под островом на глубине 175 км. В ее пределах фиксируются повышенные значения $^3He/^4He$.

Сейчас трудно оценить насколько углубленное внимание к глубинным восходящим (фидерным [10]) структурам, характеризующимся перемещением мантийного вещества, обособленного из окружающей среды повышенной температурой, пониженной плотностью и геохимической спецификой, принадлежит к «Великим открытиям». Однако следует подчеркнуть привлекательность исследований, связанных с минерагенией. Выяснилось, что к плюм-тектонике достаточно надежно приурочены металлы (в т.ч. благородные и редкие), редкоземельные элементы, алмазы, а также (если учитывать значение мантийных флюидов) углеводороды и, возможно, газогидраты.

Опираясь на региональные комплексные геологические исследования, завершающиеся созданием геологических, тектонических, минерагенических и других карт, в XIX—XX вв. закладывали основы учения о геосинклиналях и платформах. Успех геофизики направил исследования в глубинные подкоровые сферы. Появились концепции изостазии, дрейфа континентов, расширения и пульсации Земли, конвективных движений вещества мантии, плюм-тектоники. Привлек внимание ротационный режим

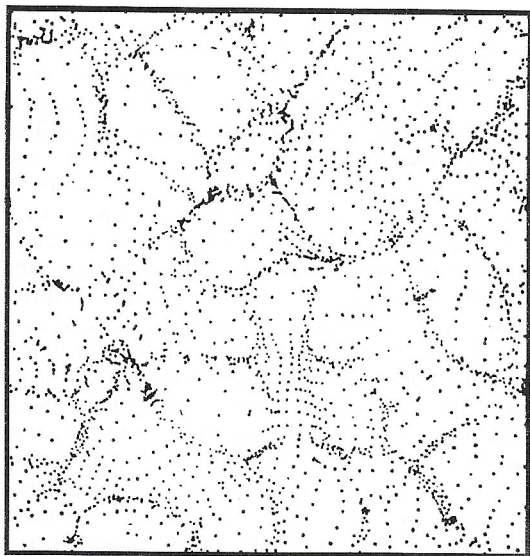


Рис. 4 Делимость во Вселенной [12]. Плотные блиноподобные утолщения в ранней Вселенной. По Н.Д.Новикову, 1990

своих идей (табл. 4). Наиболее определенно высказался А.Д.Щеглов, указавший, что «Именно тектоника — это ключ к познанию закономерностей размещения месторождений в структурах земной коры» [26, с. 170]. Крупнейшие российские геологи-тектонисты Н.С.Шатский и А.Л.Яншин в своих трудах обращали первостепенное внимание на полезные ископаемые. По инициативе Н.С.Шатского с 1958 г. стали выходить в свет сборники под общим названием «Закономерности размещения полезных ископаемых». В них подводились итоги региональных совещаний. Два из них, возглавлявшихся В.И.Смирновым, посвящены металлогении Тихоокеанского пояса (1973) и Сибири (1988). Автор настоящей статьи принимал в них непосредственное участие, акцентируя внимание на связи геоблоковой делимости с минерагенией.

В науках о Земле четко обозначилось, что закономерности в размещении полезных ископаемых тесно увязывались с соответствующими тектоническими представлениями. Так, для геосинклинальных складчатых поясов в основу была положена стадийность их развития, в тектонике плит главное внимание обращалось на характерные геодинамические обстановки, в геоблоковой концепции — граничные межблоковые структуры (включая клинораздвижки и граничные углы), а также на георазделы, в

1.Общая сводка ринг-структур (диаметр, км)

Ринг-структуры		В.В.Соловьев, 1978, 1982	Б.В.Ежов, Г.И.Худяков, 1984	Г.И.Мартынова, 1969, 1984	В.А.Буш, Я.Г.Кац, В.Е.Хаин, 1986	
		Морфоструктуры центрального типа		Морфоструктуры гравитационного поля	Кольцевые структуры	
Литосферные		Коровые до 80	до 200	Цирковые 50—60 до 500—600	Минициркулы (первые десятики)	
Астеносферные		Корово-мантийные мезоструктуры до 160	200—500	Мезоциркулы 800—1200	Мезоструктуры (многие десятки до 150)	
Мантийные	верхние	Мегаструктуры I ранга астеноконы до 700	500—1800		Мантийно- очаговые	макроциркулы (первые сотни)
	нижние	II ранга геокконы до 2000	1800—5800	Макроциркулы 5000—6000		мегаструктуры (сотни и тысячи)
Внутриядерные		Глобальные I ранга 8000 II ранга 10000	6800—10400	Суперциркулы		

нашей планеты. Не только мантия, но также внешняя и внутренняя оболочки ядра Земли были взяты на вооружение геологами. Все, что обсуждалось в конце XX—начале XXI вв., свидетельствует о тесном сращивании тектоники и геодинамики. Достижения геодинамики и возникающие нерешенные проблемы были недавно обсуждены В.Е.Хаином [24]. В этой статье, иллюстрированной сверхглубокими разрезами нашей планеты, привлекло внимание исследователей к возможным течениям в астеносфере, а также к значению ротационного фактора.

Одновременно стало ясно, что многие проблемы истории и структур нашей планеты должны решаться в области системы Земля—Луна, сравнительной ее тектоники с Венерой и Марсом. Автором этой статьи была выдвинута на обсуждение необходимость создания «космогеономии» — науки, охватывающей все ветви геологии, и одновременно связанной с освоением космического пространства, в первую очередь планет земной группы и всей Вселенной [12].

Естественно возникает вопрос, как в соответствии с эволюцией тектонических представлений изменялись концепции минерагении? Влияли ли они на прогнозную оценку минерально-сырьевых ресурсов? Ряд исследователей реально использовал их для успешного продвижения

плюм-тектонике — на восходящие фидерные системы. Следует подчеркнуть, что в общей глобальной гетерогенности литосферы особое значение в геолого-структурном и минерагеническом отношении имеют георазделы. Согласно Д.В.Рундквисту [22], важнейшая металлогеническая граница в пределах литосферы проходит между океанской и континентальной корами. Следует напомнить, что в 1984 г. в «Советской геологии» была опубликована статья В.Е.Хаина и Б.А.Соколова «Окраины континентов — главные нефтегазоносные зоны Земли».

По автору [9], георазделы — линейно или дугообразно вытянутые на тысячи километров граничные структуры — гигантские, существенно магматические рубцы. Они в ранней стадии обусловлены системой раздвигов, в поздней — нередко сжимающими процессами. Примером их служат: Восточно-Азиатский вулканический пояс (Au; Au-Ag; Pb-Zn-Ag; Sn; Cu), Тихоокеанский островодужный пояс (колчеданно-полиметаллический; медно-порфировый; золотой), Западно-Американский (со звеньями Кордильерским и Андским) со сложной полигенетической металлогенией.

Из геолого-структурных элементов осадочные (осадочно-вулканогенные), существенно надрифтовые бассейны,



Рис. 5. Схема преобладающих геодинамических (с элементами тектоники) концепций конца XX—начала XXI столетий. Л.И.Красный, 2003

древнее океан, тем моложе возраст осадочных бассейнов, свойственных его континентальным окраинам. Так, осадочные бассейны окраин *наиболее древнего Тихого океана* имеют в основном *кайнозойский возраст* на обширных пассивных окраинах кайнозойского Северного Ледовитого океана широко развиты осадочные бассейны *палеозойского и мезозойского возраста* явно более древние, чем сам океанический бассейн» (курсив мой — Л.К.). Это объясняет более высокий потенциал нефтегазоносности Северного Ледовитого океана, континентальные окраины которого сохраняют ранее накопленные ресурсы нефти и газа, тогда как коротко живущие осадочные бассейны Тихого океана имеют относительно ограниченный потенциал их запасов. Это «*правило Грамберга*» имеет далеко идущие последствия. По своему глубокому смыслу оно перекликается с заключением Д.В.Рундквиста, Ю.Г.Гатинского, Е.Г.Мирлина, В.М.Ряховского [22], что рудные полезные ископаемые в океанской и островодужной корах накапливались одноактно в относительно кратковременный этап (150—5 млн.лет), тогда как континентальной коре присуще длительное (2—1 млрд.лет) развитие рудоносности на фоне неоднократно проявленных процессов переработки коры под влиянием глубинных геодинамических процессов с повторным отложением рудного вещества. Автор

2. Основные положения ротационно-флюидной тектоники. По [18], с сокращениями

Источники движений	Смещение оси вращения Земли, ее дегазация и тепловая адвекция
Модель движений	Относительные смещения земных сфер (мантии по ядру, верхней мантии по нижней и др.) и жестких пластин земной коры и верхней мантии по реологически ослабленным слоям. Течение материала
Происхождение континентов и континентальной коры	Интенсивное выплавление легкого вещества из мантии в особых условиях повышенного содержания глубинных флюидов
Образование платформ	Формирование утолщенной слабопроницаемой для мантийного материала литосферы
Орогены	Коллизия в областях сжатия в постгеосинклинальных условиях и контрастные вертикальные движения в постплатформенных областях
Формирование океанов	Переработка коры континентального и промежуточного типов за счет ариальных излияний базальтов с последующим погружением крупных территорий
Срединно-океанические хребты	Формирование рифтовых систем, излияние базальтов
Островные дуги	Перетекание корового материала из-под задуговых бассейнов и плавление его под влиянием мантийных флюидов, поднимающихся по зонам Бенъофа
Зоны Бенъофа	Зоны высоких напряжений и каналы подъема мантийных флюидов

3. Классификация тектонических гипотез. По [15], с изменениями

Изменяющийся радиус Земли, А		Ротационный режим Земли, В	Движение плотностных и термохимических неоднородностей в поле силы тяжести Земли, С	
А ₁ расширение (увеличение радиуса Земли)	Пульсирующая Земля	В ₁ неравномерного вращения Земли	С ₁ конвективные движения вещества мантии	Плио-тектоника
А ₂ сжатие (уменьшение радиуса Земли)		В ₂ приливного взаимодействия с Луной	С ₂ адвективные движения мантийного и корового вещества	
А ₃ изменение радиуса Земли с различной скоростью в различных полусферах		В ₃ движение полюса В ₄ действие сил Кориолиса	С ₃ релаксация плотностных неоднородностей в гравитационном поле Земли	

как вместилища рудных, нерудных и топливно-энергетических ресурсов привлекают внимание всех тектонистов независимо от их приверженности к упомянутым концепциям.

Новое видение окраинно-океанических, в том числе и нефтегазоносных осадочных бассейнов, привело И.С.Грамберга [6] к парадоксальному выводу, что «чем

приходит к мысли, что намечается взаимосвязанное правило «Грамберга—Рундквиста».

Завершая обзор основных тектонических идей, господствующих с середины XIX столетия до наших дней, и намечая их связи с проблемами минерального, уместно привести цитату из раздела сборника [4], подводящего итоги дискуссии по геотектоническим основам металлогении на

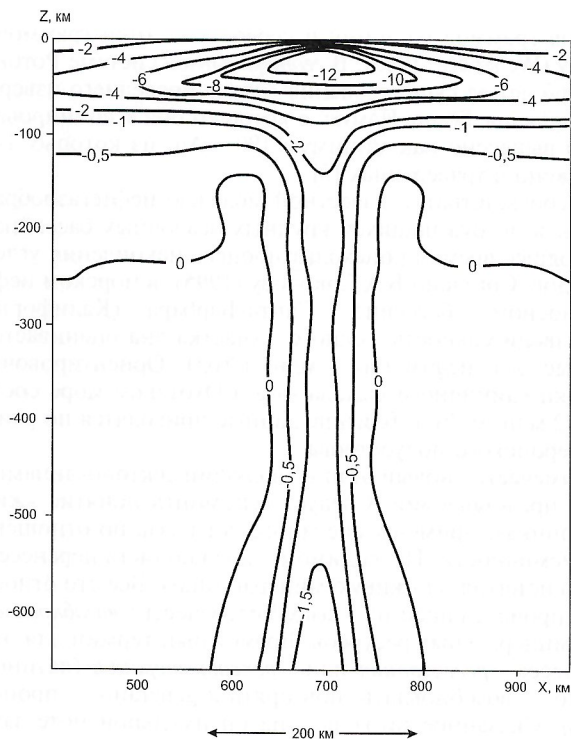


Рис. 6. Исландский плюм. Изолинии аномалий поперечных волн, % [27]

Представляется, что намечается выход из этого «кризисного» состояния. Им может быть *гармонизация* геолого-структурных, минерагенических и минерало-ресурсных особенностей составляющих литосферу Земли. При этом важно, что охватываются все суперструктуры планеты — континенты, океаны и зоны их сочленения (активные и пассивные транзитали). Такой опыт, опирающийся на «Геолого-минерагеническую карту Мира» [5, 11], был осуществлен несколькими институтами Министерства природных ресурсов России. Предлагаются для обсуждения следующие выводы:

1. Основным гармонизирующим процессом развития литосферы Земли, в том числе и ее минерагении, является *взаимодействие ее глубинных и приповерхностных частей*. Возможным исключением служит стадия аккреции, когда имело место накопление планетезималей «внешнего», внеземного происхождения. Особая стадия связана с образованием протокры (древнее 4,2 млрд.лет). Эволюция первичной литосферы происходила тогда за счет «внутреннего» взаимодействия сформировавшейся (после отделения ядра) мантии, а затем (начиная с 4,1—3,9 млрд.лет) земной коры. Далее процессы коромантийного взаимодействия направлены развиваются в рифее и фанерозое.

2. Одновременно эволюционирует и минерагения планеты. Так, процессы коромантийного взаимодействия в раннем докембрии, обусловили весьма высокую ценность геоблоков щитов: Южно-Африканского, Западно-Австралийского, Канадского и др. (см. рис. 3). При этом отчетливо выражена мантийная, существенно сидерофильная

4. Тектонические (с элементами геодинамики) концепции, используемые в минерагении

Геосинклинально-платформенная	Нелинейная металлогения (мантийно-коровая)	Плейт-тектоническая	Плюм-тектоническая
Геосинклинально-складчатые пояса и системы: 1. Стадийное и направленное развитие (Ю.А.Билибин). 2. В начальном этапе рифтогенное разрушение палеоокеанской коры. В дальнейшем континентальный период развития. 3. Группа эндогенных месторождений: в ранней стадии — мантийные—базальтоидные; в поздней — коровые—гранитоидные (В.И.Смирнов). 4. Наложенная тектоно-магматическая и тектоно-седиментогенная активизация (А.Д.Щеглов). 5. Полициклическое развитие чехла платформ с характерными осадочно-вулканогенными и магматическими формациями (Н.С.Малич)	Неоднородности разного типа в мантийных ячеях тектоносферы. Синхронные проявления месторождений в связи с их развитием в коре, мантии, а также в автономных блоках (А.Д.Щеглов) Осадочные бассейны (надрифтовые). Индикаторный ряд формаций → современный гомолог палеобассейна → геодинамическая обстановка → палеобассейны (С.И.Романовский)	Геодинамические обстановки: коллизийная субдукционная рифтовая внутриплитная (включая осадочные бассейны) (А.А.Ковалев, В.Е.Хаин) Главные геодинамические процессы: плитный плюмовый потоковый (Д.В.Рундквист, Ю.Г.Гатинский, Е.Г.Мирлин и др.) Специфичность (геохронологическая): для докембрийских; раннефанерозойских и позднефанерозойских минерагенических комплексов (Д.В.Рундквист)	Обособленный восходящий «столб» пониженной плотности и повышенной температуры, образующий горячие пятна, влияет на концентрацию: металлов (включая, благородные и редкие), редкоземельных элементов, алмазов, а также (учитывая значение мантийных флюидов) углеводородов (Н.Л.Добрецов; А.Г.Кирдяшкин; Л.И.Красный) Импульсы дегазации жидкого ядра. Флюидные системы: водородно-углеродная карбонатиты углеводороды водородно-сернистая сульфиды сернисто-водородная (Ф.А.Летников)

XXXI сессии Международного геологического конгресса. В нем указывалось, что в этой сфере «еще сохраняется, если не кризисная, то достаточно противоречивая ситуация. Борьба мобилистов с фиксистами, основанная на различных исходных парадигмах, при недостаточном учете реально наблюдаемых и картируемых структурно-вещественных комплексов столкнулась с постепенно развивающимися идеями конвективных перетоков масс в глубинных оболочках Земли на или плюмажной моделью проявлений плутонизма» (с. 247).

геохимическая специализация раннедокембрийской минерагении.

3. В рифее и фанерозое шел направленный процесс путем передачи теплового возбуждения из мантии в кору вначале внутрикоровым преобразованием этого теплового импульса, а затем его последующей передачей (в преобразованном виде) в верхние уровни коры. На этом фоне наряду с сокращением масштабов коромантийного взаимодействия происходит его большая локализация в конкретных «проводниковых», фидерных [10] структурах. Намеча-

ются следующие принципиально важные закономерности минерагенического направления: а) существенно *литофильный* характер эндогенной минерализации фанерозоя, обусловленный активным участием в коромантийном взаимодействии уже сформированной консолидированной коры, сегрегированной из мантии; б) направленное изменение — уменьшение потенциальной ценности существенно эндогенных минеральных ресурсов фанерозоя по сравнению с докембрием.

4. На фоне направленной эволюции от докембрия к фанерозою коромантийного взаимодействия и эндогенной минерализации усиливается со временем роль *экзогенной минерализации*, в становлении которой главенствующую и определяющую роль регулятора коромантийного взаимодействия играет сложнопостроенная к этому времени, неоднократно преобразованная консолидированная кора. В фанерозое при опосредованном участии мантии формируются с преобладающим участием экзогенных факторов в гигантских масштабах месторождения угля, углеводородов, солей, фосфоритов, алюминия (в бокситах) и др. Это происходит на фоне усиления в неогене роли палеоклиматического экзогенного, экзогенно-эндогенного факторов в формировании глобальных провинций гипергенных месторождений.

5. Начиная с юры, особенно в мелу и кайнозое, в результате коромантийного взаимодействия происходит активное эндогенное рудообразование в *активных транзитах* (включая процессы нафтометаллогенеза) и формирование крупных депоцентров, нефте- и газообразования в *пассивных транзитах*, сопредельных с аналогичными внутриконтинентальными бассейнами. В это же время активизируются экстенсивные процессы металлогенеза в окраинно-континентальных вулканических поясах востока Азии, запада Северной и Южной Америки.

6. Изложенное подтверждает избирательность, автономизацию рудоконтролирующих систем в соответствующих геолого-структурных обстановках. Известны примеры, доказывающие их контрастность применительно к близкой по времени эпохе (неоген и неоген-современной). Так, в высокогорной части Восточных (Боливийских) Анд в значительной по мощности коре в существенно среднепалеозойской складчато-надвиговой системе после значительного интервала в миоцене (20 млн. лет) внедрились андезит-дацитовые штоки, несущие крупные олово-серебряные месторождения (Потоси, Лялагуа и др.). В это же время в Австрало-Тихоокеанской транзитали на островах Новая Гвинея, Бугенвилль сформирована богатейшая золоторудная и колчеданная провинция.

Актуальными становятся вопросы, связанные с *новойшими тектоно-геодинамическими процессами и приуроченной к ним минерализацией*. Одновременно возникает проблема о *возобновляемости* минеральных ресурсов. Принципиальной при этом является близость к поверхности (существенно водной морской) термохимически энергоемкой мантии. Отсюда можно сделать выводы:

Изучение океанического рудогенеза выявило гигантское поступление на дно эндогенного вещества. В отдельных звеньях Срединно-океанических подвижных поясов и наиболее высокотемпературных спрединговых зонах краевых морей обозначились взаимосвязанные процессы, создающие как магматическую камеру (нагревательная система), так и химический реактор с уникальными условиями, как для *концентрации рудных образований*, так и для *синтеза углеводородов* (Лисицын, 2000). Намечаются ветви единого процесса нафтометаллогенеза [5]. Приводятся данные (Krapp, Seward, 1990) об уникальной возможности современных гидротермальных систем — отложение золота и других металлов в экономических значимых количествах. Известен пример, как в активной вулканической зоне (рифте) Туапо (Новая Зеландия) в отложениях горячих источников максимальное содержание золота достигает де-

сятков граммов на тонну и серебра — сотен граммов на тонну (Weissberg, 1969). В *геотермальной* системе Ротокава за 6060 лет ее существования (после последнего извержения вулкана Туапо-Памис, с которым она ассоциирована) было вынесено как минимум 190 т Au, из которых 142 т отложено в травертинах [5].

В соответствии с известной моделью нефтегазообразования в погружающихся крупных осадочных бассейнах в настоящее время происходит процесс накопления углеводородов. Согласно Б.А. Соколову (1995), в морском нефтегазоносном бассейне Санта-Барбара (Калифорния) производительность одного участка дна оценивается в 11 тыс. л/с нефти (до 4 млн. т/год). Ориентировочные оценки единичного выхода газа в Охотском море составляет 2 млн. м³/год. Близкие данные приводятся по району Апшеронского полуострова.

Намечается новый этап в эволюции тектоно-динамических представлений. Следует вспомнить понятие «живая тектоника», применяемое много лет назад по отношению к сейсмичности. По-видимому, должно быть перенесение этого понятия на «живую минерализацию». Все это относится к происходящей на глазах Человечества *возобновляемости* минеральных ресурсов. Возможный термин для этого процесса «*регенерация*» или «*репетогенерация*» (латинское герето — возобновлять, повторять и generatio — происходить). Сказанное позволяет на оптимальной ноте завершить данное исследование.

Сделав попытку обсуждения в новом свете эволюции тектонических (и геодинамических) представлений во взаимосвязи с минерализацией, можно надеяться, что дальнейшая дискуссия поможет приблизиться к концепции, которая положительно повлияет на решение задач, стоящих перед науками о Земле.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арчевов В.Б. Блоковое строение земной коры — эволюция представлений / Блоковое строение земной коры и нефтегазоносность. — С-Пб, 2000. С. 7—16.
2. Беммелен ван Р.В. Теория ундаций / Структурная геология; тектоника плит. Т. 3. — М.: Мир, 1991. С. 200—213.
3. Блюман Б.А. Основные геодинамические концептуальные следствия неоднородности Земли / Тектоника и геодинамика континентальной литосферы. — М., 2003. Т. 1. С. 40—43.
4. Геология, металлогения, генезис и поиски рудных месторождений на XXXI сессии МГК / Под ред. А.И. Кривцова. — Москва, 2001.
5. Геолого-минерагеническая карта Мира. — С-Пб., 2000.
6. Грамберг И.С. Сравнительная геология и минерализация океанов и их континентальных окраин с позиции стадийного развития океанов / Российская Арктика: геология, история, минерализация, геоэкология. — С-Пб., 2002. С. 17—35.
7. Добрецов Н.Л., Кирдяшкин А.Г., Кирдяшкин А.Л. Глубинная геодинамика. — Новосибирск, 2001.
8. Красный Л.И. Тектоника на рубеже XIX—XX и XX—XXI веков. — Л., 1990.
9. Красный Л.И. Строение литосферы с позиций гетерогенной тектоники и новые идеи прогнозирования полезных ископаемых / Глубинное строение литосферы и нетрадиционное использование недр Земли. — Киев, 1996. С. 33—34.
10. Красный Л.И. Опыт систематики глубинных (фидерных) структур и связанная с ними минерализация // Геол. и полезн. ископ. Карелии. 2002. Вып. 5. С. 3—14.
11. Красный Л.И., Грамберг И.С., Петров О.В. и др. Опыт гармонизации представлений о геологических, минерагенических и минерально-ресурсных составляющих литосферы Земли. — С-Пб., 2001.
12. Красный Л.И. Разномасштабная делимость // Вестник РАН. 2002. № 6. С. 515—519.
13. Кропоткин П.Н. Проблемы геодинамики / Тектоника в исследованиях Геологического института АН СССР, 1980. С. 176—247.
14. Лобковский Л.И., Котелкин В.Д. Двухъярусная термохимическая модель конвекции в мантии и ее геодинамический следствия. Проблемы глобальной геофизики. — М.: ГЕОС, 2000. С. 20—53.
15. Маслов Л.А. Логические основы анализа и синтеза геотектонических гипотез / Тектоника, глубинное строение и геодинамика Востока Азии. — Хабаровск, 2001. С. 6—11.

16. Нехорошев В.П. Гипотезы тектонические. Геол. словарь. — М., 1973. Т. 1. С. 168—169.
17. Николаев Н.И. Новейшая тектоника и геодинамика литосферы. — М.: Недра, 1988.
18. Павленкова Н.И. Структура Земной коры и верхней мантии и глобальная геотектоника / Спорные аспекты тектоники плит и возможные альтернативы. — М., 2002. С. 64—83.
19. Пуцаровский Ю.М. Тектоника и геодинамика мантии Земли / Фундаментальные проблемы общей тектоники. — М., 2001. С. 10—33.
20. Резанов И.А. История тектонических идей. — М.: Наука, 1987. С. 256.
21. Романовский С.И. Великие геологические открытия во ВСЕГЕИ. — С-Пб., 1995.
22. Рундквист Д.В., Гатинский Ю.Г., Мирлин Е.Г., Ряховский В.М. Геофизика XXI века и полезные ископаемые // Наука в России. 1998. № 6. С. 4—19.
23. Хаин В.Е., Рябухин А.Г. История и методология геологических наук // Изд. МГУ, 1997. С. 224.
24. Хаин В.Е. Современная геодинамика: достижения и проблемы // Природа. 2002. № 1. С. 51—59.
25. Хеллем Э.Х. Великие геологические споры. — М.: Мир, 1985.
26. Щеглов А.Д. Основные проблемы современной металлогении. — Л.: Недра, 1987.
27. Schmeling H., Yunge A., Marquart G., Ruedas T., Kreutzmann A. Island, Vulkaninsel auf dem Mittelatlantischen Rücken: Erkundung der tiefen Ursachen durch geophysikalische Modellierungen. Geowissenschaften in Frankfurt. P. 161—170.

УДК 551.242.2

© М.Л.Верба, 2003

Разрастание дна Мирового океана как следствие расширения Земли

М.Л.ВЕРБА (ГНПП «Севморгео»)

Дискуссия о проблеме расширения Земли, которую возобновили на страницах «Отечественной геологии» Н.М.Радюкевич и А.Н.Барышев (№ 1, 2001), вполне своевременна. Действительно, любой минерагенический прогноз всегда в той или иной степени опирается на априорные положения, вытекающие из доминирующих на текущий момент теоретических представлений. За последние десятилетия исследователи пытались, например, увязать генерацию углеводородных скоплений с переработкой органического вещества отложений, погружающихся в зонах субдукции на большие глубины. Возможности практического применения концепции расширяющейся Земли видят и упомянутые участники дискуссии, хотя оценивают их по-разному.

Закономерности разрастания дна Мирового океана. Тектоника плит, являющаяся сегодня концептуальной доминантой минерагенического прогноза, постулирует, как известно, три принципиальных положения: постоянную генерацию новой океанской коры в срединно-океанических рифтах, столь же непрерывное поглощение земной коры зонами субдукции и неизменность размеров земного шара. В последние годы сокращение коры стали связывать с другими процессами, в частности с S-образным скучиванием коры, но это, как мы увидим, не меняет сути дела. Важно, что спрединг и субдукция (вместе с S-образным скучиванием коры или без него) выступают в концепции тектоники плит в качестве симметричных процессов, равновесие которых обеспечивает стабильность размеров планеты. Однако при детальном рассмотрении условий, необходимых для реализации такого равновесия, три указанных постулата несовместимы друг с другом.

Исследования, проведенные в Мировом океане, приносили свидетельства непрерывного увеличения Тихого, Индийского и Атлантического океанов на протяжении длительного времени, начиная с позднечуковского периода

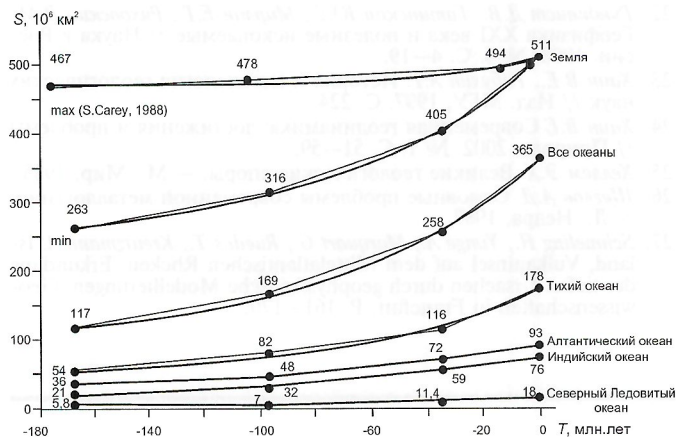
[3]. О темпах такого процесса можно судить по данным Л.Э.Левина [5], который подсчитал площади распространения различных по возрасту отложений, перекрывающих базальтовый фундамент этих океанов (табл. 1). Новые геофизические данные, полученные по линиям опорных геотраверзов в Арктическом регионе [1, 2], позволили дополнить информацию Л.Э.Левина сведениями по Северному Ледовитому океану и придать ей системную завершенность, характеризующую Мировой океан в целом.

На основании данных табл. 1 были построены графики изменения площади океанов (S) с течением времени (T), которые показали, что на протяжении геологической истории, начиная со средней юры, процесс разрастания океанического дна происходил во всех океанах вполне синхронно (рис. 1). Это подтверждает известный тезис о том, что функционирование мировой системы срединно-океанических рифтов, в которой генерируется океанская кора, контролируется единым глобальным процессом, принципиально не отличающимся в разных океанических регионах. Незначительные расхождения в скорости роста площади различных океанов, которые можно заметить на рис. 1, легко объясняются условностью разделения Мирового океана на отдельные океанические бассейны. Подобное разделение не имеет геологического обоснования и, по существу, лишь отдает дань исторической традиции. На графике показаны две предельные кривые изменения площади всей Земли из предположения неизменной площади континентов (кривая *min*) и с учетом вероятного скучивания континентальной коры (по С.Кэри, кривая *max*).

Наиболее существенная особенность обсуждаемых данных — тот факт, что они свидетельствуют о заметном ускорении процесса генерации океанской коры на протяжении всего рассматриваемого отрезка геологической истории. Из характеристик, приведенных в табл. 1, можно сделать вывод о том, что процесс генерации новой океан-

1. Сравнительная характеристика океанов [6]

Океаны	Площадь, млн. км ²	В том числе распространение осадков по возрасту, млн. км ²			Океанические поднятия, желоба, подножия континентов	Суммарная протяженность зон Беньюфа, тыс. км	Число глубоководных желобов, в которых предполагается поглощение океанской коры
		J ₃ —K ₁	J ₂ —Pg ₂	Pg ₃ —Q			
Тихий	178,7	28,3	33,6	62,5	53,6	24	11
Индийский	76,2	11,2	27,0	17,3	20,5	3,9	1
Атлантический	91,7	11,4	24,5	21,1	36,0	2,1	4
Северный Ледовитый	18,0	1,2	6,6	4,4	5,8	—	—



ской коры в позднеюрско-раннемеловое время (167–97 млн.лет) во всех океанах был в среднем в 4 раза менее производительным, чем в середине кайнозоя (35 млн.лет) и в 5 раз ниже современного. Если в настоящее время прирост океанской коры в глобальной системе срединно-океанических рифтов при их суммарной протяженности около 80 тыс.км и средней для всей системы рифтов скорости спрединга около 5 см/год происходит со скоростью приблизительно 4 км²/год, то в конце юры—начале мела суммарная продуктивность всех океанических рифтов не превышала 0,8 км²/год. Это можно связать с действием двух факторов: 1) суммарная длина срединно-океанических рифтов, генерирующих океанскую кору, была в то время меньше современной; 2) скорость раздвижения бортов таких рифтов могла быть ниже, чем в настоящее время.

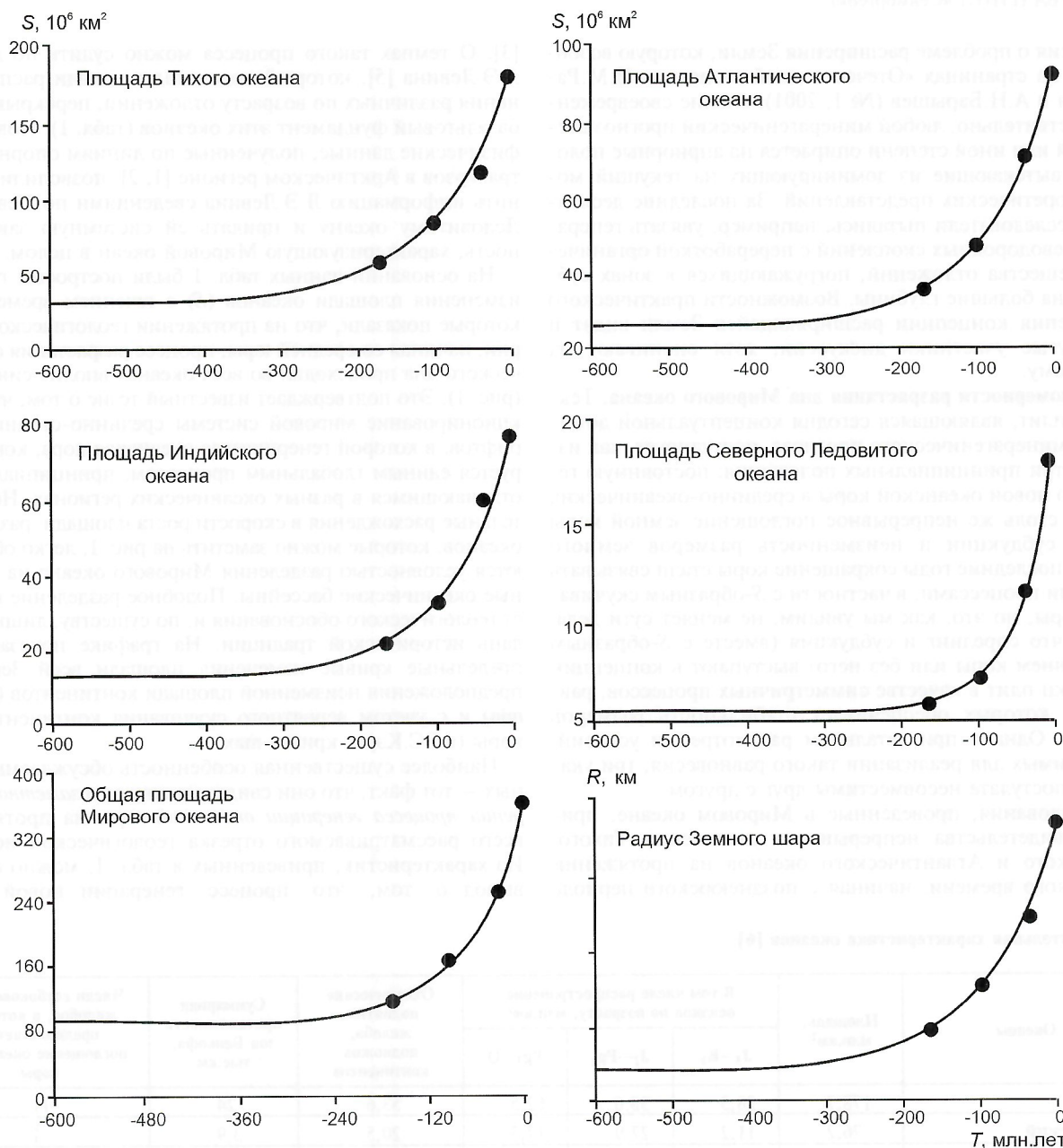


Рис. 2. Аппроксимация эмпирических данных о разрастании дна океанов Земли однотипной экспоненциальной функцией и реконструкция размеров планеты

2. Параметры аппроксимирующих функций, описывающих рост площади океанов

Океаны	Параметры		
	S_0	ν	k
Тихий	26,74	151,42	0,01
Атлантический	25,79	67,29	0,011
Индийский	12,46	63,62	0,012
Северный Ледовитый	5,439	12,59	0,022
Мировой в целом	90,33	275,06	0,014

Ориентировочно верхний предел скорости данного процесса на рубеже мезозоя и палеозоя составляет $0,4 \text{ км}^2/\text{год}$, а в более отдаленные времена еще меньше. Выполненная экстраполяция была основана на предположении экспоненциального роста площади океанов, хотя в принципе правомерность подобного выбора еще надо исследовать. Косвенно, в первом приближении, она подтверждается сравнением значений параметров аппроксимирующих функций типа $S = S_0 + \nu e^{kT}$, описывающих рост площади каждого океана в отдельности и Мирового океана в целом (табл. 2).

Как следует из данных, приведенных в табл. 2, параметры экспонент вполне сопоставимы, особенно если принять во внимание, что аппроксимация проводилась по ограниченному числу значений (см. табл. 1). Площадь Мирового океана (90 млн. км^2), вычисленная на начало палеозоя, оказалась всего на 27% больше суммы площадей (S_0), определенных для каждого из океанов в отдельности. Близкими оказались и значения параметра k , указывающие на одинаковое ускорение разрастания океанического дна, и только параметр ν , характеризующий скорость такого разрастания, имеет заметный разброс. При этом можно отметить, что скорость увеличения площади Мирового океана вдвое превысила рассматриваемый параметр для самого большого из его составляющих, что говорит и об уровне приемлемости аппроксимаций. Вместе с тем, несмотря на все неизбежные погрешности, выполненные построения и расчеты показывают, что о самом факте ускоренного расширения океанического дна можно говорить достаточно уверенно, однако количественная оценка этого ускорения в дальнейшем может быть уточнена.

Отсюда следует, что если в настоящее время суммарная площадь суши вдвое меньше суммарной площади океанов, то в начале палеозоя данное соотношение было обратным, а это значит, что терригенного материала, сносимого с континентов, в те времена было вполне достаточно, чтобы полностью и быстро заполнить образующиеся океанические депрессии. Следовательно, принадлежащее В.В.Белоусову сравнение Западно-Сибирской плиты с несостоявшимся океаном в равной степени применимо ко всем древним (домезозойским) океаническим бассейнам, у которых не было шансов избежать заполнения осадками и сохраниться в «незавершенном» виде. В середине мезозоя, как видно из приведенных графиков (см. рис. 2), суммарные площади океанов и континентов сравнялись, и это был переломный момент в развитии нашей планеты. Только начиная с данного момента на Земле появились условия для перманентного существования океанических депрессий, и подобная ситуация стала необратимой, поскольку площадь океанов и вмещающие океанических впадин продолжала расти, как уже отмечалось, с ускорением, а твердый сток с континентов не мог возрастать в такой же пропорции. Он по отношению к возрастающей вместимости океанических впадин непрерывно сокращался. Таким образом, и сейчас его всегда будет недостаточно

для того, чтобы полностью засыпать хотя бы один из современных океанов.

В свете обсуждаемых проблем следует отметить самое главное, что если генерация коры идет с ускорением, то и ее поглощение в зонах субдукции должно идти с точно таким же нарастанием скорости, иначе суммарный результат этих процессов будет не равен нулю и придется допустить увеличение земного шара, а это вступает в противоречие с упомянутым требованием плейт-тектонической концепции. Наличие такого противоречия заставляет по-новому взглянуть на роль субдукции в глобальном геодинамическом механизме.

Компенсирует ли субдукция прирост коры при спрединге? Помимо того, что современная геотектоника не может ничего предложить на роль общепланетарного «координатора» процессов поглощения и генерации коры, в модели мантийного «конвейера» есть и логический изъян. Действительно, если спрединг и субдукция — симметричные по результатам процессы, протекающие синхронно, с одинаковой скоростью и сопоставимой производительностью, то совершенно очевидно, что при таких условиях на Земле не смог бы возникнуть ни один океан, т.к. первый же квадратный километр новообразованной спрединговой коры в строгом соответствии с постулированным принципом симметрии должен быть немедленно поглощен в зоне субдукции. Однако если в обход этого принципа допустить существование некоторого временного лага между генерацией и поглощением коры, для того чтобы могли начать формироваться океанические бассейны, то возникнет проблема «лишнего» пространства и увеличения размеров планеты.

Что же касается возможности «координации» процессов спрединга и субдукции, которая связывается с гипотетической конвекцией мантийного вещества, то реализация такой возможности встречается с рядом непреодолимых затруднений. Они связаны с тем, что если зоны генерации коры известны во всех океанах, то зоны ее поглощения развиты в них крайне неравномерно. В Северном Ледовитом океане эти зоны неизвестны, в Индийском и Атлантическом океанах они выявлены, но их протяженность на порядок меньше длины срединно-океанических хребтов и только в Тихом океане суммарная протяженность зон субдукции сопоставима с протяженностью срединно-океанических рифтов (см. табл. 1). Поэтому формально они могут быть противопоставлены друг другу. Исходя из подобных рассуждений, было бы естественно ожидать, что и соотношение площадей, занятых разновозрастной корой в этих океанах, должно существенно отличаться от их соотношения в Тихом океане, причем тем больше, чем менее распространены зоны субдукции. На приведенных графиках (см. рис. 2) отмеченных различий не видно. Однако рассмотренное единство всех океанических бассейнов Земли свидетельствует о том, что *присутствие или отсутствие зон субдукции вообще никак не сказывается на возрастной структуре океанического дна.*

Разрешить подобное противоречие в рамках плейт-тектонической концепции можно лишь приписав этим зонам способность избирательного поглощения древней, доверхнейской коры. Для того, чтобы такой гипотетический механизм мог функционировать, необходимо, чтобы современные и древние зоны субдукции располагались на площади океанов строго согласованно с зонами генерации коры — на периферии океанов, параллельно срединно-океаническим рифтам, повторяя конфигурацию спрединговых магнитных аномалий. В противоположном случае на поверхности современных океанов неизбежно будут оставаться реликты непоглощенной старой коры, а возрастная структура океанской коры сложится произвольно. Как показывает рис. 1, этого тоже не наблюдается. Взаиморасположение зон генерации и поглощения коры в

структуре современных океанических регионов исключает возможность подобного пропорционального сокращения океанического дна, при котором соотношение площадей разновозрастной последюрской коры могло бы оставаться во всех океанах одинаковым.

Если не обращать внимания на эти противоречия и допустить, что за период с поздней юры в океанах полностью обновилась вся кора, то необходимо будет найти объяснение тому, как без увеличения общей площади Земли доюрская кора, суммарной площадью не превышающей 130 млн. км², могла быть замещена последюрской корой, суммарная площадь которой почти на 250 млн. км² больше (см. рис. 1). Вследствие того, что генерация океанской коры происходила с ускорением, на поверхности неизменной по размерам Земли даже при полном поглощении в зонах субдукции всей древней доюрской коры не могло освободиться такого пространства, чтобы на нем могли бы разместиться современные океаны, площадь которых за 167 Ма возросла со 116 до 365 млн. км².

В последние годы появились предположения, что помимо субдукции сокращение земной коры может быть результатом других процессов, например, упомянутого *S*-образного скупивания, или глубинного шарьирования. Однако привлечение и этих механизмов сути дела не меняет. Реконструировать закрывшиеся в альпийское время океанические бассейны и определить их размеры достаточно сложно, но ориентировочные оценки все же можно получить. Площадь горно-складчатых сооружений в Евразии, протягивающихся от Пиренеев до Индонезии, составляет около 10,5 млн. км². Примерно такую же площадь (9,2 млн. км²) занимают Кордильеры и Анды. Если мысленно растянуть мощную (до 50—60 км) кору подобных коллизионных структур до предельно тонкой (8—10 км) океанской коры, то площадь океанов, существовавших на месте этих зон скупивания коры, все равно не превысит 100—120 млн. км², что в два раза меньше прироста новой коры за тот же промежуток времени.

Из сказанного следует, что *субдукция (вместе с S-образным скупиванием или без него) не может выступать в качестве процесса, симметричного процессу генерации коры*, как это полагают сторонники «новой глобальной тектоники» [12]. Более того, отсюда следует, что, во-первых, в зонах Бенюфа—Заварицкого не происходит поглощения коры, а во-вторых, вне модели расширяющейся Земли невозможно объяснить ни появление океанов, ни синхронность развития мировой системы рифтов, ни наличие единой для всех океанов закономерности ускорения спрединга.

Таким образом, если земная кора в современных океанах не поглощается в зонах субдукции, и не поглощалась в них в прошлом, то, следовательно, в возрастной структуре современных океанов мы видим в несокращенном объеме всю ту кору, которая возникала в момент зарождения спредингового механизма. Отсутствие более древней коры, коль скоро она не обнаружена в пределах современных океанов, нужно связывать не с гипотетическим процессом ее поглощения, а с тем, что она вообще не возникала.

Приведенные рассуждения в значительной степени совпадают с выводами, высказанными ранее. У.Кэри [10] приводит подробный обзор исследований по данной проблеме и анализирует оценки масштабов увеличения размеров Земли по работам разных авторов. Некоторые из них совпадают с нашими оценками, согласно которым радиус Земли 600 млн. лет назад составлял 4700 км (3/4 от современного). К этому можно добавить данные непосредственных измерений размеров планеты, выполненных НАСА уже после выхода этой книги, которые указывают на увеличение длины хорды между Европой и Северной Америкой со скоростью 1,5±0,5 см/год, между Северной Америкой и Гавайями — на 4±1 см/год, между Гавайями и Южной Америкой — на 5±3 см/год. У.Д.Паркинсон решил

задачу приведения этих данных от хорд к поверхности сферы и получил увеличение радиуса Земли со скоростью 2,8±0,8 см/год. Из этого следует, что окружность земного шара увеличивается в среднем на 17,6 см/год и с мелового времени возросла не менее, чем на 12 600 км, что соответствует приросту радиуса примерно на 2000 км. Сходные значения приводит и Н.М.Радюкевич.

Один из выводов, которые можно сделать из приведенных рассуждений — вывод об увеличении размеров планеты — носит фундаментальный характер и имеет много важных следствий, заслуживающих отдельного рассмотрения. Наиболее существенным обстоятельством выступает при этом тот факт, что процесс расширения протекает не на неподвижном теле, а на быстро вращающемся. В такой модели во всех оболочках тела, участвующих в процессе дилатации, будут неизбежно возникать напряжения, обусловленные силами инерции и ориентированные в сторону, противоположную направлению вращения. Материки, составляющие фрагменты внешней оболочки вращающейся и расширяющейся сферы, в соответствии с законом сохранения количества движения будут отставать от вращения подстилающей их мантии и под действием сил инерции перемещаться по ее пластичной поверхности в западном направлении, испытывая тот «западный дрейф», природу которого тщательно искал А.Вегенер, для объяснения возникновения пояса складчатости на западной окраине Северной и Южной Америк. Помимо этого, появление в коре тангенциальных напряжений может быть использовано для объяснения складчатости не только на границах литосферных плит, но и внутри них, типа той, что наблюдается на Новой Земле [1].

Возникновение вертикального градиента угловой скорости вращения на границах сферических оболочек неизбежно приведет к проскальзыванию одних по отношению к другим — явлению, получившему название детачмента, и появлению вследствие этого эффекта «динамо-машины», генерирующего магнитное поле планеты. Природа геодинамического механизма, который можно было бы считать ответственным за возникновение магнитного поля, давно составляет одну из самых больших научных загадок [8]. Х.Такеучи, вслед за советским физиком Я.И.Френкелем, отмечает, что единственной возможностью объяснить возникновение у Земли магнитного поля заключается в допущении существования внутри планеты сильного, постоянно действующего источника электрического тока, но для запуска этой своеобразной динамо-машины нужно первоначальное магнитное поле. Не углубляясь в эту проблему, отметим, что нобелевский лауреат П.М.С.Блэккетт, пытаясь найти выход из такого порочного круга, предложил считать, что всякое массивное небесное тело при вращении приобретает намагниченность, независимо от того, из какого материала (ферромагнитный или неферромагнитный) оно состоит.

Расширение вращающейся сферы должно неизбежно приводить к замедлению ее вращения, что и наблюдается в действительности, хотя и не получало однозначного объяснения в рамках концепции стабильной Земли. Перманентное остывание Земли, ускоренное увеличением теплотерьер через непрерывно возрастающую по площади океанскую кору, неизбежно должно приводить к утолщению земной коры за счет верхних слоев остывающей мантии и увеличению толщины гидросферы за счет мантийных флюидов. Указанный временной тренд устанавливается в увеличении общей мощности коры и ее осадочного слоя, поведении гранитно-метаморфического слоя в разновозрастных структурах Фенноскандии, мощности нижнего слоя океанской коры в Атлантическом океане, поверхности Кюри [2; 3], что показано на рис. 3.

Рассматривая признаки расширения Земли, нельзя не затронуть вопрос о природе этого явления, поскольку на

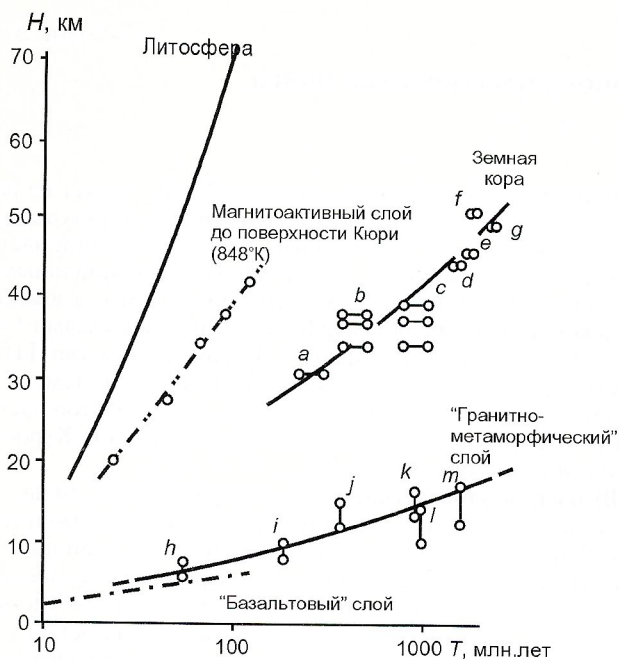


Рис. 3. Увеличение со временем мощности литосферы (по Вержбицкому, 1996), магнитоактивного слоя [6], земной коры (по Kіnsk, 1991), «гранитно-метаморфического» [2] и «базальтового» слоев (по Непрочнову, 1981) в разных областях северо-западной окраины Евразии:

a — грабен Осло; b — каледониды Скандинавии; c — зона свеко-норвежской складчатости; d — трансскандинавский тектоно-магматический пояс; e — зона свекофенской складчатости; f — область свеко-карельской складчатости; g — зона архейской складчатости; h — Поморский прогиб; i — Баренцево-Северокарский мегапрогиб; j — Девонский грабен Шпицбергена; k — Печорская синеклиза; l — Шпицбергская антеклиза; m — Балтийская антеклиза

него, как полагают некоторые исследователи, будто бы наложилась «табу» теоретическая физика [11]. Вместе с тем, представляется, что в поисках его причин не обязательно выходить за пределы известных фактов. В механизме дилатации Земли, вероятно, главную роль играют фазовые переходы, которые совершаются в мантии при ее охлаждении без изменений химического состава пород. Аналогичный вывод принадлежит С.М.Есиповичу, озвучившему его на геофизических чтениях памяти В.В.Федынского в 2001 г. Экспериментальные исследования показывают, что наиболее распространенный минеральный компонент вещества литосферы — двуоксид кремния — в зависимости от термодинамических условий может быть представлен различными модификациями. В глубоких слоях мантии, при давлении более 100^2 МПа и температуре не менее $+400^\circ\text{C}$, двуоксид кремния представлен *стишовитом*, наиболее плотной из известных разновидностью кремнекислоты ($\sigma=4,35$ г/см³). В более высоких слоях мантии этот минерал неустойчив и свободная кремнекислота присутствует в форме *коэзита*, имеющего плотность $\sigma=2,93$ г/см³. В условиях коры при температуре меньшей чем 573°C эта форма SiO_2 тоже становится неустойчивой и переходит в обыкновенный *кварц*, плотность которого еще меньше ($\sigma=2,651$ г/см³). Аналогичные фазовые переходы, сопровождающиеся разуплотнением, экспериментально установлены для арагонита ($\sigma=2,9-3,0$ г/см³), переходящего с понижением температуры в менее плотный кальцит ($\sigma=2,7$ г/см³), роговой обманки, вюртцита и ряда других минералов [5]. Эти данные показывают, что только за счет разуплотнения структуры минералов объем мантии может возрасти не менее чем в два раза. Такой вывод вполне соответствует уровню наших представлений о роли фазовых переходов, непрерывно протекающих в мантии в процессе

охлаждения планеты, и не требующим пересмотра фундаментальных основ физической науки.

Практический вывод, вытекающий из приведенных данных, заключается в том, что при ретроспективных построениях, касающихся далеких геологических эпох, если не учитывать фактор расширения Земли, то неизбежно возникают противоречия типа известного «парадокса венда» [9]. Этот парадокс заключается в том, что все климатические зоны вендского возраста, включая обе покрытые ледниками полярные шапки, оказались, если их реконструировать на земном шаре современных размеров, сосредоточенными в пределах одного полушария, а зоны оледенения и жаркого климата расположились в столь близком соседстве, что исследователи попали в тупик, пытаясь объяснить такую необычную климатическую зональность. Появилось предположение, что в венде имели место «драматические климатические перестройки, неизвестные в более поздней геологической истории» [7]. Вместе с тем, если «свернуть» вендские климатические зоны на сфере с радиусом на 1/3 меньше современного, то полярные шапки займут естественное положение в районе полюсов, а экваториальный пояс расположится ровно между ними.

Другой вывод из приведенных рассуждений касается природы зон Беньофа—Заварицкого. Большинство глубоководных желобов, с которыми связывают процесс поглощения коры, располагается вблизи восточной окраины Азиатского континента. Отсутствие в окрестностях желобов каких-либо признаков коллизии, которыми обязательно должен был бы сопровождаться процесс поддвижения одной литосферной плиты под другую, и, наоборот, обилие признаков растяжения, ничтожная мощность осадков в желобах, что указывает на молодой возраст их дна, высокий тепловой поток, свидетельствующий не о погружении холодного субстрата, а о подъеме горячего, незакономерное расположение зон по отношению к тектоническим элементам океанического дна, специфический характер сейсмичности, не свойственный зонам сжатия, — все эти данные указывают на то, что в зонах Беньофа—Заварицкого происходит не погружение океанской коры под континентальную, а всплытие мантийного субстрата из-под континента, медленно смещающегося в западном направлении.

Автор пользуется случаем выразить благодарность Ю.И.Кузьмину за помощь в выполнении расчетов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Верба В.В., Верба М.Л. Структуры растяжения земной коры в Арктическом регионе // Российская Арктика: геологическая история, минерагения, геоэкология / Под ред. Д.А.Додина и В.С.Суркова. — С-Пб., 2002. С. 93—108.
2. Вербя М.Л., Матвеев Ю.И. Эволюция земной коры Баренцевского шельфа на основе данных глубинных сейсмических исследований // Региональная геология и металлогения. — С-Пб., 2000. № 10. С. 175—185.
3. Грамберг И.С. Эволюционный ряд современных океанов // Региональная геология и металлогения. 1993. № 1. С. 53—62.
4. Керн Р., Вайсброт А. Основы термодинамики для минералогов, петрографов и геологов / Перевод с французского. — М.: Мир, 1966.
5. Левин Л.Э. Глобальные и региональные закономерности строения осадочного чехла дна морей и океанов / Литология мезозойско-кайнозойского осадочного чехла Мирового океана. — М.: Наука, 1987. С. 28—36.
6. Природа магнитных аномалий и строение океанической коры / Под ред. А.М.Городницкого. — М., ВНИРО, 1996.
7. Чумаков Н.М. Климатический парадокс позднего докембрия // Природа. 1992. № 4. С. 34—41.
8. Шейдеггер А. Основы геодинамики / Перевод с англ. — М.: Недра, 1987.
9. Якобсон К.Э. Парадоксы венда // Природа. 1993. № 2. С. 26—32.
10. Carey S.W. 1975. The expanding Earth — an essay review // Earth Sci. Rev., 11. P. 105—143.
11. Smith P.J. 1978. The end of the expanding Earth hypothesis // Nature, 271. P. 301—302.
12. Steiner J. 1977. An expanding Earth on the basis of sea-floor spreading and subduction rates // Geology, 5. P. 313—318, Boulder.

Тихоокеанские окраинно-континентальные тектоно-магматические пояса

В.Ф.БЕЛЫЙ (Северо-Восточный комплексный НИИ ДВО РАН)

Окраинно-континентальные тектоно-магматические пояса (ОКТП) — крупнейшие и наиболее выразительные формы проявления известково-щелочного магматизма в Тихоокеанском подвижном поясе (ТПП). Петрологическая специфика, устойчивые особенности тектонического положения, время развития, приходящееся на поздний мезозой и кайнозой, и характер оруденения (медно-порфировое, оловянное, серебряное, золото-серебряное и редкометалльное) определяют особый интерес к ОКТП.

Формирование представлений о таких поясах тесно связано с изучением Охотско-Чукотского вулканогенного пояса (ОЧВП). На «Тектонической карте СССР и сопредельных стран» ОЧВП (вместе с Сихотэ-Алинским поясом) был включен в состав окраинного (вулканогенного) пояса «как образования начального этапа заложения геосинклинальных прогибов кайнозойской складчатости Тихоокеанского пояса» [9, с. 514]. Е.К.Устиев, разделявший в целом это представление о тектонической природе ОЧВП, ввел понятие «тектоно-магматический пояс», т.е. структуры, сложенной наземными вулканогенными толщами и близкими по возрасту и составу интрузивными комплексами, образовавшимися между разными по возрасту и характеру магматизма геосинклинальными областями [7]. На примере Охотского тектоно-магматического пояса Е.К.Устиев развивал свою концепцию о вулканоплутонических ассоциациях [8]. Несомненно, что под влиянием его работ создавалось мнение об ОКТП как структурах, сформированных вулканоплутоническими ассоциациями, что отражено в сводках «Металлогения андезитовых вулканоплутонических поясов» (А.И.Кривцов, И.Ф.Мигачев, 1997; А.И.Кривцов, 1999).

Новые данные по региональной геологии, тектонике и магматизму ТПП, накопленные за три последних десятилетия прошлого века [5, 6, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19], послужили основанием для выделения, не только вулканогенных, но и плутонических тектоно-магматических поясов [3]. Дальнейший анализ строения, структурного положения и возрастных отношений наиболее известных тектоно-магматических поясов ТПП показал, что среди них следует различать вулканоплутонический, плутонический и вулканический типы (см. рисунок и таблицу).

Расположены ОКТП вдоль границы внешней и внутренней зон ТПП, выделение которых положено работами Г.Штилле, С.С.Смирнова, Н.П.Хераскова.

В Канадско-Колымском секторе ТПП между складчатыми геосинклинальными структурами мезозой (внешняя зона) и кайнозой (внутренняя зона) установлены эвклиминарные системы (Тайгоносская и Ванкуверская андезитовые геосинклинали [1, 4]), длительно развивавшиеся (PZ—MZ₃) аналоги современных островных вулканических дуг. В Кордильерах США, Перуанских и Чилийских Андах возникновение структур этого типа относится к мезозою. Здесь мезозойские эвклиминарные системы несогласно, иногда дискордантно наложены на палеозойские и более древние структурные комплексы, из чего следует, что структурное разделение этой части американской ветви ТПП на внешнюю и внутреннюю зоны относится к мезозою.

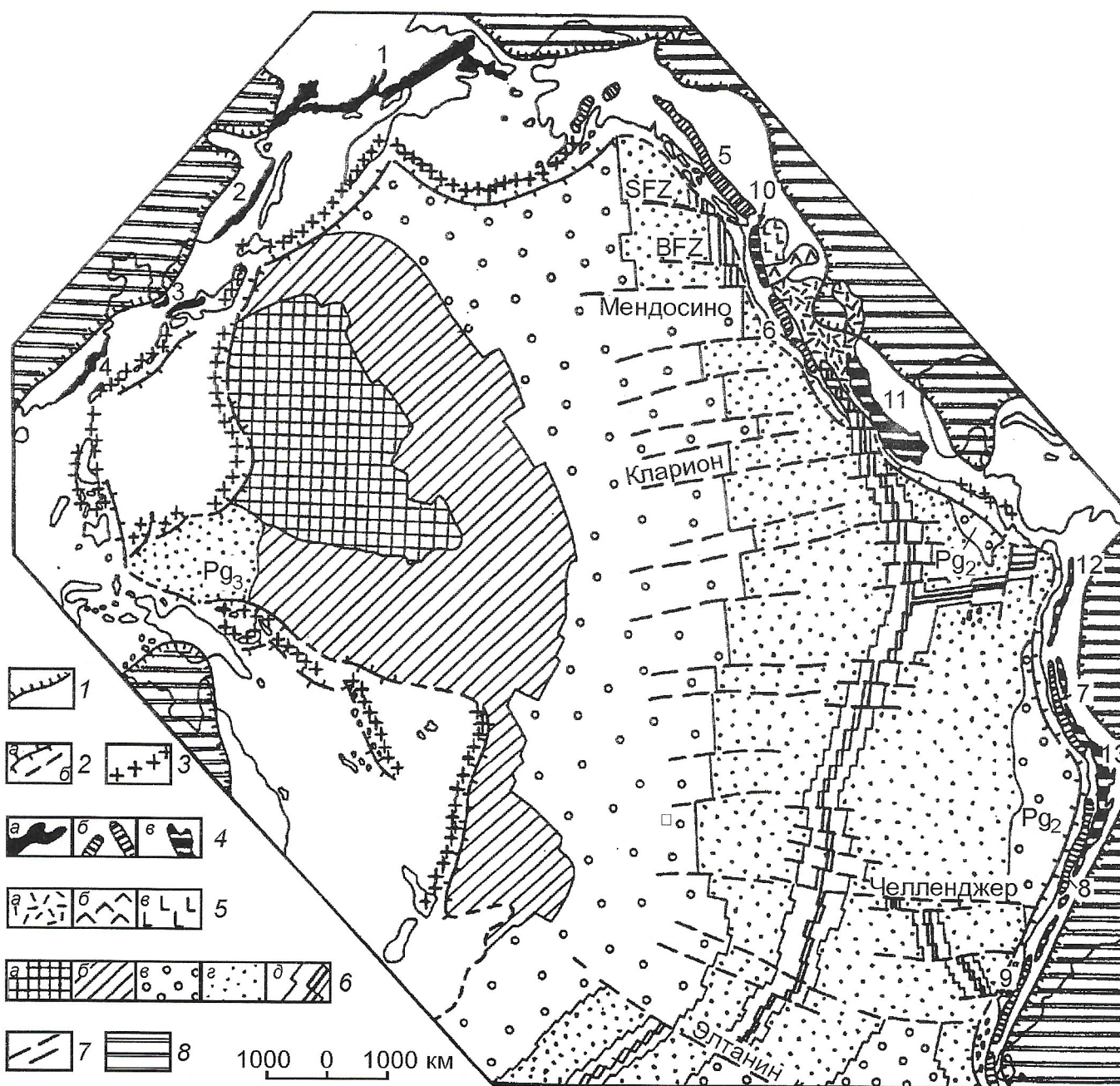
Калипуйская в Перу и Арауканская в Чили эвклиминарные системы [5] заложены на палеозойских складчатых эвгеосинклинальных комплексах «уральского типа» [12]. По распространению Арауканская система в южном, а Калипуйская — в северном направлении сменяются близкими по возрасту эвгеосинклинальными структурами. Кали-

форнийская эвклиминарная система [3], как следует из работы [13], резко дискордантно наложена на структуры до-мезозойского этапа, так что фундамент ее северной части сложен палеозойскими эв- и миогеосинклинальными складчатыми структурами Антлерской системы, а южной — докембрийскими метаморфическими комплексами Северо-Американской платформы. В азиатской ветви ТПП фрагментами докайнозойских эвклиминарных систем, возможно, являются Самаргинская зона в прибрежной части Сихотэ-Алиня и палеозойские образования зоны Куросегава в Японии (см. таблицу).

Вулканоплутонические пояса распространены только в азиатской ветви ТПП, где они составляют протяженную Восточно-Азиатскую систему ОКТП. Это отрицательные компенсационные структуры, образованные исключительно субэвральными вулканитами (глиноземистые базальты—андезиты—дациты—риолиты) мощностью 5—7 км, а также родственными им по составу, близкими по возрасту, нередко батолитового типа, интрузивами, в большинстве многофазными, сложенными габбро, диоритами, преобладающими гранодиоритами и гранитами (с участием тоналитов и кварцевых монзонитов). Вулканоплутонические пояса обладают сложной структурной и петрологической зональностью, сильно выраженной в вулканиках и интрузивах ранней стадии развития, отражающей гетерогенность фундамента, на котором они лежат. Это особенно выразительно проявлено в ОЧВП.

Охотско-Чукотский вулканоплутонический пояс (протяженность около 3000 км, средняя ширина 200 км) состоит из трех элементов: главной дуговой части, протягивающейся от нижнего течения р.Улья до побережья Восточно-Сибирского моря (около 2000 км), именуемой Тайско-Чуанской аркоклиналью, а также Западно-Охотской и Восточно-Чукотской фланговых зон. По существу, это самостоятельные структуры, соединенные по типу правостороннего торцового причленения, сформированные в один и тот же интервал геологического времени. Развитие ОЧВП происходило в две стадии: раннюю (средний альб—сеноман), когда образовалось около 90% общего объема вулканитов, и позднюю (конец сеномана—начало кампана). Тайско-Чуанская аркоклиналь состоит из внутренней и внешней зон. Во внутренней зоне, фундамент которой образован структурами Тайгоносской андезитовой геосинклинали (островной вулканической дуги), в раннюю стадию развития ОЧВП накапливались преимущественно высокоглиноземистые базальты, андезитобазальты и их туфы (до 7,5 км). Внешняя зона наложена на эв- и миогеосинклинальные структуры мезозой и на срединные массивы. Она делится на секторы, в которых в зависимости от особенностей строения и развития фундамента резко преобладают (в продуктах ранней стадии) или андезитобазальты, или игнимбриты и туфы риолитов и дацитов, или отношение вулканитов среднего и кислого составов близко 6,5:3,5. Во фланговых зонах, лежащих преимущественно на срединных массивах с докембрийским фундаментом, доля вулканитов кислого состава достигает 50—55%.

Для внешней и фланговых зон ОЧВП характерны разнообразные изометричные отрицательные вулканоструктуры (кальдерообразные оседания — депрессии и просадки, кальдеры и прикальдерные депрессии); кольцевые интрузивно-эффузивные комплексы; вулканические грабены и полуграбены. Во внутренней зоне развиты грабен-синклинали, грабены и полуграбены, вытянутые в



Окраинно-континентальные тектоно-магматические пояса в структуре Тихоокеанского сегмента Земли:

Граница: 1 — Тихоокеанского сегмента, 2 — ТПП и ложа Тихого океана, проведенная по: а — оси глубоководного желоба и б — подножью континентального шельфа; 3 — позднекайнозойские и современные вулканические дуги (эвлиминарные системы); 4 — типы ОКТП: а — вулканоплутонический, б — плутонический, в — вулканический; 5 — Орегон-Аризонская вулканическая область Северной Америки и в ее составе вулканические провинции: а — Бассейнов и Хребтов, б — Снейк-Ривер, в — Колумбийского плато; 6 — возраст второго сейсмического слоя земной коры ложа Тихого океана: а — позднеюрский, б — раннемеловой, в — позднемеловой и эоценовый, г — олигоценовый и миоценовый, д — плиоценовый и четвертичный; 7 — трансформные разломы (в том числе, SFZ — Солано, BFZ — Бланко); 8 — архейские кратоны и внетихоокеанские складчатые области. Цифры — пояса: вулканоплутонические: 1 — Охотско-Чукотский, 2 — Сихотэ-Алиньский, 3 — Хонсю-Корейский, 4 — Восточно-Китайский; плутонические: 5 — Канадский, 6 — Невадско-Калифорнийский, 7 — Перуанский, 8 — Северо-Чилийский, 9 — Южно-Чилийский; вулканические: 10 — Каскадный, 11 — Мексиканский, 12 — Эквадорский, 13 — Чилийско-Перуанский; индексы — возраст второго сейсмического слоя земной коры некоторых локальных участков ложа Тихого океана

направлении согласно с общим простираанием аркоклинали. Характернейшим элементом структуры ОЧВП как вулканоплутонического пояса являются магматогенные поднятия, в которых сосредоточена главная часть самых крупных интрузивных тел. Во внутренней зоне и на прилежащих площадях внешней зоны они следуют простира-

нию аркоклинали, а на удалении от внутренней зоны магматогенные поднятия нередко ориентированы в поперечном направлении. Изменения в составе и строении разновозрастных вулканогенных толщ, выявленные при переходе от структур отрицательного типа к магматогенным поднятиям, свидетельствуют о сопряженности их разви-

Номер на рисунке	ОКТП	Тип	Возраст	Эвлиминарная система	Возраст
1	Охотско-Чукотский	Вулкано-плутонический	$K_1al_2-K_2sn-ca$	Тайгоноская	$PZ-K_1ba-al_1$
2	Сихотэ-Алинский	«	K_2tu-Pg_{2-3}	Самаргинская	?— $Kal-ce$
3	Хонсю-Корейский	«	K_1al-K_2	?Курсегава	?PZ
4	Восточно-Китайский	«	J_3-K_2	?	
5	Канадский	Плутонический	$K_1ap-Pg_2^*$	Ванкуверская	$O-(J_3-K_1)$
6	Невадско-Калифорнийский	«	$K_1ap-K_2co^*$	Калифорнийская	$T_3-(J_3-K_1)$
7	Перуанский	«	$\hat{E}_1al-Pg_2^*$	Калипуйская	$T_3-(K_2ca-Pg_1)$
8	Северо-Чилийский	«	$\hat{E}_1al-Pg_2^*$	Арауканская	$J_1-(K_2ca-Pg_1)$
9	Южно-Чилийский	«	$\hat{E}_1al-Pg_2^*$	«	$J_1-(K_2ca-Pg_1)$
10	Каскадный	Вулканический	Pg_2-Q	Калифорнийская	
11	Мексиканский	«	Pg_2-N_{1-2}	?Калифорнийская	
12	?Экваторский	«	N_2-Q	Отсутствует	
13	Чилийско-Перуанский	«	Pg_2-Q	Калипуйская, Арауканская	

*По радиологическим данным, интерпретированным по Общей геохронологической шкале [17].

тия, хотя становление интрузивных тел в каждом конкретном случае представляло конечный акт развития структуры.

Наблюдаемые на суше части *Сихотэ-Алинского*, *Хонсю-Корейского* и *Восточно-Китайского* поясов представляют собой аналоги внешней и (или) фланговых зон ОЧВП. Доля вулканитов кислого состава в них намного больше, чем в ОЧВП, и достигает 90% в Восточно-Китайском поясе. Примечательно, что вулканизм ранней стадии Сихотэ-Алинского пояса, как и Центрально-Чукотского сектора ОЧВП, развивался по антидромному типу.

Плутонические пояса — крупнейшие гранитоидные комплексы (преимущественно кварцевые диориты, тоналиты и гранодиориты), прослеженные в прибрежных зонах Кордильер Северной Америки и Анд Южной. Плутонические пояса представляют собой грандиозные магматогенные поднятия — положительные структуры верхней части земной коры, в чем состоит коренное отличие их от вулкано-плутонических и вулканических поясов. Они почти полностью располагаются в пределах предшествовавших их развитию эвлиминарных систем (андезитовых геосинклиналей), тогда как подавляющая площадь вулкано-плутонических поясов Восточно-Азиатской системы и крупнейшие вулканические пояса американской ветви лежат на структурах внешней зоны ТПП. Для всех плутонических поясов характерны многостадийное развитие и многофазное становление магматических комплексов, но проявленные по-разному в каждой отдельно взятой структуре. В направлении с запада на восток в них наблюдаются: 1) общее, хотя и не вполне регулярное увеличение роли молодых магматических комплексов; 2) понижение основности и натриевости, 3) ослабление степени динамотермального метаморфизма и уменьшение глубинности магматических комплексов, 4) появление среди молодых комплексов субвулканических фаций.

Перуанский плутонический пояс (длина около 1500 км) состоит из многочисленных интрузивов протяженностью от нескольких десятков до 500 км. Большинство их обрамлено мезозойскими вулканогенными и вулканогенно-осадочными формациями Калипуйской эвлиминарной системы, но массивы юго-западного фланга пояса залегают среди докембрийских комплексов фундамента эвлиминарной системы. В развитии пояса выделяются ранняя (105—72 Ма) и поздняя (68—56 Ма) стадии, разделенные периодом (72—68 Ма) становления «главного дайко-

вого комплекса» [14]. Интрузивные породы ранней стадии составляют около 80% площади пояса. В их составе выделяется несколько серий, становление которых происходило в последовательности: (1, серии Patar и Pascho) **габбро**—диориты—**кварцевые диориты**—**тоналиты**—граниты, (2, серия Santa Rosa) кварцевые диориты—**тоналиты**—гранодиориты—монцограниты—лейкограниты, (3, интрузивы Humaуа) гранодиориты—граниты.

В позднюю стадию развития Перуанского пояса (66—56 Ма) образовались линейные и значительно уступающие им по площади кольцевые интрузивные комплексы, сложенные преимущественно гранодиоритами и гранитами. Размер кольцевых комплексов колеблется от 15 до 35 км; они прорывают массивы ранней стадии; в их строении участвуют габбро, меладiorиты и кварцевые диориты, уступающие по объему последующим гранодиоритам (+тоналиты) и гранитам (+монцограниты и сиенограниты). Предполагается [14], что кольцевые комплексы — корневые зоны палеокальдер. Самые молодые образования — порфириовидные монцограниты и аплиты (61—34 Ма) слагают отдельные мелкие тела, иногда отмечаются и в составе кольцевых комплексов. В большинстве своем они, вероятно, не связаны непосредственно с развитием Перуанского плутонического пояса.

Более поздними исследованиями установлено, что формирование каждой серии Перуанского пояса началось внедрением того или иного количества габброидов [19], что указывает на пульсирующий характер мантийного магмообразования, стимулировавшего активность коровых магматических очагов.

Северо-Чилийский и Южно-Чилийский плутонические пояса находятся в Арауканской эвлиминарной системе; протяженность каждого из них составляет 1700—1800 км. Развитие интрузивного магматизма началось в поздней юре, но максимум его активности приходится на средний мел (110—90 Ма) и на поздний мел—эоцен (70—45 Ма). В строении плутонических поясов преобладают диориты, гранодиориты и адемиты; меньше распространены тоналиты и граниты; отмечаются монциты и кварцевые монциты. В Северо-Чилийском поясе среднемельовые интрузивы приурочены к Прибрежной зоне, а позднемельовые—эоценовые смещены к востоку [5].

Невадско-Калифорнийский плутонический пояс протяженностью около 1500 км включает крупнейшие в Кордильерах США батолиты Сьерра-Невада и Калифорний-

ский, расположенные почти полностью в пределах Калифорнийской эвклиминарной системы. Батолит Сьерра-Невада является одним из наиболее изученных объектов позднемезозойского магматизма Северо-Американских Кордильер; его протяженность достигает 600 км, а ширина — 100 км. Это гетерогенный плутон, в составе которого установлены поздне триасовые (не более 5% от общей площади), юрские и позднеюрские—раннемеловые (около 15%) и среднемеловые (114—88 Ма: апт—коньяк; 80% площади) интрузивные комплексы [11]. Природа триасовых и юрских монзонитов, кварцевых монзонитов, гранодиоритов и гранитов, образующих небольшие тела с восточной стороны батолита, не ясна. С невадской орогенной (150—145 Ма) связано внедрение позднеюрских—раннемеловых тоналитов и гранодиоритов, распространенных преимущественно на западе и северо-западе плутона. После 15—20 млн. лет перерыва или крайне ослабленной интрузивной деятельности последовал исключительный по масштабам интрузивный магматизм, результатом которого стало образование Невадско-Калифорнийского плутонического пояса. В батолите Сьерра-Невада выделено несколько интрузивных серий, которые по U-Pb и частично Rb-Sr данным [11] делятся на четыре возрастные группы: 1) **тоналиты**, трондjemиты, гранодиориты и граниты, 114 Ма, западная зона, 32% площади среднемеловых пород батолита; 2) **гранодиориты, граниты**, лейкограниты, 103 Ма, центральная зона, 19%; 3) кварцевые диориты, **гранодиориты, граниты**, лейкограниты, 98 Ма, центральная и восточная зоны, 7%; 4) гранодиориты, тоналиты, граниты, гранит-порфиры, аляски-ты, 89—88 Ма, восточная зона, 42%.

В краевых частях батолита встречаются тела габбро и диоритов, которые отнесены [11] к домеловым образованиям, по-видимому, без должных оснований. Первичная магматическая полосчатость и сланцеватость, а также зоны наложенных пластических деформаций и рассланцевания развиты достаточно широко, особенно в западной части массива. Среди пород, слагающих фрагменты кровли батолита, встречаются игнимбриты, туфы и брекчии кислого и умеренно кислого составов (102—99 Ма), близкие к интрузивным породам третьей возрастной группы.

Канадский (Береговой) плутонический пояс находится почти полностью в пределах Береговой зоны Ванкуверской эвклиминарной системы; его протяженность 1800—1900 км и максимальная ширина около 200 км. По U-Pb данным в Канадском плутоническом поясе выделяются интрузивные породы от силурийского до эоценового возраста [16]. Доля доюрских пород составляет не более 5% площади плутона, а среднемеловых—эоценовых — около 80%. Примерно 40% площади плутонического пояса приходится на кварцевые диориты, 30% — на тоналиты и диориты; габбро, гранодиориты и граниты играют подчиненную роль. Позднеюрские—раннемеловые интрузивы (10—15% от общей площади), вероятно, связаны с орогенной стадией развития Ванкуверской эвклиминарной системы. Затем, как и в Невадско-Калифорнийском поясе, была пауза интрузивной деятельности (интервал 130—120 Ма), за которой последовал мощнейший интрузивный магматизм, кульминации которого приходится на средний мел (110—95 Ма) и эоцен.

Среднемеловые кварцевые диориты, тоналиты и гранодиориты господствуют в юго-западной половине плутонического пояса, где находится и большая часть позднеюрских—раннемеловых интрузивов. Как в тех, так и других развиты зоны зеленокаменных изменений, милонитизации, рассланцевания. Позднемеловые интрузивы распространены незначительно. Это граниты и гранодиориты, часто порфировидные; с ними ассоциируют порфировые породы вулканического облика.

Эоценовые интрузивные серии прослеживаются на всем протяжении Канадского пояса, слагая почти полностью его северо-восточную часть. Эоценовые и непосредственно им предшествующие позднемеловые—палеоценовые образования слагают около 40% площади плутонического пояса. В юго-западной зоне пояса распространены преимущественно диориты и тоналиты позднемелового—палеоценового и эоценового возрастов, подвергшиеся интенсивному динамотермальному метаморфизму. В северо-восточной зоне преобладают эоценовые гранодиориты и граниты, часто порфировидные, в сонахождении с которыми выявлены кольцевые интрузивно-эффузивные комплексы [16].

Вулканические пояса расположены как в непосредственной пространственной близости к плутоническим (например, Чилийско-Перуанский вулканический и плутонические Перуанский и Северо-Чилийский, см. рисунок), так и вне видимой связи с ними (Мексиканский вулканический пояс). Их развитие началось в эоцене (кроме Эквадорского). Формирование Мексиканского пояса завершилось в конце миоцена—плиоцене, в остальных поясах вулканическая деятельность продолжается в настоящее время. Вулканические пояса, как и вулкано-плутонические, представляют собой отрицательные компенсационные структуры, что показал еще А.Ирди при изучении структур Северной Америки [15]. Отсутствие или крайне слабые проявления интрузивного магматизма — характерная особенность вулканических поясов, которую нельзя объяснять все еще развивающимся вулканизмом и малым эрозионным срезом. Так, в Мексиканском поясе, формирование которого завершилось в плиоцене, достаточно глубоко расчлененном эрозией, относительная площадь выходов гранитоидов более чем на порядок ниже, чем в Восточно-Азиатских вулкано-плутонических поясах. Более того, в Мексиканском поясе отсутствуют магматогенные поднятия, развитие которых, как установлено в ОЧВП, началось уже на ранних стадиях вулканизма и сопровождалось становлением близких по возрасту многофазных интрузивов.

Чилийско-Перуанский пояс протягивается на 4500 км в непосредственной близости от расположенных западнее плутонических поясов. Его формирование началось в позднем эоцене после накопления кампан-палеоценовой молассы Калипуйской эвклиминарной системы. Раннекайнозойская поверхность выравнивания, фиксированная подошвой вулканического пояса, прослеживается и на интрузивах ранней стадии развития Перуанского плутонического пояса [14]. Нижний комплекс вулканического пояса (верхний эоцен—нижний миоцен, группа Calpu) начинается андезитами, их туфами, сменяющимися после непродолжительного перерыва и деформаций преобладающими по объему дацитовыми и риолитовыми игнимбритами, туфами и брекчиями. После регионального перерыва (среднемиоценовая поверхность выравнивания Rupa) образовались громадные игнимбритовые плато (50 тыс. км²) миоцен-плиоценовой «риолитовой формации» мощностью более 1000—1500 м. В структуре плато установлены многочисленные кальдеры (до 20 км диаметром) и вулкано-тектонические депрессии, в которых мощность вулканических накоплений намного больше. На игнимбритовое плато наложена цепь плейстоценовых андезитовых вулканов, активных в наши дни.

Эквадорский вулканический пояс или Эквадорско-Колумбийская вулканическая зона относится к ОКТП условно. Это узкая грабенообразная структура протяженностью около 1000 км, приуроченная к зоне разломов Долорес, которая разделяет палеозойды Кордильера—Реаль и кайнозойды Западной Кордильеры. К плиоцену, когда начался вулканизм в зоне разломов Долорес, Западная Кордильера представляла собой уже сформированное

складчатое сооружение, так что, возможно, Эквадорский пояс принадлежит к структурам активизации областей завершенной складчатости.

Мексиканский вулканический пояс (протяженность 1900 км, ширина 200—300 км) полностью лежит на структурах внешней зоны ТПП. Фундамент его юго-западной зоны и флангов образован докембрийскими кристаллическими комплексами, эвгеосинклинальными палеозоидами и лишь частично структурами Калифорнийской эвминарной системы. Северо-восточная зона пояса резко несогласно лежит на меловых складчатых миогеосинклинальных толщах Восточной Сьерра-Мадре Мексиканской геосинклинальной системы [15]. Фрагменты геосинклинальных структур Береговых хребтов (кайнозой) прослеживаются на Калифорнийском полуострове в 150—200 км к юго-западу от вулканического пояса.

Развитие Мексиканского вулканического пояса началось в середине эоцена извержениями андезитов и сопутствующих им риодацитов и риолитов. В конце олигоцена и раннем миоцене образовались игнимбритовые поля больших объемов (риолиты и риодациты), а в позднем миоцене начались излияния трахибазальтов. По-видимому, в плиоцене активность базальтового вулканизма резко снизилась, хотя отдельные проявления его продолжались и в плейстоцене. В юго-западной зоне Мексиканского пояса вскрыто большое количество мелких и несколько относительно крупных (50—60 км в поперечнике) гранитоидных интрузивов.

Каскадный вулканический пояс (Pg_2-Q) существенно отличается от близких по возрасту Чилийско-Перуанского и Мексиканского резким преобладанием глиноземистых базальтов, андезитобазальтов и андезитов над вулканитами кислого и умеренно кислого составов, в чем проявляется его сходство с внутренней зоной ОЧВП. Каскадный пояс лежит на простирации Калифорнийской эвминарной системы; его протяженность около 1000 км, ширина изменяется от 100 до 200 км. На западе Каскадный пояс граничит с кайнозоидами Береговых хребтов, самые молодые эвгеосинклинальные формации которых относятся к палеоцену—эоцену, а на востоке — с обширными позднекайнозойскими вулканическими полями Орегон-Аризонской области.

В Каскадном поясе различаются зоны Западных и Высоких Каскад. В Западной зоне распространены эоцен-миоценовые глиноземистые базальты, андезиты, дациты, риолиты и вулканогенно-осадочные отложения; в вулканических накоплениях преобладают пирокластические породы. Средний состав вулканитов — андезитобазальт (SiO_2 54,2%) [18]. Зона Высоких Каскад образовалась в плиоцене и в настоящее время одна из наиболее активных вулканических областей. Состав вулканитов изменяется от базальтов до риолитов, но преобладают глиноземистые магнезиальные базальты, так что средний состав вулканических пород отвечает глиноземистому базальту (SiO_2 53,2%).

Особо актуальны вопросы структурного соотношения Каскадного вулканического пояса, имеющего меридиональное общекордильерское простираие, и вулканических провинций Орегон-Аризонской области, границы между которыми ориентированы субширотно, располагаясь на простирации зон трансформных разломов океана [3]. Однако это тема специального исследования.

Некоторые общие закономерности развития ОКТП. Наиболее активное формирование ОКТП приходится на апт—коньяк (120—85 Ма). В это время: 1) образовались Охотско-Чукотский, Хонсю-Корейский вулкано-плутонические и Невадско-Калифорнийский плутонический пояса; 2) формировались главные объемы магматитов ранней стадии развития Перуанского, Северо- и Южно-Чилийского, а также существенная часть Канад-

ского плутонических поясов; 3) завершалось развитие Восточно-Китайского и начиналось формирование Сихотэ-Алинского вулкано-плутонических поясов. Поэтому средний мел может рассматриваться как время общего Циркум-Тихоокеанского развития ОКТП. Другой этап активного развития таких поясов приходится на эоцен—миоцен (50—10 Ма), но проявился только в американской ветви ТПП. При этом особого внимания заслуживает эоцен, когда завершалось становление Канадского плутонического и начиналось развитие Чилийско-Перуанского, Мексиканского и Каскадного вулканических поясов.

Происхождение ОКТП не находит удовлетворительного объяснения ни в геосинклинальной концепции, ни в плитотектонической гипотезе. При этом в размещении ОКТП разного типа и возраста ясно видна зависимость от особенностей тектонической и геоморфологической асимметрии ложа Тихого океана и ТПП, а этапы максимальной активности развития их совпадают с периодами наибольшей экстенсивности проявлений эндогенного режима океанизации — формирования второго сейсмического слоя земной коры ложа Тихого океана [3].

Предполагается, что океанизация сопровождалась большеобъемными компенсационными опусканиями и частой контракцией тектоносферы океана, что резко усилило контрастность вертикальных тектонических движений на границе внешней и внутренней зон ТПП и стимулировало активизацию мантийного магмообразования под ними [2, 3]. Таким образом, эта граница обрела значение важнейшего тектонического элемента (геораздела) в структуре ТПП. Мантийные области генерации и обширные промежуточные очаги базальтовых магм играли ведущую роль в развитии корового магматизма, продукты которого преобладают в строении большинства ОКТП.

С периодом самой масштабной, среднемеловой океанизации, охватившей среднюю область Тихого океана, равноудаленную от Сибирского и Северо-Американского кратонов, связан апт-коньякский этап формирования ОКТП. В американской ветви ТПП в обстановке сжатия, обусловленного ротационным эффектом вращения планеты, образовались плутонические пояса, а в азитской, где, по-видимому, преобладало растяжение — вулкано-плутонические. В кайнозое область активной океанизации сместилась на восток (см. рисунок), и, соответственно, развитие ОКТП происходило только в американской ветви ТПП. Остается не вполне объяснимой обстановка, способствовавшая формированию в это время преимущественно вулканических поясов, поскольку условия сжатия, вызываемые ротационным эффектом, вероятно, не могли существенно измениться. Возможно, подъем магматических диапиров под Восточно-Тихоокеанским поднятием создавал растяжение в смежных с ним областях, которое, в частности, компенсировало сжатие от ротационного эффекта в американской ветви ТПП.

Предлагаемая гипотеза геодинамических условий формирования ОКТП позволяет объяснить аномалии временных рубежей развития Восточно-Китайского и Сихотэ-Алинского вулкано-плутонических поясов. Позднеюрский—раннемеловой возраст ранней (главной) стадии Восточно-Китайского пояса отвечает времени формирования второго сейсмического слоя земной коры (океанизации) в ближайшей к нему области Тихого океана (см. рисунок). Запаздывание образования Сихотэ-Алинского пояса (поздний турон), вероятно, вызвано тем, что в альбе на территории Сихотэ-Алиня все еще продолжался режим геосинклинальных прогибаний, а континентальное развитие и общее поднятие этого региона внешней зоны ТПП началось в туроне.

Нельзя исключать, что образование Восточно-Азиатских вулканно-плутонических поясов было обусловлено не только особенностями региональной геодинамической обстановки на границе внешней и внутренней зон ТПП, но и тем обстоятельством, что поздний мезозой был временем грандиозной активизации гранитоидного магматизма, охватившего всю территорию Восточной Азии.

Установленная в ОЧВП сложная структурно-петрологическая зональность (прежде всего в вулканитах ранней стадии), отражающая гетерогенность его фундамента, проявляется и в других поясах, в частности, в Сихотэ-Алинском [3]. По-видимому, эта же зависимость состава вулканитов от характера структур фундамента обнаруживается и в том, что в Чилийско-Перуанском и Мексиканском поясах, лежащих полностью во внешней зоне ТПП, преобладают вулканиты кислого состава, а в Каскадном, расположенном на простирании Калифорнийской эвклиминарной системы, господствуют глиноземистые базальты.

При обсуждении вопросов природы ОКТП и соотношения плутонизма и вулканизма придается большое значение кольцевым интрузивным комплексам поздней стадии развития плутонических поясов, которые рассматриваются в качестве корневых зон палеокальдер и доказательства проявлений вулканизма, связанного со становлением плутонических поясов. Не отрицая такую возможность и признавая, что апикальные части интрузивов могли внедряться в близкие по возрасту вулканиты, следует иметь в виду, что это были всего лишь локальные проявления вулканизма над «растущими» гораздо более крупными магматогенными поднятиями, каковыми являются плутонические пояса. Даже в Перу, где временной перерыв между завершением становления плутонического пояса и началом развития вулканизма группы Calipuy был незначителен, нет ни геологических, ни петрологических свидетельств связи между кольцевыми интрузивными комплексами и вулканическими накоплениями Чилийско-Перуанского пояса.

Мезозойские и кайнозойские тектоно-магматические процессы в Перуанском секторе Анд можно интерпретировать как проявления начального, синорогенного и субсеквентного магматизма единого геотектонического цикла развития [10, с. 686—702]. Однако с учетом охарактеризованных общих закономерностей развития ОКТП и того, что формирование Канадского и Невадско-Калифорнийского плутонических поясов началось после завершения развития соответственно Ванкуверской и Калифорнийской эвклиминарных систем, спустя 15—20 млн. лет, отмеченных паузой магматической активности, а также того, что рядом с этими плутоническими поясами нет вулканических поясов, которые можно было бы рассматривать в качестве проявлений «субсеквентного» магматизма, такая трактовка «перуанской обстановки» очевидно неправомерна. Из этого вовсе не следует, что отрицается фундаментальная эволюционная последо-

вательность тектонических и магматических процессов, установленная Г.Штилле в ортогеосинклинальных складчатых областях Европы.

Окраинно-континентальные тектоно-магматические пояса — феномен позднемезозойского и кайнозойского этапа развития Тихоокеанского подвижного пояса. Существование в его пределах более древних аналогичных структур проблематично.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белый В. Ф. Вулканизм и тектоническое развитие континентальных окраин Тихого океана // Тихоокеанская геология. 1985. № 5. С. 23—32.
2. Белый В. Ф. К проблеме связи тектоники и магматизма // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1991. Вып. 2. Статья 1. С. 10—20. Вып. 4. Статья 2. С. 3—12.
3. Белый В. Ф. Окраинно-континентальные тектоно-магматические пояса Тихоокеанского сегмента Земли. — Магадан; 1998.
4. Белый В. Ф. Структура и развитие Канадско-Колымского сектора Тихоокеанского подвижного пояса // Отечественная геология. 2001. № 3. С. 18—30.
5. Ломизе М. Г. Тектонические обстановки геосинклинального вулканизма. — М.: Недра, 1983.
6. Международная карта Циркум-Тихоокеанского магматизма. Масштаб 1:10 000 000 / Под ред. Л.И.Красного. — Л.: ВСЕГЕИ, Мингео СССР, 1982.
7. Устиев Е. К. Охотский тектоно-магматический пояс и некоторые связанные с ним проблемы // Советская геология. 1959. № 3. С. 3—26.
8. Устиев Е. К. Охотский структурный пояс и проблемы вулканно-плутонических формаций // Проблемы магмы и генезиса изверженных горных пород. — М.: Изд. АН СССР, 1963. С. 161—182.
9. Шатский Н. С., Богданов А. А. Тектоническая карта СССР и сопредельных стран в масштабе 1:5 000 000. Объяснительная записка (1957) // Избр. тр. — М.: Наука, 1963. Т. 1. С. 464—518.
10. Штилле Г. Избранные труды. — М.: Мир, 1964.
11. Bateman P. C. Plutonism in the Central Part of the Sierra Nevada Batholith, California // U. S. Geological Sur. Prof. Pap. 1483. Washington, 1992.
12. Borrello A. J. Precordillera as a tipe of geosyncline in Argentina // IGC. 24 ses. Canada. 1972. Abst. Montreal. 1972. P. 67.
13. Burchfield B. C., Davis Gr. A. Structural framework and evolution of the Southern part of the Cordilleran orogen, West. US // Amer. Journ. of Sci., 1972. Vol. 272. P. 97—118.
14. Cobbing E. J., Pitcher W. S., Wilson J. J. et al. The geology of the Western Cordillera of northern Peru. London. Her Majesty's Stationery Office, 1981.
15. Eardley A. J. Structural geology of North America. Sec. edit. // US Copyright. 1962.
16. Geology of the Cordilleran orogen in Canada // Geol. of Canada. Canada, 1992, № 4.
17. Gradstein F. M., Agterberg F. P., Ogg J. G. et al. A Triassic, Jurassic and Cretaceous time scale // Geochronology Time Scale and Global Stratigraphic Correlation. SEPM Special Publication № 54. 1995. P. 95—128.
18. Loeschke J. Basalts of Oregon (USA) and their geotectonic environment. II Petrochemistry of Tertiary and Quaternary basalts and andesites of the Western and High Cascades // N. Jb. Miner. Abh. 1979, B. 137, H. 2. P. 135—161.
19. Mukasa S. B. Zircon U-Pb ages of super-units in the Coastal batholith, Peru: Implications for magmatic and tectonic processes // Geol. Soc. Amer. Bul., 1986. Vol. 97. № 2. P. 241—254.

Тектоника нижнеплитного нефтегазоносного структурного этажа Западно-Сибирской плиты

В.С.СУРКОВ, Л.В.СМИРНОВ (СНИИГГиМС)

Западно-Сибирская плита входит в состав Урало-Сибирской молодой платформы [4]. На ее территории в рифейско-палеозойский этап проявилось четыре тектоно-магматических цикла, в результате которых сформировались покровно-складчатые системы байкальского, салаирского, каледонского и герцинского тектогенеза. К концу палеозойского периода эта территория представляла собой гетерогенное складчато-глыбовое горное сооружение, входящее в состав Урало-Монгольского складчатого пояса [1].

В раннем мезозое на Евро-Азиатском континенте широко проявились процессы рифтогенеза. Рифтогенезом были охвачены огромные пространства Арктики и Северной Атлантики [5]. На территории Сибири с ним связано образование Западно-Сибирской континентальной раннетриасовой рифтовой системы, которая занимает крайнее восточное положение в гигантской Арктико-Североатлантической рифтовой мегасистеме.

Рифтогенез обусловил погружение огромных пространств земной поверхности с образованием ряда рифтогенных мезозойско-кайнозойских осадочных бассейнов, в частности Западно-Сибирского. Мезозойско-кайнозойские отложения представлены мощным осадочным чехлом Западно-Сибирской плиты. По особенностям его развития, распространению и составу осадков он подразделяется на три структурных этажа: нижнеплитный, собственноплитный и неотектонический [6].

Нижнеплитный этаж охватывает интервал геологической истории от среднего триаса до средней юры (бат) включительно. Он является инициальным осадочным слоем платформенного чехла Западно-Сибирской плиты и наиболее контрастно отражает тектоно-седиментационную ситуацию начала его формирования [7].

Данные геофизических методов и материалы глубокого бурения позволили составить представление о строении, развитии и нефтегазоносности нижнеплитного этажа. По этим данным установлено постепенное разрастание площади аккумуляции раннемезозойских отложений с севера Западной Сибири на юг. Наиболее высокий градиент приращения площади бассейна отмечается для ранней юры, особенно во время формирования шараповского горизонта (конец плинсбаха).

Начиная с раннего тоара, расширение бассейна стало более равномерным, с небольшими экстремумами во время эвстатических повышений уровня океана в позднем тоаре и байосе. Скорость приращения площади снизилась.

Максимальные значения скорости накопления захороненных осадков во времени характеризуют геттанг-синеман—поздний плинсбах — время накопления преимущественно крупнокластического терригенного материала, сносимого с еще весьма расчлененного горного рельефа обрамления и внутренних выступов фундамента. Дальнейшая история отличается постоянством скоростей седиментации, что связано с относительной стабилизацией площади осадконакопления. Однако увеличение скорости на единицу площади более характерно для наиболее древних базальных горизонтов осадочного чехла. Эпицентром осадконакопления постоянно служила северная часть бассейна.

Анализ мощностей площади развития и объем накопившихся пород нижнеплитного этажа четко отражает рифтогенную природу Западно-Сибирской плиты [8]. Наибольшая мощность и скорости осадконакопления фиксируются в зоне сочленения грабен-рифтов на севере плиты. Контуры Уренгойско-Колтогорского, Худосейского и бо-

лее мелких грабен-рифтов очерчиваются в плане повышенными значениями изопакит. Увеличенной мощностью осадков выделяется шеркалинская зона Приуралья. Она также имеет рифтогенную природу, так как фиксируется цепочкой изолированных раннетриасовых грабенов, а в гравитационном и магнитном аномальных полях выражены положительными аномалиями.

Структура нижнеплитного этажа. К началу формирования нижнеплитного этажа на территории Западной Сибири располагались структурно-формационные зоны покровно-складчатых систем докембрия и палеозоя, а также структуры, образованные ранне-среднетриасовым рифтогенезом. В совокупности они и представляют фундамент Западно-Сибирской плиты.

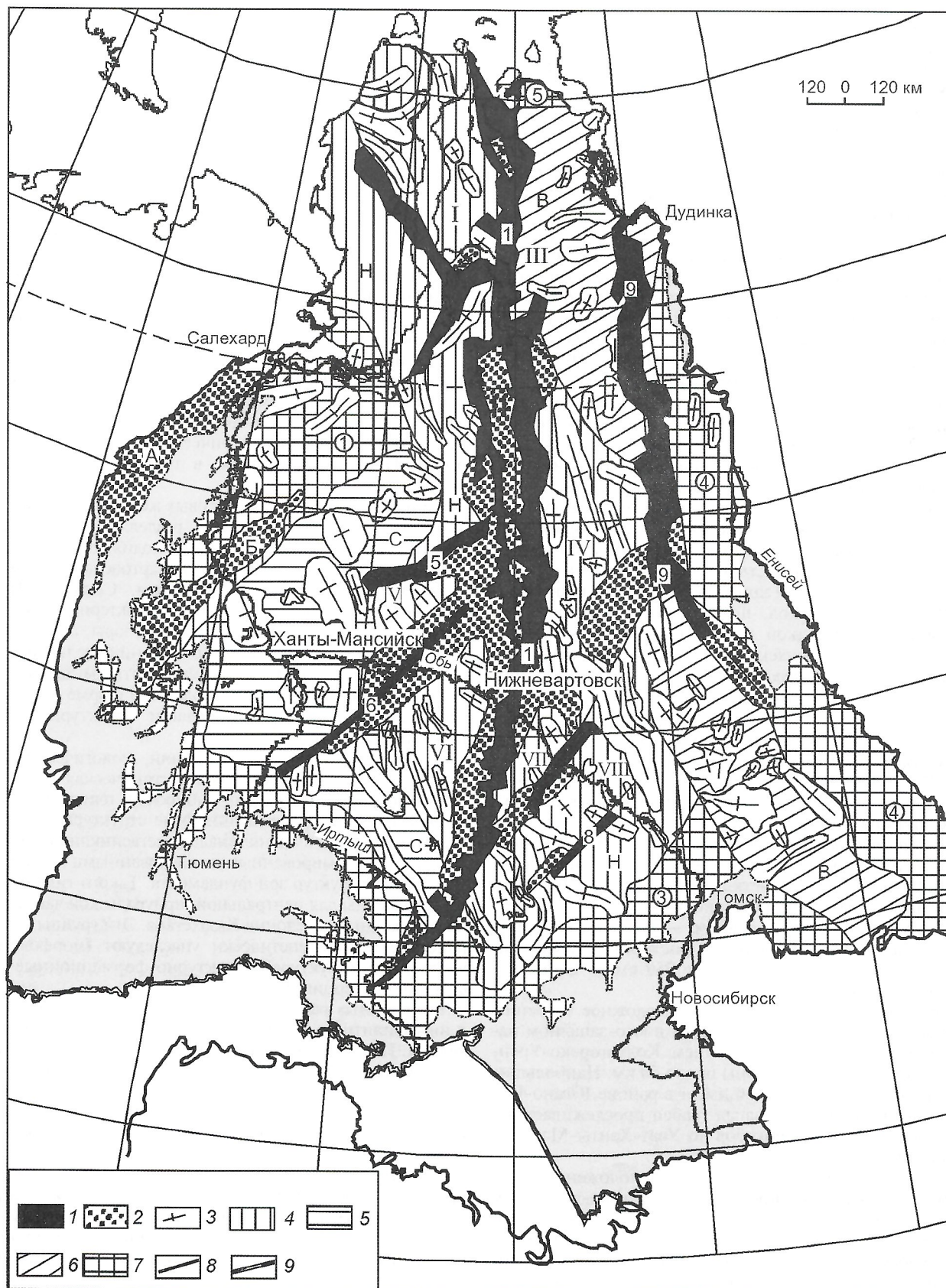
Стадия формирования фундамента плиты охватывает огромный интервал геологического времени от начала рифея до анизийского века среднего триаса включительно, т.е. более 1 млрд.250 млн.лет. В этот период на данной территории проявились непрерывно следующие один за другим четыре тектоно-магматических цикла (байкальский, салаирский, каледонский, герцинский) а также этап ранне-среднетриасового рифтогенеза. Сформированные тектоническими циклами и рифтогенезом структурные элементы в зависимости от их возраста и степени эрозии отражены как в рельефе поверхности доюрского фундамента, так и в структуре платформенного чехла Западно-Сибирской плиты.

Анализ строения мезозойско-кайнозойского чехла Западно-Сибирской плиты показал, что его морфология формировалась под воздействием постумных вертикальных и горизонтальных движений структурных зон и блоков фундамента [5]. Установлено, что тектонические движения в складчатых системах, после завершения складчатости не затухают, а в слабой форме проявляются в течение 150—200 млн.лет [2, 9]. Поэтому структурный план нижнеплитного структурного этажа в зоне герцинской и каледонской складчатостей формировался под воздействием постумных унаследованных движений складчатых структур фундамента. Для зон герцинид время между завершением складчатости и началом образования платформенного чехла не превышает 40 млн. лет, для каледонид этот временной интервал составляет около 140 млн.лет. В результате структуры чехла (антиклинальный, синклинальный и другие типы) в подобном случае наследуют от структур фундамента как морфологию, так и их внутреннюю структуру.

Если перерыв между завершением складчатости и началом формирования платформенного чехла превышает 200 млн.лет, то в платформенном чехле наследуются только морфологические формы поверхности фундамента. Такая закономерность для Западно-Сибирской плиты отмечается в районах салаирской и байкальской складчатости. Здесь в фундаменте развиты наложенные впадины и горстовые поднятия протерозойского и палеозойского возрастов.

Исходя из принципа унаследованности наиболее ярко в структуре нижнеплитного этажа, да и всего платформенного чехла, отражены структурные зоны, образованные триасовым рифтогенезом. К ним прежде всего относятся надрифтовые желоба. В ниже-среднеюрском комплексе Западно-Сибирской плиты выделяется система надрифтовых желобов и разделяющих их поднятий (см. рисунок).

Колтогорско-Уренгойский надрифтовый желоб — центральный, пересекающий с юга на север всю Западно-Сибир-



Тектоническая карта нижнеплитного комплекса Западно-Сибирской плиты. Составители: В.С.Сурков, О.Г.Жеро, Л.В.Смирнов:

1 — надрифтовые желоба; 2 — зоны активного влияния рифтогенеза на формирование структур третьего порядка; 3 — оси положительных структур нижнеплитного комплекса на доколе; 4 — герцинском (Н), 5 — каледонском (С), 6 — салаирском и байкальском (В); 7 — моноклизы; граница: 8 — Западно-Сибирской плиты, 9 — государственная России. Цифры и буквы на рисунке: надрифтовые желоба: 1 — Колтогорско-Уренгойский, 2 — Ямальский, 3 — Парусный, 4 — Худуттейский, 5 — Пякипурский, 6 — Аганский, 7 — Усть-Тымский, 8 — Чузиковский, 9 — Худосейский; поднятия между желобами: I — Северо-Ямальское, II — Уренгойское, III — Большехетское, IV — Тазовско-Александровское, V — Сургутское, VI — Нижневартовское, VII — Васюганское, VIII — Сенькино-Пудинское; прогибы: А — Ляпинский, Б — Шеркалинский; моноклизы (цифры в кружках): 1 — Приуральская, 2 — Приказахстанская, 3 — Приалтаеяная, 4 — Приенисейская, 5 — Притаймырская

скую плиту, ярко выражен в рельефе поверхности фундамента системой грабен-ов, а в гравитационных и магнитных аномальных полях интенсивно положительными аномалиями.

Протяженность Колтогорско-Уренгойского надрифтового желоба составляет более 1800 км, наибольшая ширина до 80 км отмечается в районе пос. Уренгой. При детальном анализе структуры желоба видно его четкое строение, а также смещение отдельных участков по поперечным трансформным разломам. Намечается совершенно определенная закономерность в строении желоба в зависимости от структурных зон фундамента герцинского возраста. Происходит сужение желоба при пересечении им антиклинорных зон фундамента и существенное расширение его на отрезках пересечения межгорных прогибов и синклиналиев. Так, сужение отмечается в месте пересечений Колтогорско-Уренгойским желобом Васюган-Пудинского, Назино-Сенькинского антиклинориев и особенно Пыль-Караминского в районе пос. Тарко-Сале. Здесь происходит интенсивный «пережим» структуры желоба и крупное Тарко-Салинское поднятие фундамента, являющееся фрагментом Пыль-Караминского мегантиклинория, практически находится в осевой зоне желоба. Сложный коленообразный изгиб данная структура приобретает и в месте пересечения им Тазовского мегантиклинория. Эти нарушения свидетельствуют о том, что раскол земной коры происходит в соответствии со структурными особенностями строения земной коры по более ослабленным зонам. В ряде мест раскол, по-видимому, произошел по древним разломам. Такой разлом выделяется на севере плиты на стыке с Надояхским устойчивым массивом.

Худуттейский надрифтовый желоб субмеридионального направления протягивается параллельно Колтогорско-Уренгойскому, расположен западнее его, по размерам он значительно уже Колтогорско-Уренгойского.

Парусный надрифтовый желоб приурочен к восточному краю Обской губы и ограничен системой разломов северо-восточного простирания. Длина желоба порядка 300 км, ширина 25–30 км.

Ямальский надрифтовый желоб — северо-западное продолжение Худуттейского, но выражен в гравитационных и магнитных полях менее четко, что связано с большой мощностью мезозойско-кайнозойских осадков в желобе.

Пякипурский надрифтовый желоб — ответвление Худуттейского надрифтового желоба. Простирается в юго-западном направлении на расстояние 350 км до Верхненадымского сводового поднятия.

Аганский надрифтовый желоб имеет сложное строение. Основная часть желоба простирается в юго-западном направлении и является ответвлением Колтогорско-Уренгойского желоба. Ширина зоны около 50 км. Наибольшие размеры в поперечнике желоб имеет в районе Югано-Покурской впадины. На юго-запад грабен прослеживается в виде серии отдельных прогибов до Уват-Ханты-Мансийского срединного массива.

Усть-Тымский надрифтовый желоб расположен в Васюган-Обском междуречье, простирается в северо-восточном направлении в виде полосы прогибов и протягивается более чем на 250 км при ширине в среднем 10–15 км. Наибольшие поперечные размеры желоба приурочены к крупным депрессионным зонам фундамента. Желоб менее четко выражен, т.к. он расположен в пределах развития двух крупных антиклинорных зон: Васюган-Пудинской и Назино-Сенькинской. Айгольский прогиб, разделяющий эти структурные зоны, имеет небольшую ширину.

Чузикский надрифтовый желоб и ряд других более мелких желобов характеризуются однотипным строением и северо-восточным простиранием.

Худосейский надрифтовый желоб расположен в северо-восточной части плиты. Его относят к категории над-

рифтовой структуры на основании анализа гравитационных и магнитных полей и глубинных сейсмических зондирований.

На западе в Приуральской части плиты выделяется система прогибов, образующая шеркалинскую линейно-протяженную зону, выполненную в основании эффузивами триаса. Она совпадает с линейной прогнутой зоной фундамента, которая в гравитационном и магнитном полях отражена положительными аномалиями. Эта зона представляет собой структуру недоразвитого рифта.

В общем случае система надрифтовых желобов четко проявилась только в центральной части Западно-Сибирской плиты в зонах, с герцинским тектогенезом. Образование надрифтовых желобов сопровождалось формированием в их краевых частях системы локальных поднятий и прогибов, соподчиненных простиранию желобов.

Как известно, грабен-рифтовые зоны в нижне-среднеюрское время унаследованно прогибались, тогда как межрифтовые поднятия, имели тенденцию к относительному подъему. Такая дифференциация движений способствовала значительному гипсометрическому расчленению территории. Последнее отражено в тектоническом строении нижнеплитного этажа.

Кроме упомянутых надрифтовых желобов выделяется также система крупных поднятий, разделяющих их. Следует назвать наиболее крупные зоны поднятий такого типа: Уренгойская, Сургутская, Нижневартовская, Каймысовская, Александровская, Васюганская, Сенькино-Пудинская. Северо-Ямальская и др. Они характеризуются сокращенной мощностью нижней—средней юры, а в разделяющих их желобах толщина этих отложений увеличена.

В восточных и южных районах плиты раннетриасовый рифтогенез проявлялся в ослабленной форме и не оказал особого влияния на формирование структурного плана нижнеплитного этажа.

С учетом высказанных положений, геологических и геофизических данных составлена тектоническая карта нижнеплитного этажа Западно-Сибирской плиты (см. рисунок). На карте выделены линейные структуры чехла типа мегантиклиналей и антиклиналей, мегасинклиналией и синклиналией, сформированных унаследованными движениями складчатых структур зон фундамента. Такого типа структуры характерны для центральной, приуральской части плиты и погруженных каледонид Казахстана. Эти группы структур наиболее полно генетически унаследуют (морфология и внутренняя структура) структурно-формационные зоны фундамента герцинид и каледонид.

В восточных районах плиты, особенно на юго-востоке, в нижнеплитном этаже развиты структуры изометричной формы. На северо-востоке выделяются линейные структуры типа мегавалов, мегапрогибов, которые формировались на протяжении юрского периода над блоками фундамента, образовавшимися в конце палеозоя в пределах байкалитид, под воздействием складчатости в Таймырской системе.

В центральной части плиты в платформенном чехле кроме мегантиклиналей, антиклиналей, мегасинклиналией и синклиналией развиты линейные структуры типа упомянутых надрифтовых желобов и разделяющих их поднятий. Формирование таких структур происходило с разной интенсивностью не только в раннее среднеюрское время, но и на протяжении всего мезозоя и кайнозоя. По-видимому, оно не завершилось и в настоящее время, о чем свидетельствует ряд геоморфологических данных.

В структуре чехла выделяется группа надпорядковых структур. К ним в первую очередь отнесены внешний пояс (моноклизы) и внутренняя область. Во внешнем поясе общая мощность чехла сокращена за счет выклинивания из нижних горизонтов чехла по мере приближения к горно-складчатому обрамлению плиты.

Граница между внутренней областью плиты и внешним поясом проведена по зоне наибольшего градиента погружения подошвы чехла, что, вероятно, связано со структурно-формационным строением фундамента. Моноклизы характеризуются не только сокращенным разрезом отложений нижнеплитного этажа, но и четким проявлением в чехле унаследованных движений структур фундамента. Совершенно понятно, что в данном случае также нет четких критериев проведения границы между внешним поясом и внутренней областью. Зоны погружения горно-складчатых сооружений обрамления плиты, формируют в целом структуру внешнего пояса. Соответственно выделяются: Приуральская, Приказахстанская, Приалтае-саянская, Приенисейская и Притаймырская моноклизы. Они осложнены незамкнутыми структурами более низких порядков, в ряде случаев, слабо связанными со структурами основания. В целом связь структур чехла и фундамента в пределах моноклиз действительно очень слабая.

Во внутренней области плиты в осадочном чехле выделяются линейные мегазоны, которые осложнены более мелкими структурами I и II порядков. К таким мегазонам относятся: Нурминская, Северо-Ямальная, Восточно-Уральская, Тазовская, Пыль-Караминская, Сургутско-Пурпейская, Верхне-Демьянская, Старосолдатско-Михайловская мегантиклинали. Они разделены отрицательными мегаструктурами — мегасинклиналями. По простиранию положительные структуры I порядка сопрягаются седловинами. Центральная часть плиты в пределах Обь-Иртышского междуречья имеет также унаследованный тип линейных структур чехла, но в силу дискордантного наложенного структурообразования, связанного с рифтогенезом, выделение протяженных мегаструктур здесь затруднено и они «просматриваются» только по сечению структур I порядка.

Антиклинали чехла осложнены более мелкими структурами II порядка, которые имеют более сложные соотношения со структурами фундамента. Чаще всего их формирование связано с гранитоидными телами или блоковыми структурами в пределах приосевых зон антиклинорий. Частично, возможно, имеются и структуры, соответствующие внутренним единичным складкам фундамента, образовавшимся в результате унаследованных движений. Мегасинклинальные и синклинальные зоны осложнены многочисленными положительными структурами II и III порядков, связанными с постумными движениями фундамента в процессе напряжений, возникших в стадии завершающей складчатости. Такого типа блоковые движения формировали мелкие структуры чехла линейной формы, соответствующие общему простиранию складчатых структур фундамента и рифтовых зон.

В юго-восточной части и в пределах Мансийской синеклизы основные структуры чехла — своды и впадины. Сводь, как было отмечено, унаследуют в какой-то степени фрагменты блоков, имеющих антиклинорную природу, а впадины чехла располагаются над унаследованно наложенными палеозойскими впадинами фундамента. Сводь в пределах Мансийской синеклизы характеризуются конседиментационностью, так как в их основании существенную роль играют гранитизированные в конце палеозоя ядра байкальских антиклинорных зон. Сводь в пределах юго-восточной части плиты сформированы гетерогенными блоками фундамента, поэтому они имеют более резкие градиенты крыльев и слабо выраженную конседиментационность развития.

На северо-востоке плиты структуры чехла образованы исключительно блоковыми движениями фундамента. Блоки образовали очень контрастные большой амплитуды мегавалы (Мессояхско-Усть-Портовский, Танамско-Рассохинский), движения которых, по-видимому, продолжались до неогена.

Таким образом, для нижнеплитного этажа характерны структурные элементы различного генезиса. Наибольшая интенсивность наблюдается в линейных положительных и отрицательных структурах чехла типа желобов и разделяющих их поднятий. Эти структуры образовывались в условиях непрерывно-прерывистого подъема и опускания территории на общем фоне погружения внутренней области плиты.

Фактический материал в размещении нефтяных и газовых месторождений в нижней—средней юре подтверждает, что одним из определяющих факторов в их формировании является тектонический.

Дифференцированное тектоническое прогибание фундамента предопределили фациальные неоднородности нижней—средней юры. Так, надрифтовые желоба и прогибы являлись тектоническими структурами по которым происходил транзит терригенного материала с окружающих горных сооружений в область морской седиментации, где образовывались дельты, бары, подводные возвышенности, лиманы, эстуарии, заливы и прочие фациальные зоны. В результате в отложениях нижней—средней юры формировались в основном ловушки неструктурного типа. По этим отрицательным структурам при трансгрессиях происходило активное проникновение морского донного в континентальную часть плиты. Междрифтовые поднятия, как более устойчивые, контролировали сток терригенного материала в области седиментации. В их пределах формировались конседиментационные структуры, а также ловушки стратиграфического типа. Не менее ярко тектонический фактор оказал влияние на формирование структур III порядка. На карте показано простирание осей структур III порядка как положительных, так и отрицательных (см. рисунок). Рифтогенез оказал весьма определенное влияние на формирование структур. Структуры в чехле соподчинены с простиранием рифтовых зон. За пределами влияния рифтов в отложениях нижней—средней юры формируются унаследованные структуры. Амплитуда и простирание структур зависит от завершения возраста складчатости фундамента. Наибольшее соподчинение наблюдается в герцинском тектогенезе. В районах с более древней складчатостью в основном выделяются структуры, которые унаследуют рельеф поверхности фундамента.

В отложениях нижней—средней юры открыто более 200 залежей. Отмечается закономерность распределения залежей по фазовому составу. Нефтяные залежи тяготеют к центральной части провинции, газовые и газоконденсатные — преимущественно к северным районам. Это также предопределено тектоническим фактором и обусловлено катагенезом органического вещества в нефтегазоносных комплексах, залегающих на глубинах превышающих 5000 м.

Тип залежей вниз по разрезу усложняется: от более простого антиклинального типа пластовых и с литологическими экранами в отложениях средней юры к залежам с литологическими и стратиграфическими экранами в нижней юре, что происходит при выклинивании и прилегании нефтегазоносных комплексов нижней юры, а на моноклизах средней юры к породам фундамента. В результате отмечаются сложные по строению залежи углеводородов в трещиновато-кавернозных, трещинно-поровых метаморфизованных и магматических породах фундамента совместно с осадочными породами нефтегазоносных комплексов юры. Как правило, они расположены под региональным (реже зональным и локальным) экраном, образуя залежи стратиграфического типа. Открытие более двадцати залежей в Томской области и единичных залежей в слабо изученных бурением Ямало-Ненецком (Новопортовское месторождение) и Ханты-Мансийском (Северо-Варьганское и др.) автономных округах позволяют судить о едином их происхождении. Основной генератор углеводородов в залежах подобного типа — нефтематеринские толщи

нижней—средней юры. На основании этого при количественной оценке ловушек стратиграфического типа следует исходить из плотности ресурсов нефтегазоносных комплексов нижней—средней юры, прилегающих к эрозионно-тектоническим выступам фундамента [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Муратов М.В. Урало-Монгольский пояс // Тектоника Урало-Монгольского складчатого пояса — М.: Наука, 1974. С. 5—11.
2. Обуэн Ж. Геосинклинали. — М.: Мир, 1967.
3. Седиментогенез и геохимия ниже—среднеюрских отложений юго-востока Западной Сибири / В.С.Сурков, О.В.Серебренникова, А.М.Казаков и др. — Новосибирск: Наука, 1999.
4. Сурков В.С. Особенности формирования Урало-Сибирской молодой платформы в неогене // Геология и геофизика. 2002. Т. 43. № 8. С. 754—761.
5. Сурков В.С., Жеро О.Г. Фундамент и развитие платформенного чехла Западно-Сибирской плиты. — М.: Недра, 1981.
6. Сурков В.С., Смирнов Л.В., Гурари Ф.Г., Казаков А.М. Нижне—среднеюрские отложения — самостоятельный нефтегазоносный комплекс Западно-Сибирской плиты // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 1993. № 3. С. 15—21.
7. Сурков В.С., Смирнов Л.В., Гурари Ф.Г. и др. Динамика накопления мезозойско-кайнозойского осадочного слоя Западно-Сибирского бассейна // Геология и геофизика. 1997. Т. 38. № 5. С. 919—985.
8. Сурков В.С., Девятов В.П., Казаков А.М., Смирнов Л.В. Динамика накопления нижнеплитного комплекса Западно-Сибирского нефтегазового бассейна // Отечественная геология. 1998. № 1. С. 13—16.
9. Янишин А.Л. Общие особенности строения и развития молодых платформ // Молодые платформы, их тектоника и перспективы нефтегазоносности. — М.: Наука, 1965. С. 7—19.

УДК 551.734.3 (234.853)

© Е.В.Чибрикова, В.А.Олли, 2003

Туратская свита (Южный Урал) и ее аналоги

Е.В.ЧИБРИКОВА, В.А.ОЛЛИ (Институт геологии УНЦ РАН)

В начале 70-х годов на западном крыле Магнитогорского мегасинклинория эвгеосинклинальной области Южного Урала была выделена *туратская* толща (Чибрикова, 1970, 1974), [11]. Однако дальнейшее изучение показало, что ей свойственны критерии, которые, согласно Стратиграфическому кодексу СССР [7], характерны для свит.

Во-первых, она развита в особой структурно-фациальной зоне; во-вторых, характеризуется специфическими фациально-литологическими и палеонтологическими особенностями; и, наконец, занимает определенное стратиграфическое положение. Поэтому туратская толща была переведена в ранг свиты (Чибрикова, Олли, 1980), [8]. Основанием для выделения данного стратона явились споры растений — первые органические остатки, найденные в нем. Толща (свита), получившая название по горе Турат и р.Туратке (бассейн правых притоков р.Урал), распространена в Присакмарской структурно-фациальной зоне Магнитогорского мегасинклинория. Прежде, без палеонтологического обоснования, эти отложения относились в основном к верхнему силуру, но высказывались также точки зрения о более молодом их возрасте — позднесилурийском—раннедевонском, позднеэфельском—живетском [11].

Туратская свита складывается переслаивающимися кремнистыми аргиллитами, алевролитами, полимиктовыми песчаниками, кремнисто-глинистыми сланцами. Встречаются также линзовидные прослои гравелитов, мелкообломочных конглобрекций.

Начинается разрез данных отложений горизонтом полимиктовых конглобрекций с крупными обломками пород, включающим также прослой и линзы сравнительно тонкозернистых пород (песчаники, алевролиты), обломочный материал метаморфических и вулканогенных образований, серпентинитов. Верхними слоями туратской свиты является пачка глинистых кремней.

В западной части Присакмарской зоны рассматриваемая свита залегает на силурийских отложениях, а в восточной — на вулканогенной баймак-бурибайской свите раннедевонского—эфельского возраста. Соответственно, мощность ее определяется примерно в 300 м. Перекрывается туратская свита позднедевонскими породами — флишеидной зилаирской свитой с пачкой мукасовских кремней в основании.

Споры растений найдены на разных уровнях рассматриваемой свиты — от самых нижних до самых верхних ее частей. При этом в горизонте полимиктовых конглобрекций нижней части разреза они были и в матриксе, и в об-

ломках таких пород, которые встречаются выше по разрезу. Во всех образцах споры идентичные и составляют единый комплекс, представленный следующими видами и разновидностями: *Acanthotriletes parvispinosus* Naum, *A. varispinosus* Tschibr., *A. perpusillus* Naum, *Dibolisporites crassus* (Tschibr.), *Brochotriletes microlacunosus* var. *antiquus* Tschibr., *B. minutissimus* Tschibr., *Emphanisporites decoratus* Allen, *Camaronotriletes aculeatus* Kedo, *Diatomozonotriletes devonicus* Naum, *D. devonicus* Naum, var. *azonatus* Tschibr., *Spelaotriletes* (?) *turaticus* (Tschibr.), *Azonomonoletes subreticularis* Tschibr., *A. usitatus* Tschibr., *A. costatus* Tschibr., *Microreticulatisporites peculiaris* (Tschibr.).

Многие формы, входящие в состав данной ассоциации, встречаются как в нижнем девоне, так и в эфеле. Большинство спор мелких размеров, среди них нет зональных видов. Подобные комплексы мы называем фациально обедненными, по ним затруднена детальная датировка пород. К тому же такие виды, как *Ac. varispinosus*, *Spelaotriletes* (?) *turaticus* были встречены только в туратской свите.

По данному комплексу туратские отложения поначалу были датированы ранним девоном—эфелем, однако позднее стало возможным ограничить их возраст эфелем (Чибрикова, Олли, 1986), [8]. Сделать это позволили находки вместе с «туратскими» спорами зонального вида *Periplecotriletes tortus* Egor. в разрезах девона Казахской части Южного Урала (о них будет сказано ниже). В шельфовых разрезах Русской платформы, являющихся наиболее благоприятными для захоронения спор, зону *tortus* составляет бийский горизонт и нижняя часть афонинского, а также их возрастные аналоги [15].

В 80-х годах в стратотипе туратской свиты были найдены конодонты зон *patulus*, *partitus* и *costatus* [2]. В восточной части Присакмарской зоны туратская свита охарактеризована спорами растений в обнажениях на р.Таналык (правый приток р.Урал), а также в нескольких скважинах вблизи долины названной реки.

Как уже отмечалось, рассматриваемые отложения залегают здесь на баймак-бурибайской свите, что наблюдается в разрезе «Каменная гора» выше (по течению реки) пос.Бурибай. Хотя контакт между ними тектонический, он не нарушает нормальной стратиграфической последовательности пород. Ниже по течению р.Таналык, у дер.Ново-Зирганово баймак-бурибайская свита, более древняя, залегает на туратской — более молодой. По слоистости в последней прослеживается угловое несогласие между ними.

Из аналогов туратской свиты мы рассмотрим те толщи пород, которые до наших находок миоспор были палеонтологически немymi, или датировались неверно по переотложенной фауне, нелегитимной ее трактовке. В Магнитогорской структурно-фациальной зоне одноименного мегасинклиниория подобным стратонем является ирендыкская свита, которая относилась к силуру, нижнему девону, эйфелю, нижнему девону—эйфелю [12]. Названная свита представлена мощной толщей (до 3000 м) вулканогенных образований, которые на юге залегают на баймак-бурибайской свите, а на севере почти всюду имеют тектонический контакт с породами более молодого возраста.

К настоящему времени спорами растений охарактеризована верхняя часть ирендыкской свиты, которая в верховьях р. Малый Кизил включает прослой туфо-осадочных пород [12]. Комплекс спор зоны *tortus* свидетельствует об эйфельском возрасте вмещающих пород, хотя зонального вида здесь, как и в туратской свите, встречено не было. Таким образом, растительные микрофоссилии свидетельствуют об эйфельском возрасте вмещающих пород. Однако это не исключает возможности более древнего возраста нижних горизонтов рассматриваемой свиты, их синхроничности баймак-бурибайской [12].

Как отмечалось выше, споры *Periplecotriletes tortus* Egor были найдены в Казахстанской части Южного Урала, на Орь-Илекском междуречье [13]. Здесь, в области Коситекско-Аксуйского тектонического покрова, расположена небольшая Бакайская синклинали складка субмеридионального простирания. В ее северной части находится руч. Каражар, который после слияния с руч. Сарымурза дает начало р. Ойсыл-Кара. В нижнем течении ручья обнажаются породы восточного крыла названной складки, в том числе среднедевонские, которые относились к айтпайской свите живетского яруса [3]. При этом разрез их считался одним из типичных для названной свиты.

Данные отложения представляют собой микстит из обломков осадочных, вулканогенных и вулканогенно-осадочных пород разной величины и окатанности. В обломках известняков встречается фауна брахиопод, кораллов, строматопор, криноидей [3, 6].

По возрасту она смешанная или транзитная, но в целом комплекс ее трактовался как живетский. Рассматриваемые породы мощностью порядка 300 м залегают на силурийских образованиях и перекрываются егиндинской свитой верхнего девона [13].

В «айтпайской» свите руч. Каражар в начале 80-х годов были найдены споры растений, показавшие эйфельский возраст вмещающих пород. Комплексы их имеют много общего с таковыми из чанчарской свиты, которая и до наших исследований относилась к эйфельскому ярусу. Поэтому среднедевонские отложения руч. Каражар мы отнесли к названной свите.

Споры, найденные нами в ряде разрезов чанчарской свиты, близки к «туратским». Они также составляют обедненные комплексы, не содержащие зональных видов. На руч. Каражар, где споры были выделены не только из обломков осадочных пород, но и из матрикса, комплексы их оказались в некоторых пунктах полными, с зональным индексом *Periplecotriletes tortus* Egor. В них также содержится несколько форм крупных размеров, характерных для верхних горизонтов эйфеля.

Сводный комплекс спор из чанчарской свиты руч. Каражар представлен следующими видами и разновидностями: *Acanthotriletes parvispinosus* Naum, *A. varispinosus* Tschibr., *Camarozonotriletes aculeatus* Kedo, *C. devonicus* Naum, *Diatomozonotriletes devonicus* Naum, *Azonomonolrtes fusiformis* Kedo, *A. subreticularis* Tschibr., *A. costatus* Tschibr., *Apiculiretusispora sterlibaschevensis* (Tschibr.), *A. divulgata* var. *plicata* Tschibr., *Periplecotriletes tortus* Egor., *P. tortus* Egor. var. *minor* Olli, *Spelaotriletes* (?) *turaticus* (Tschibr.), *Hymenozonotriletes*

altus Kedo, *H. marginodentatus* Kedo, *H. naumovae* Kedo, *H. insolutus* Olli, *H. acerosus* Arch., *Retusotriletes insperatus* Tschibr., *R. laevis* Tschibr., *Brochotriletes minutissimus* Tschibr.

Таким образом, «туратский» комплекс спор получил уточненную датировку, «привязку» к верхнеэйфельской зоне *tortus*.

На руч. Каражар охарактеризованная спорами чанчарская свита представлена, очевидно, ее верхними горизонтами. В других разрезах названной свиты, в т.ч. в типовых, зональных видов спор нет, но все же там встречаются и более древние эйфельские формы, чем на руч. Каражар. Это позволило нам предположить взаимозамещение нижних горизонтов чанчарской свиты и верхних — шандинской [13].

Важно заметить, что на Орь-Илекском междуречье палеонтологически обоснованных отложений живетского возраста нет не только в верховьях р. Ойсыл-Кара, но и в других местах, где выделялась «айтпайская свита», в т.ч. в стратотипе ее (р. Айтпайка, левый приток р. Кос-Исток в Егиндинской мульде). Здесь она представлена сравнительно маломощной толщей (~100 м) конглобрекций кремнистых пород с прослоями (?) кремней и аллотигенными телами известняков, содержащими живетскую фауну. Данные образования по аналогии с разрезом на руч. Каражар, очевидно, следует отнести к чанчарской свите.

Следовательно, стратон «айтпайская свита» (толща) вообще нелегитимный. В регионе ее выделения, как и в Присакмарской структурно-фациальной зоне более северной части Южного Урала, живетские отложения отсутствуют, и на эйфельских залегают позднедевонские.

«Туратский» комплекс спор был также найден нами еще дальше на юге Урала в Берчогурской синклинали (Западно-Мугоджарская подзона Магнитогорской зоны одноименного мегасинклиниория). Здесь в вулканитах нижней части палеозойского разреза выделяются мугоджарская и куркудукская свиты, которые долгое время оставались палеонтологически не охарактеризованными, но относились к силуру [9].

В 1976—1977 гг. в процессе тематических исследований В.А. Романовым были отобраны образцы из названных свит для споро-пыльцевого анализа. Пять из них (правый берег р. Шульдак, к западу от зимовки Дунгулек) из линзовидных прослоев кремнистых и глинисто-кремнистых сланцев в толще вулканогенных образований оказались споросодержащими. Во всех образцах растительные микрофоссилии идентичные и составляют единый комплекс, аналогичный «туратскому». Таким образом, он показал, что смежные горизонты мугоджарской и куркудукской свит имеют не силурийский, а эйфельский возраст [4].

Породы, перекрывающие и подстилающие данные образования, спорами не охарактеризованы, поэтому вопрос об их возрасте мы касаться не будем.

«Туратские» споры были обнаружены нами в ряде разрезов Передового хребта Северного Кавказа [14]. Здесь, в Картджуртской структурно-фациальной подзоне, характеризующейся эвгеосинклинальным режимом осадконакопления в раннем и среднем девоне, Л.Д. Чегодаевым выделена эльмезтюбинская свита, переведенная затем в ранг горизонта (1982, 1985). Она сложена терригенными, туфо-генными, туфо-осадочными и кремнистыми породами. Среди них имеются линзовидные прослои туфоконгломератов, полимиктовых конгломератов с обломками известняков. Мощность данных пород достигает 400—500 м.

Как отмечает Л.Д. Чегодаев (1985), данные образования относились прежде, вслед за Д.С. Кизевальтером, к чучурской свите предположительно раннекаменноугольного возраста.

Фауна в эльмезтюбинской свите была известна лишь из глыб и более мелких обломков известняков, из конгломератобрекций в ее нижних горизонтах. Это кораллы, брахи-

оподы, членики криноидей верхов нижнего—низов среднего девона, а также конодонты зоны *serotinus* [14].

Споры растений — первые органические остатки, найденные не в переотложенных известняках, а *in situ*, в слоистых терригенных и вулканогенно-осадочных породах названной свиты. Они, как уже отмечалось, «туратские» и, соответственно датируют эйфелем эльмезютюбинскую свиту. Ее можно считать синхронной и другим стратонам, рассмотренным в настоящей статье.

Залегает эльмезютюбинская свита на кызылкольской (нижний девон—эйфель), к которой, как и к баймак-бурибайской свите Южного Урала, приурочены залежи медно-колчеданных руд, а перекрывают ее верхнедевонские образования (флишоподная терригенная картджортская свита). Таким образом, положение в разрезе туратской и эльмезютюбинской свит также очень сходное.

Еще одним возрастным аналогом туратской свиты на Северном Кавказе является *полянская*. Она распространена в Андриукско-Тоханской структурно-фациальной подзоне Передового хребта [14].

Названная свита представляет собой олистострому, включающую олистолиты различных осадочных пород, эффузивов, туфов, серпентинитов [5]. Среди осадочных пород преобладают кремни, кремнисто-глинистые и глинистые сланцы с раннесилурийскими граптолитами. Это послужило основанием для первоначальной датировки полянской свиты силуrom [10]. Матриксом в олистостроме (микстите) служат глинистые сланцы цвета хаки. Мощность ее 270—300 м.

Породы, подстилающие полянскую свиту, не установлены, а вышележащая артыкчатская свита (живет—фран?) имеет с ней тектонический контакт. Споры, найденные в полянской свите, эйфельские, аналогичные «эльмезютюбинским», «туратским». Такой же возраст ее определяется и находками макромерных остатков растений [14]. Следует отметить, что полянская свита относится к числу олистостром, которые, согласно Стратиграфическому кодексу [1], могут выделяться в самостоятельные стратоны (в отличие от подобных образований, заключенных внутри каких-то толщ).

Изложенные данные показывают, что отложения, получившие датировку эйфелем в отдаленных регионах, в раз-

ных структурно-фациальных зонах, имеют как сходство, так и различия состава, характера залегания, соотношения с подстилающими и перекрывающими образованиями. Все это отражает и общее, и индивидуальное в геологической истории рассмотренных территорий орогенных областей — Южного Урала и Северного Кавказа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Дополнения к Стратиграфическому кодексу России*. — С-Пб., 2000.
2. *Маслов В.А., Черкасов В.Л., Тищенко В.Т., и др.* Стратиграфия и корреляция среднепалеозойских вулканогенных комплексов основных медно-колчеданных районов Южного Урала. — Уфа, 1993.
3. *Розман Х.С.* Стратиграфия и брахиоподы фаменского яруса Мугоджар и смежных районов // Тр. ГИН АН СССР. Вып. 50. С. 196.
4. *Романов В.А., Чибрикова Е.В.* О возрасте зеленокаменной зоны Мугоджар // Докл. АН СССР. 1980. Т. 250. № 6. С. 1431—1434.
5. *Сводный путеводитель экскурсий 004, 005, 009, 016, 097 27* МГК; Кавказ и Восточный Донбасс. — М.: Наука, 1984.
6. *Сегедин Р.А., Агафонов В.А. и др.* Геологическая карта Казахской ССР, масштаб 1:500 000. Серия Тургайско-Мугоджарская. Объяснительная записка. — Алма-Ата: Недра, 1981.
7. *Стратиграфический кодекс СССР*. Временный свод правил и рекомендаций / Под ред. А.И.Жамойды. Тр. МСК. — Л., 1977.
8. *Стратиграфический словарь СССР* / Отв. ред. О.П.Ковалевский, Г.В.Котляр. — С-Пб.: Недра, 1991.
9. *Унифицированные и корреляционные стратиграфические схемы Урала*. — Свердловск, 1980.
10. *Чегодаев Л.Д.* Нижний силур Передового хребта Северного Кавказа // Советская геология. 1977. № 12. С. 50—57.
11. *Чибрикова Е.В.* Стратиграфия девонских и более древних палеозойских отложений Южного Урала и Приуралья (по растительным микрофоссилиям). — М.: Наука, 1977.
12. *Чибрикова Е.В., Олли В.А.* Первые находки спор растений в ирендыкской свите на восточном склоне Южного Урала // Стратиграфия и палеонтология палеозоя Южного Урала. — Уфа, 1980. С. 9—12.
13. *Чибрикова Е.В., Олли В.А.* Новые данные по стратиграфии девона северной части Казахского Урала. — Уфа, 1987.
14. *Чибрикова Е.В., Олли В.А.* Эйфельские отложения Передового хребта Северного Кавказа (по палинологическим данным) // Советская геология. 1992. № 3. С. 45—50.
15. *Avkhimovitch V.J., Tschibrikova E.V. et al.* Middle and Upper Devonian microspore zonation of Eastern Europe // Bull. Centr. Rech. Explor. 1993. Vol. 17. № 1. P. 79—147.

УДК 553.98

© Г.Ю.Боярко, 2003

Стратегические отраслевые риски горнодобывающей промышленности

Г.Ю.БОЯРКО (Томский политехнический университет)

Риски присущи любой сфере человеческой деятельности, что связано с множеством условий и факторов, приводящих к положительному или отрицательному исходу принимаемых решений. Понятия **определенность**, **неопределенность** и **риск** играют огромную роль в окружающем нас мире вообще и в экономических отношениях в частности. Они используются в теории игр и динамическом программировании, применяются и в теории управления и менеджмента, экономике, политике, в области права и страхования. В частности, в экономическом смысле риск по результатам действия предполагает два варианта: 1) образование потерь и ущерба, вероятность которых связана с наличием неопределенности (недостаточности информации, недостоверности); 2) получение выгоды и прибыли, возможных лишь при действиях, обремененных риском.

Хотя в горнодобывающей промышленности риски присутствуют постоянно, в теоретическом плане они изучены недостаточно. В настоящее время система управления ри-

сками геологических и горных проектов осуществляется по традиционной схеме оценки финансовых рисков производственных проектов, часто без учета геологических особенностей недр, технологии горного производства и специфического горного права. Тем не менее, информация по идентификации, классификации, качественной и количественной оценке рисков при поисках, разведке и эксплуатации месторождений всегда являлась востребованной при технико-экономическом обосновании составления геологических и горных проектов. Риски устойчивости инженерных систем рассчитываются при обосновании горно-технических схем отработки месторождений. Вся система геологоразведочных работ основана на снижении геологических рисков (приближении полученной геологической информации о количестве и качестве полезных ископаемых к фактическим параметрам). Однако эти отраслевые оценки единичных рисков до настоящего времени не сводились в интегральные риски по отдель-

ным месторождениям, предприятиям и горнодобывающим отраслям. Научных направлений по идентификации, классификации и управлению рисками горнодобывающей промышленности ранее просто не существовало. Переход к рыночной экономике и системный кризис в процессе перестройки потребовал более пристального внимания к науке о рисках, особенно в части антикризисного управления (риск-менеджмента).

Наука о рисках горно-геологического производства находится на стыке экономических наук, информатики, горного права, наук о недрах Земли и горного искусства. Часто источником индивидуальных рисков являются одни и те же факторы (геологические, горно-технические, правовые и др.). Поэтому задачи идентификации, классификации и управления рисками не должны сводиться к выработке мер по уклонению от них, следует создать систему взаимодействия субъектов риска с их источниками, выявить причины, порождающие рискованные ситуации, и определить поведение при проявлении конкретных рисков.

Идентификация стратегических рисков горнодобывающей промышленности. Учитывая многообразие классификационных признаков рисков при исследовании по рискам горнодобывающей промышленности, предлагается ограничить область рискованных факторов, оказывающих максимальное влияние на геологическое и горное производство. За пределы классификации рисков проектов недропользования вывести общие рискованные ситуации, свойственные всем хозяйствующим субъектам, и ограничиться только специфическими рисками, наблюдаемыми в горнодобывающей промышленности. Вслед за А.В.Алешиним [1] автор считает, что подробная идентификация и классификация рисков необходима только при составлении и реализации конкретных проектов, и ограничивается областью стратегических макрорисков геологической и горной деятельности.

В качестве классификационных признаков рисков горнодобывающих отраслей использованы:

масштаб проявления — к отраслевым рискам отнесены только те их виды и варианты, которые свойственны исключительно горнодобывающей промышленности;

масштаб решений — рассматриваются только стратегические риски;

возможность количественной оценки — оцениваемые (параметрические) и непараметрические;

по источнику возникновения — внутренние, внешние и внешневнутренние риски.

По классификации стратегических рисков горнодобывающей промышленности (см. рисунок). К группе *внешних измеряемых* отнесены ценовые и налоговые, к *внутренним измеряемым* — геологические, технологические и горно-технические, к *внешним непараметрическим* — правовые, к *внешневнутренним непараметрическим* — экологические и информационные.

Проявление отраслевых рисков вытекает из наличия одного или нескольких типов неопределенности:

ценовые риски — неопределенности ценовая, рыночная и информационная;

налоговые риски — неопределенности налоговая, правовая и политическая (страновая);

геологические, технологические и горно-технические риски — неопределенности свойств объектов земных недр, правовая и информационная;

правовые риски — неопределенность политическая (страновая);

экологические риски — неопределенности условий рекреации природной среды в ответ на антропогенное воздействие, правовая и информационная;

информационные риски — неопределенности сбора, проверки, использования и защиты информации, правовая неопределенность.

Очевидно, что сферы воздействия отдельных общих рисков (правовые, информационные) перекрывают области других, но большинство индивидуальных рисков независимы друг от друга.

В разряд стратегических могут быть включены и другие виды рисков, имеющих особое определяющее значение для отдельных геологических и горных проектов. Например, при разведке и отработке асбестового месторождения Молодежное (Республика Бурятия) непереносимым фактором проектов будет стратегический форс-мажорный риск селевой опасности, уже имевший место, в результате чего был снесен временный поселок геологоразведчиков. Другой аналогичный пример, когда при отработке свинцово-цинкового месторождения Горевское (Красноярский край) стратегическим будет форс-мажорный риск вероятного затопления карьера Ангарой в случае экстремального паводка, вероятность которого крайне мала, но не исключена.

Оцениваемые (параметрические) стратегические риски.

Часть рискованных факторов, опираясь на математические методы, можно оценивать количественно. Из внешних рисков горнодобывающих отраслей можно рассчитать величину ценовых и налоговых, внутренних — геологиче-



Принципиальная схема классификации стратегических отраслевых рисков горнодобывающей промышленности

1. Краткосрочные (до 1 года) и среднесрочные (2—5 лет) ценовые риски отдельных видов минерального сырья и товарных продуктов

Виды минерального сырья	Ценовые риски, %	
	Краткосрочные	Среднесрочные
Нефть Brent	14,2	26,0
Природный газ	14,1	33,7
Уголь	3,6	13,8
Железная руда	7,6	8,9
Руды марганца	3,2	3,4
Кобальт	8,5	13,6
Молибденитовый концентрат	27,1	15,2
Вольфрамитовый концентрат	6,7	21,6
Алюминий	5,5	8,6
Медь	6,3	8,8
Никель	12,2	13,3
Свинец	3,9	8,0
Цинк	10,9	13,8
Золото	3,0	3,1
Серебро	3,4	3,9
Платина	12,8	18,5
Палладий	20,8	38,5

ации изменения параметров только за обусловленный отрезок времени и не отражает их изменений в более коротком или более длительном периодах. Автором данной статьи для количественной оценки рисков (ценовые и налоговые) разработан *дискретно-ретроспективный вариационный анализ (ДРВА)* [5], который дает возможность итеративно оценить изменения вариаций, изучаемых в пошаговом режиме, увеличения периода времени анализируемых ретроспективных параметров. Отличие ДРВА от стандартного вариационного анализа заключается в итерационном увеличении глубины ретроспективы с каждым шагом анализа. В табл. 1 приведены оцененные ДРВА ценовые риски отдельных видов минерального сырья, и налоговые риски отдельных отраслей горнодобывающей промышленности (см. табл. 3).

Рассматривая индивидуальные риски вместе, недропользователи имеют дело уже с их суммарным (интегральным) воздействием. *Интегральный риск определяется* в соответствии с теорией ошибок [2] квадратичным сложением разнородных индивидуальных рисков по формуле:

$$\bar{\Delta} = \sqrt{(m_1\Delta_1^2 + m_2\Delta_2^2 + \dots + m_i\Delta_i^2 + \dots + m_{n-1}\Delta_{n-1}^2 + m_n\Delta_n^2) / \sum_{i=1}^n m_i}$$

где Δ — интегральный риск; Δ_i — величина индивидуального риска (в долях единицы или процентах); n — число индивидуальных рисков; m_i — доля влияния индивидуального риска (объем продаж одного вида сырья в денежном выражении, объемы добычи этого вида минерального сырья в физическом выражении и др.).

По данным количественной оценки индивидуальных рисков определяют *интегральные риски* для проектов освоения конкретных месторождений (табл. 2), а также интегральные внешние (ценовые+налоговые) риски отдельных горнодобывающих отраслей и горнодобывающей промышленности России в целом (табл. 3).

2. Примеры оценки индивидуальных и интегральных рисков конкретных месторождений, % от стоимости минерального сырья

Месторождение	Индивидуальные риски					Интегральные риски
	Ценовые	Налоговые	Геологические	Технологические	Горно-технические	
Россыпное золото «9-й километр», Амурская область	13,5	12,2	37,0	5,0	1,0	41,55
Россыпное золото-платиновое, Инаглинское, Республика Саха (Якутия)	17,3	12,2	9,8	5,0	1,0	23,88
Редкоземельно-апатитовое, Селигдарское, Республика Саха (Якутия)	8,3	8,0	2,1	4,2	1,0	12,59
Нефтегазовое, Мыльджинское, Томская область	30,1	10,2	4,9	1,0	1,0	32,19

ских, технологических и горно-технических. В принципе, можно оценивать любой фактор риска, по которому имеется достаточно надежная количественная информация (например, по рискам потерь от задержек поставок горючесмазочных материалов, транспортным рискам, рискам возврата дебиторской задолженности и др.).

В качестве исходных данных используются статистические функции изменчивости анализируемых параметров. При определении ценовых рисков брали данные динамики спот-цен товарных бирж, налоговых — динамика ставок индивидуальных налогов и сумм их групп, геологических и технологических — статистические данные по изменчивости качества полезного ископаемого, горно-технических — предельные нормы инженерных допусков и ограничений.

В основе базовой методики количественной оценки рисков использован стандартный *метод вариационного анализа*. Однако метод статических вариаций имеет ограничения — позволяет получать данные по максимальной вари-

3. Оценка внешних рисков по горнодобывающим отраслям России

Отрасль	Интегральные риски, % от стоимости реализации товаров и услуг		
	Ценовые	Налоговые	Внешние
Нефтедобывающая	26,0	12,6	34,4
Газодобывающая	33,7	7,1	28,9
Угледобывающая	13,8	9,1	16,5
Торфодобывающая	13,8	4,8	14,6
Алмазодобывающая	22,0	10,4	24,3
Добыча драгоценных металлов	33,4	12,2	35,6
Добыча цветных металлов	16,4	7,6	18,1
Добыча черных металлов	15,6	5,7	16,6
Производство стройматериалов	15,8	8,0	17,7
Горнодобывающая	27,45	10,05	29,23

Очевидно, наиболее значимые риски будут представлять наибольший интерес для управления конкретным проектом недропользования. Так, например, для проекта отработки небольшой россыпи золота «9-й километр» наибольший риск представляет геологический фактор, Инаглинской золото-платиновой россыпи — ценовой риск, Селигдарского месторождения апатита — ценовой и налоговый. При осуществлении проекта отработки Мыльджинского нефтегазового месторождения (Томская область) огромное значение будет иметь фактор налоговых рисков (см. табл. 2).

Расчетная величина интегральных рисков всегда будет превышать фактическую из-за наличия корреляционных зависимостей между параметрами составляющих индивидуальных рисков. Иногда фактическая величина интегральных рисков (по результатам сравнения разведки и отработки) может быть в 1,5–2 раза ниже расчетных. Тем не менее, расчетная величина интегрального риска, представляя собой максимально возможный параметр искажения экономических показателей геологических и горных проектов, остается востребованной информацией.

Отдельно следует выделить необходимость *интегральной оценки группы внешних рисков*. Если геологические, технологические и горно-технические риски можно регулировать (уменьшать) маневром мощностей и резервов горнодобывающего предприятия, то внешние риски можно воспринимать только в том качестве, в каком они находятся. Возможности влияния горнодобывающих предприятий на уровень цен добываемого сырья и налоговых обязательств перед государством крайне ограничены. С интегральным уровнем внешних рисков можно соглашаться, продолжая осуществлять горные проекты, или не соглашаться, отказываясь от их реализации.

Уровни интегральных внешних рисков для отдельных горнодобывающих отраслей, а также интегральный риск горнодобывающей промышленности России в целом показаны в табл. 3. Средний интегральный внешний риск проектов горнодобывающей промышленности России составляет 29,2%.

Непараметрические стратегические риски недропользования. К непараметрическим рискам отнесены те их виды, количественная оценка последствий которых невозможна (или ограничена) на основе информации, имеющейся на момент оценивания.

Из *внешних рисков*, независимых от деятельности хозяйствующих недропользователей, к непараметрическим относятся *правовые риски*. Основным источником новых рисков событий здесь является несовершенство неустоявшегося российского законодательства, приводящее к правовым коллизиям, а также процедуры изменений законов, трансформирующие правовые условия ведения экономической деятельности [3, 4]. В основном правовые риски недропользования в настоящее время сводятся к процедурам преодоления административных барьеров, последствия которых могут быть даже катастрофическими. Со временем, при упорядочении российского законодательства, значение правовых рисков будет уменьшаться, и они будут замещены менее тревожной группой *юридических рисков* (рисков *юридических ошибок*), относимых уже к *внутренним рискам*.

Внешне-внутренние риски отвечают ситуации, когда основной фактор риска зависит от внешнего источника, но его можно уменьшить (иногда вплоть до полной ликвидации) встречными действиями хозяйствующих недропользователей. К внешне-внутренним рискам относятся *экологические* [6] и *информационные риски* [7].

Внешние источники для *экологических рисков* — неустоявшаяся система взаимоотношений природоохранных органов и недропользователей, когда фискальное администрирование преобладает над экономически обоснованными возможностями участников природопользования.

Внутренние возможности по управлению экологическими рисками — действия, направленные на снижение влияния производства на окружающую среду.

Для *информационных рисков* внешними источниками служат: система избыточной закрытости информации о недрах, искажение информации путем фальсификации, а также отсутствие правовых основ защиты информации, являющейся собственностью недропользователей. К внутренним возможностям по управлению информационными рисками относятся действия по организации эффективной системы сбора информации, ее проверки и защиты от недобросовестной конкуренции.

Использование информации по стратегическим рискам. Количественная оценка параметрических рисков и качественная характеристика непараметрических рисков горнодобывающей промышленности создает основу для систем управления рисками геологических и горных проектов, что также является одной из самых актуальных задач менеджмента. При этом не следует забывать, что следствием рисков ситуаций могут быть не только вероятные убытки, но и возможная выгода.

Управление рисками горно-геологических проектов производится на следующих стадиях — технико-экономическое обоснование проекта, его составление (планирование) и осуществление, причем сами риски существуют только для *лиц принимающих решения (ЛПР)*. Анализируя предоставленную им информацию о рисках проекта, они принимают на себя все возможные последствия от принятых решений.

Наибольшая опасность воздействия рисков в течение жизни горного проекта приходится на период строительства горного предприятия и начальную стадию эксплуатации месторождения. Во время завершения отдельных фаз и начала следующих (поиск, оценка, разведка и начало строительства) уровень рисков повышается. Здесь к риску принятия ошибочного решения в пределах предлагаемых сценариев развития проекта (ошибка первого рода) появляется риск упущенной выгоды от возможных сценариев, не рассматриваемых проектантами (ошибка второго рода). Размер возможных потерь инвестиций при отказе от проекта на ранних этапах освоения месторождения несравненно ниже потерь остановки проекта в период после начала строительства горного предприятия.

После определения видов риска и их оценки для ЛПР на стадии ТЭО проекта существуют следующие альтернативные решения: отказ от реализации проекта (несогласие с высоким уровнем рисков или избежание риска); продолжение составления проекта (полное или частичное согласие с имеющимися уровнями рисков) и снижение рисков получением дополнительной информации; диверсификация рисков путем формирования портфелей проектов; переход на систему договорных отношений с государством на условиях соглашений о разделе продукции; передача рисков другим участникам геологических и горных услуг.

На стадии составления проектов возможны следующие способы снижения рисков: создание резервов средств для покрытия рисков событий (самострахование) и внедрение инновационных технологий, а также передача рисков (страхование рисков событий, хеджирование производства и товарных сделок с передачей ценового риска, разделение риска, субподряд действий, сопровождаемых повышенным риском).

Система управления рисками при реализации проектов включает: согласие с рисками при незначительности их последствий, сокращение вероятности появления рисков событий (вплоть до полного устранения риска) путем профилактических предупреждающих действий, перекрытие последствий рисков событий из фондов самострахования, отказ от рисков проекта в случае появления новых обстоятельств, делающих продолжение проектов не-

целесообразным, страхование новых направлений рисков событий, передача новых рисков в субподряды и разделение рисков с другими инвесторами.

Изменения стратегических рисков во времени. В перспективе величины стратегических рисков недропользования и их вклады в интегральные риски, несомненно, будут трансформироваться. В настоящее время проглядывается развитие следующих процессов:

тенденция глобализации мировой экономики (особенно в части ожидаемого вступления России во Всемирную торговую организацию) будет способствовать снижению ценовых рисков, но вряд ли на значительную величину (до 10–20%);

упорядочение российского законодательства, в первую очередь налогового, приведет к снижению налоговых рисков, а при стабилизации национальной экономики эти риски могут уйти в разряд второстепенных;

усиление природоохранных требований к производству и учету экологической составляющей в цене готовой продукции приведет к увеличению и так неустойчивых экологических рисков, а их величина может превысить ценовые и налоговые риски.

Крайне неопределенную и опасную позицию занимают непараметрические правовые риски преодоления административных барьеров и информационные риски фальсификации информации о недрах. Оценить их количествен-

но невозможно, а их последствия для геологических и горных проектов могут стать катастрофическими. Однако, если риски фальсификации информации можно ликвидировать путем получения новой (контрольной) информации, то внешние административные риски часто могут выходить за рамки возможностей недропользователей. Поэтому ликвидация административных рисков путем изменения российского законодательства — одна из самых актуальных задач развития горного права.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алешин А.В.* Управление рисками современных проектов зарубежной кооперации в России. — М.: Консалтинговое агентство «КУБС Групп-Кооперация в России. Бизнес-Сервис», 2001.
2. *Большаков В.Д.* Теория ошибок наблюдений. — М.: Недра, 1983.
3. *Боярко Г.Ю.* О проблемах законодательства в области золотодобычи // Горный журнал. 2000. № 11–12. С. 21–25.
4. *Боярко Г.Ю.* Современные проблемы лицензирования месторождений россыпного золота // Горный журнал. 2001. № 5. С. 7–11.
5. *Боярко Г.Ю.* Ценовые риски рынков драгоценных металлов // Драгоценные металлы. Драгоценные камни. 2002. № 8. С. 131–138.
6. *Боярко Г.Ю.* Экологическая нагрузка на горное производство // Открытые горные работы. 2001. № 2–3. С. 45–54.
7. *Боярко Г.Ю.* Риски информационного обеспечения проектов недропользования // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2002. № 4. С. 49–52.

УДК 553/45/46:531.241

© Р.Н.Соболев, В.И.Старостин

Связь месторождений олова, вольфрама и молибдена со строением континентальной земной коры

Р.Н.СОБОЛЕВ, В.И.СТАРОСТИН (МГУ)

Вопросы размещения месторождений во времени и их пространственное положение, зависимость их позиции от строения континентальной земной коры (отношение верхняя:нижняя кора) и степени ее эволюционированности, геодинамическое положение месторождений, связь их формирования с флюидным режимом, условия переноса и осаждения рудных компонентов и многие другие постоянно находятся в центре внимания исследователей. Эти вопросы дискутируются как специалистами в области полезных ископаемых, так и специалистами в области геологии, особенно петрологами и геохимиками.

Рассматриваемые в настоящей работе металлы (Sn, W, Mo) по промышленной классификации относятся к группе редких. В месторождениях их минералы встречаются вместе, несмотря на то, что с кристаллохимических и минералогических позиций они существенно отличаются друг от друга и относятся к разным классам. Главный минерал олова — касситерит — оксид; минералы вольфрама относятся к разным классам: шеелит — вольфрамат, а вольфрамит — оксид. Главный минерал молибдена (молибденит) входит в группу сульфидов. Данные элементы не образуют минералов смешанного состава. Исключение составляет молибдошеелит. В нем изоморфно замещают друг друга не ионы, как это обычно имеет место, а комплекс $[\text{WO}_4]^{2-}$ замещается комплексом $[\text{MoO}_4]^{2-}$.

Нахождение минералов таких элементов в одних и тех же месторождениях свидетельствует о том, что элементы переносились вместе, а их осаждение (образование минералов) происходило в разных геохимических условиях (одни осаждаются в восстановительных условиях, а другие — в окислительных).

В большинстве месторождений один металл, с промышленной точки зрения, главный, а другой (другие) —

сопутствующий. Промышленная классификация месторождений редких металлов несколько различается в России и зарубежных странах. В целом эти месторождения относят к двум главным группам: гидротермальные (включая грейзены) и замещения (включая скарны). Ниже мы остановимся на рассмотрении тех месторождений редких металлов, запасы которых являются промышленными или потенциально промышленными, что в значительной степени определяется существующей инфраструктурой и запросами рынка.

Почти все месторождения редких металлов связаны с гранитоидами (исключение — некоторые стратиформные месторождения). Месторождения разных металлов связаны с гранитоидами, имеющими различную кремнекислотность: олово пространственно преимущественно ассоциируется с лейкократовыми гранитами, вольфрам — в основном с лейкогранитами и нормальными гранитами, молибден, как правило, — с гранитоидами более основного состава и при этом часто находится в парагенезисе с медью. Месторождения связаны преимущественно с малоглубинными и субвулканическими телами небольших размеров, в которых иногда имеются трубки взрыва и магматические брекчии.

Геологи при объяснении закономерностей образования и размещения месторождений ставят перед собой ряд задач: где находится источник металла(ов), каковы условия концентрации, формы переноса и осаждения металла(ов) и др. Для решения их используют разные подходы. Отметим, что уже в XIX в. было показано, что кларковые содержания редких элементов в каждом кубическом километре гранита таковы, что достаточны для образования промышленных скоплений. Тем не менее, долгое время развивались представления о том, что месторождения

1. Содержание Sn, W и Mo в мантии, коре и некоторых горных породах Центрального Казахстана

Порода (элемент)	Sn	W	Mo
Примитивная мантия (ppb)*	<1	16	59
Океанская кора (ppm)*	1,4	0,5	1,0
Валовая континентальная кора (ppm)*	2,5	1,0	1,0
Нижняя континентальная кора (ppm)*	1,5	0,7	0,8
Верхняя континентальная кора (ppm)*	5,5	2,0	1,5
Риолит (ppm)	2,2	Нет данных	1,4
Лейкогранит (ppm)	3,5	Нет данных	2,4
Гранит (ppm)	2,4	Нет данных	1,5
Паракристаллосланцы-гнейсы кислые калиевые (ppm)	3,5	Нет данных	2,2
Метаалюскиты рапакиви-подобные (ppm)	7,2	Нет данных	2,3

*По данным [2, 29].

связаны с особыми металлогенически (геохимически) специализированными гранитоидами (правильнее было бы говорить о расплавах!). Конечно, чем больше элемента содержится в расплаве, тем, при прочих равных условиях, возможность образования его концентраций (в т.ч. промышленных) больше. Однако не только концентрация элемента в расплаве определяет возможность образования месторождения. Существует огромное количество массивов гранитоидов, обладающих признаками так называемой «металлогенической специализации», и только некоторые из них обладают концентрацией тех или иных металлов. Еще реже эти концентрации таковы, что данное скопление минералов может быть отнесено к категории промышленных месторождений. Большинство же месторождений пространственно связано с магматическими образованиями, не имеющими признаков «металлогенической специализации». Поэтому очень важно выяснить, какие процессы приводят к концентрации элемента из объема расплава (всего или какой-то его части) в небольшие специфические системы (еще в XIX в. существовали представления о так называемых «рудных магмах»), как эти системы возникают и перемещаются в расплаве, какие причины приводят к осаждению элементов (образованию минералов) из них и в какой обстановке, и почему это происходит редко.

Представления о гидротермальных растворах как системах, выщелачивающих химические элементы из минералов пород (через которые они просачиваются), транспортирующих и отлагающих их в виде скоплений, в настоящее время относятся к области исторических. Практически все исследователи сходятся на том, что химические элементы и их соединения концентрируются и переносятся расплавами-рассолами — специфическими системами, богатыми флюидами. Расплавы-рассолы образуются в результате расслоения исходного силикатного или алюмосиликатного расплава. При этом объемы их во много раз меньше объема последнего. Однако на вопрос о том, какова форма переноса элементов в этих системах, нет однозначного ответа. Существование расплавов-рассолов установлено при изучении расплавных включений в минералах вольфрамоносных гранитоидов [1]. Концентрация таких систем металлов экспериментально подтверждена для Sn [7], W [5], Mo [32] и др.

Осаждение элементов (их соединений) из подобных систем (образование минералов) происходит при смене геохимической обстановки. Особую роль здесь играют метеорные воды, разбавляющие рассолы-расплавы. В результате они превращаются в истинные растворы («гидротермальные растворы»), в результате чего происходит резкое снижение растворимости элементов в таких растворах и выпадение их в виде соединений. Большое значение имеет при этом характер вмещающих пород.

Установлено, что олово в расплавах в восстановительных условиях Sn^{2+} , растворимо в значительно большем количестве, чем в окислительных Sn^{4+} [7]. Степень восстановленности расплава лейкократового гранита существенно выше, чем гранитоидов повышенной основности, что является причиной более длительного нахождения двухвалентного олова в таком расплаве и способствует его накоплению в процессе эволюции [20].

Данные о содержании Sn, W, Mo в мантии, разных типах кор и о наиболее высоких содержаниях Sn и Mo в горных породах Центрального Казахстана приведены в табл. 1. Из таблицы видно, что наиболее высокие концентрации этих элементов характерны для верхней континентальной коры. Среди горных пород Центрального Казахстана наиболее высокие содержания установлены в лейкогранитах, кислых парасланцах и рапакиви-подобных метаалюскитах. Следовательно, при возникновении кремнекислых расплавов за счет плавления таких метаморфических пород они будут иметь невысокие содержания редких элементов.

Известно, что редкие элементы при плавлении минералов метаморфических пород переходят в большем количестве в расплав [9]. Этот процесс, однако, не может привести к высокому содержанию их в больших объемах кислых расплавов. Действительно, элементы на начальной стадии плавления перераспределяются, и их в расплаве оказывается больше. Однако на последующих стадиях плавления в процесс вовлекаются минералы, из которых указанные элементы в значительной части уже перешли в расплав на предыдущей стадии. Именно поэтому перераспределение элементов между кристаллическими фазами и расплавом не может привести к обогащению ими последнего. Поэтому образование металлогенически специализированных кремнекислых алюмосиликатных расплавов за счет плавления пород континентальной коры маловероятно. Это побуждает к дальнейшему изучению расплавов-рассолов как концентраторов и переносчиков металлов.

Тектоническое положение различных типов месторождений показано в табл. 2. Из нее видно, что в складчатых поясах находится наибольшее число месторождений всех металлов, наименьшее приурочено к конвергентным окраинам платформ (таких как сино-корейская параплатформа) — это месторождения молибдена. Наибольшее число месторождений редких металлов относится к жильному, скарновому и штокверковому типам, месторождения молибдена — почти исключительно к порфировому и штокверковому. Среди месторождений олова преобладает (почти половина) жильный тип. Вольфрамовые месторождения (как и месторождения олова) также представлены преимущественно жильным типом. Частота встречаемости месторождений вольфрама скарнового и штокверкового типов меньше и близка к 20%. Месторождения олова по сравнению с месторождениями других металлов чаще связаны с интракратонными гранитами. В целом в складчатых поясах находится наибольшее число месторождений всех металлов.

Оловом наиболее богаты Азия — Китай, Малайзия и Америка — Бразилия (табл. 3). В России запасов олова больше, чем во всех странах Европы вместе взятых. Наибольшие запасы вольфрама в Азии — Китай, Казахстан и

2. Типы месторождений Mo, Sn, W и их тектоническое положение, %

Тектоническое положение, тип	Складчатые пояса	Зоны коллизии	Интракратонные граниты	Конвергентные окраины платформ	Всего
Скарны	1; 10; 17	—; —; 4	—; —3; 3	—; —; —	1; 13; 24
Рассеянный	—; —; 3	—; —; —	—; 2; 1	—; —; —	—; 2; 4
Штокверки	37; 1; 13	—; —; 2	—; 2; 4	2; —; —	39; 3; 19
Жильный	1; 26; 27	—; 10; 3	—; 13; 8	6; —; —	7; 49; 38
Трубки (брекчиевые и взрыва)	—; 6; 3	—; —; —	—; 3; 1	—; —; —	—; 9; 4
Стратиформный	—; —; 1	—; —; —	—; —; <1	—; —; —	—; —; <2
Порфировый (субвулканический)	59; 5; 1	—; —; 1	1; 2; 1	<1; —; —	<60; 6; 3
Грейзеновый	1; 6; —	—; —; 1	—; 5; —	—; —; —	1; 11; <1
Пегматитовый	—; 1; 1	—; —; —	—; 5; —	—; —; —	—; 6; <1
Итого	99; 55; 63	—; 10; 11	1; 35; 17	—; —; 9	100; 100; 100

3. Запасы на 1 января 1998 г. [6, 23, 24, 28, 31], тыс.т (%)

Континент, страна	Sn	W	Mo
Россия*	>300 (3,4)	>350 (9,5)	>240 (2,6)
Европа	234 (2,6)	260 (7)	10 (0,1)
Азия	4619 (52,9)	1991 (54)	2225 (24,5)
Армения*	—	—	740
Индонезия	821	—	—
Казахстан*	5	>870	900
Киргизия*	55	10	—
Китай	1600	1022	500
Малайзия	1200	15	—
Таджикистан*	—	10	—
Таиланд	938	30	—
Узбекистан*	—	32	145
Африка	795 (9,1)	26 (0,7)	19 (0,2)
Демократическая Республика Конго	510	—	—
Америка	2577 (29,6)	1055 (28,6)	6473 (71,5)
Аргентина	47	9	541
Боливия	450	53	—
Бразилия	1500	20	45
Канада	90	785	423
Колумбия	—	—	277
Мексика	10	14	90
Панама	—	—	227
Перу	470	34	681
США	10	140	2529
Чили	—	—	1660
Австралия	210 (2,4)	7 (0,2)	99 (1,1)
Всего	>8735 (100)	>3689 (100)	>9066 (100)

*Данные по этим странам конфиденциальны и поэтому приведены по зарубежным литературным источникам.

Северной Америке — Канада. По запасам молибдена резко выделяется Америка (особенно США и Чили). Африка и Австралия беднее всех континентов молибденом и вольфрамом, Австралия еще и оловом. Запасы Sn, W и Mo в месторождениях России превышают запасы Австралии и всех стран Европы, а запасы W и Mo значительно превышают запасы Африки.

Среди стран СНГ (табл. 4) наибольшие запасы олова в России, вольфрама — в Казахстане, а молибдена — в Казахстане и Армении. Запасы вольфрама и молибдена в странах СНГ составляют почти четверть мировых.

Типы месторождений редких металлов России и их положение по регионам представлено в табл. 5, из которой видно, что в России почти все месторождения редких металлов расположены на востоке страны. Исключение — вольфрам-молибден-полиметаллическое месторождение Тырнауз и вольфрамовое Кти-Тиберда. Для олова преобладает касситерит-силикатный тип, вольфрама — скарновый, молибдена — медно-порфировый штокверковый.

Геологические, петрографические и геохимические данные по распределению месторождений редких металлов, их связи с различными типами гранитоидов, геодинамическому положению, приуроченности к различным типам континентальной коры и распределению во времени приведены в обобщающих публикациях [3, 6, 8, 10—22, 25—27, 30], сопровождающихся ссылками на ранее опубликованные работы.

Материалы (см. табл. 1—5) показывают крайне неравномерное распределение металлов по странам и континентам, что особенно наглядно видно на рис. 1. Большая часть промышленных месторождений редких металлов относится к странам Восточной Азии, Северной и Южной Америки, расположенных вокруг Тихого океана. Другая глобальная закономерность — это то, что в северном полушарии преобладают месторождения вольфрама и молибдена, а в южном — олова.

Наибольшие запасы олова сосредоточены в Китае, Бразилии и Малайзии, значительные — Таиланде и Индонезии. По запасам вольфрама лидируют Китай, Казахстан и Канада. Большая часть запасов молибдена сосредоточена в странах Южной 55% и Северной Америки 45% от суммарных запасов Америки. В Азии наиболее значительными запасами молибдена выделяются Казахстан и Армения.

Наименьшие суммарные запасы рассматриваемых металлов в месторождениях Европы и Африки (примерно по 10%). Характерно также и то, что месторождения в пределах континентов распределены неравномерно. В Европе месторождений с промышленными запасами мало: олово в Англии и Чехии, вольфрам — во Франции. В Азии почти все месторождения находятся в ее восточной части. В Австралии (включая Тасманию) они также сосредоточены в восточной части страны. В Африке месторождения олова находятся в ее центральной и южной частях. В Америке подавляющая часть месторождений сосредоточена в Кордильерах Северной и Южной Америки.

4. Запасы редких металлов в странах СНГ на 1 января 1998 г., тыс.т

Страна	Металлы, типы месторождений		
	Sn	W	Mo
Россия*	>300	>350	>240
Армения	—	—	740, Мо-Си-порфировый
Казахстан	5, редкометалльно-пегматитовый, касситерит-грейзеновый, касситерит-кварцевый	>870, штокверковый (включая грейзеновый), жильный	900, скарновый, жильный
Киргизия	55, касситерит-силикатный	10, скарновый	—
Таджикистан	—	10, скарновый	—
Узбекистан	—	32, скарновый	145, скарновый, Мо-Си-порфировый
Всего	>360	>1272	>2025
Доля в мире, %	4	34	22

*Величина запасов взята из табл. 3.

5. Типы месторождений (в %) и их положение по регионам России

Типы	Регионы	Содержание металла, %
<i>Олово</i>		
Касситерит-силикатный (турмалиновый и хлоритовый)	Якутия	41
Касситерит-силикатный (турмалиновый и хлоритовый), касситерит-грейзеновый	Хабаровский край	20
Касситерит-силикатный (турмалиновый и хлоритовый), касситерит-кварцевый	Магаданская обл.	20
Касситерит-силикатный (турмалиновый и хлоритовый)	Приморье	13
Касситерит-сульфидный	Забайкалье	≈6
<i>Вольфрам</i>		
Скарновый, стратиформный	Северный Кавказ	>40
Штокверковый, жильный	Забайкалье	≈30
Скарновый, стратиформный	Приморье	10
Скарновый	Якутия	9
Жильный	Чукотка, Алтай, Урал, Магаданская область	≈11
<i>Молибден</i>		
Молибден-порфировый штокверковый, вольфрам-молибденовый	Бурятия	≈30
Жильный, молибден-порфировый штокверковый	Читинская область	27
То же	Хакасия	25
Скарновый	Кабардино-Балкария	≈14
То же	Карелия	≈4

ки и лишь частично в Бразилии. Таким образом, в целом для мира характерно очень неравномерное пространственное расположение месторождений металлов рассматриваемой группы. В тоже время кларковые содержания этих элементов в аналогичных по составу породах всех континентов близки.

Существенно, что в пределах отдельных регионов месторождения расположены территориально разобщенно. Так, в пределах Корейского полуострова месторождения молибдена находятся в северной и южной частях страны, а вольфрама — в центральной и южной (рис. 2). На этой территории отсутствуют промышленные месторождения олова. В юго-восточном Китае (рис. 3, А) месторождения связаны преимущественно с кислыми расплавами яншанского возраста.

В распределении месторождений существует четкая зональность. Так, на побережье (риолитовый пояс) юго-восточной части Китая преобладают месторождения молибдена, далее на запад в глубь континента преимуще-

ственно находятся месторождения вольфрама и в наибольшем удалении от океана — месторождения олова. Именно к этой части территории приурочены крупнейшие месторождения олова Дачан и Гейжу; минимальные запасы олова характерны для месторождений, риолитового пояса. Таким образом, запасы олова в месторождениях убывают с запада на восток. Указанные области четко разграничены по соотношению изотопов стронция, и для них свойственны разные соотношения верхняя: нижняя континентальная кора. Для запада характерно максимальное отношение стронция ($>0,728$), где развиты крупные месторождения олова, и минимальное для востока, где развиты месторождения молибдена ($<0,708$). Там, где сосредоточены месторождения вольфрама, это соотношение промежуточное. Характерно также, что месторождения молибдена приурочены к границам сино-корейской параплатформы. Для северо-востока России и Приморья также типично зональное расположение месторождений (рис. 3, Б, В).

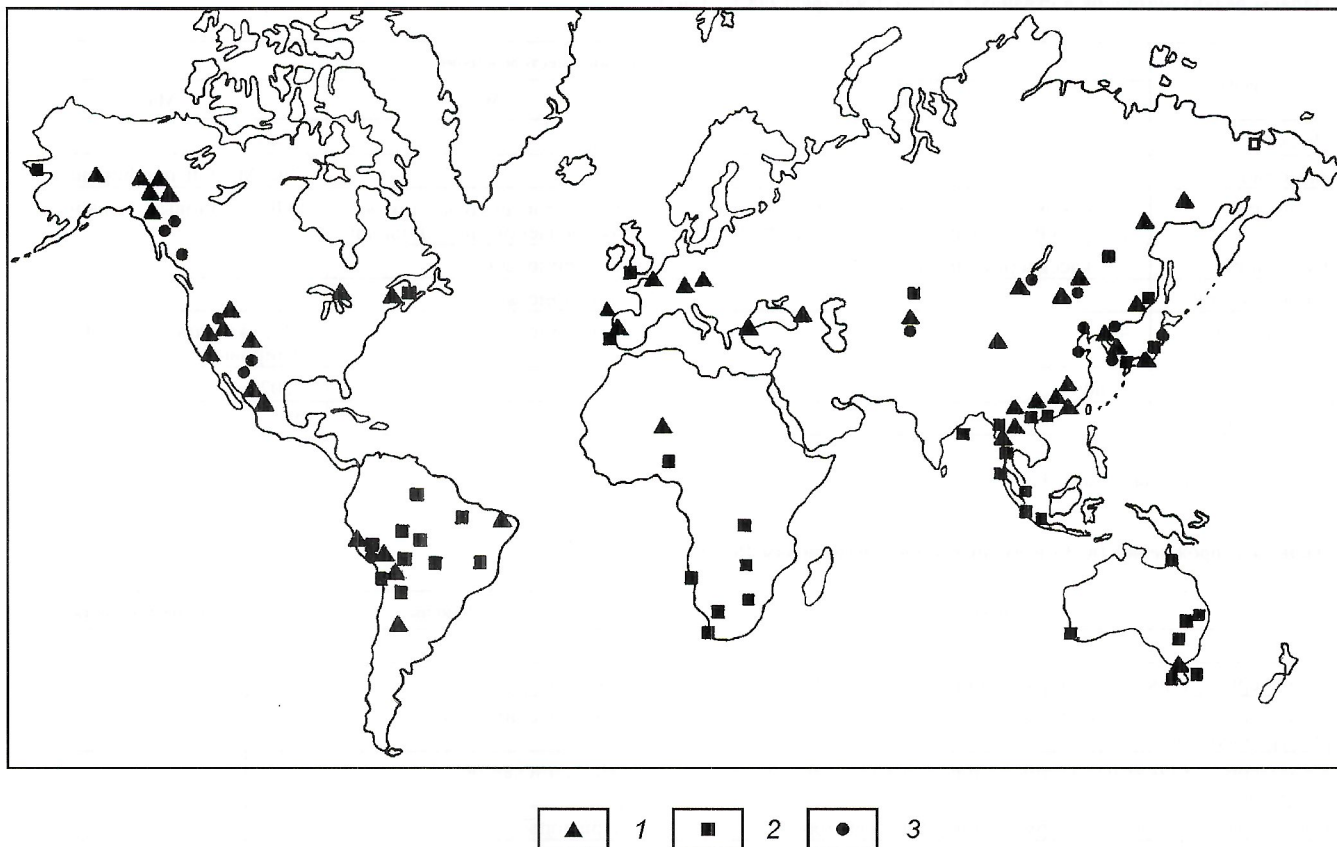


Рис. 1. Схема размещения промышленных месторождений вольфрама, олова и молибдена на континентах [2, 6, 8, 20, 21–25, 28, 30, 31]

В восточной Австралии, в пределах Лачландского складчатого пояса, месторождения редких металлов четко приурочены к гранитоидам разных генетических групп. С гранитами S-типа связаны месторождения олова и вольфрама, I-типа — молибдена (рис. 3, Г). Такое размещение месторождений, как и в других регионах, коррелирует с соотношением мощностей верхняя:нижняя континентальная кора. В восточной части пояса, где это соотношение минимально, преобладают гранитоиды I-типа и месторождения молибдена, в западной это соотношение максимально, и здесь преобладают месторождения олова и вольфрама.

В Бразилии, в ее западной части, мощность верхней континентальной коры значительно превышает мощность нижней. Здесь расположены огромные по запасам россыпные месторождения касситерита, образовавшиеся при разрушении, содержащих касситерит гранитов и пегматитов. В Кордильерах Северной Америки и западных Андах мощность верхней коры меньше нижней, и там расположены месторождения вольфрама и молибдена.

Следовательно, зональность распределения и типов гранитоидов, и типов месторождений зависит от степени стабилизации областей и их положения по отношению к океану (океанской коре).

Из изложенного видно, что образование гранитоидных расплавов и связанных с ними редкометалльных месторождений определяется степенью эволюционированности континентальной коры и соотношением мощностей верхняя:нижняя кора. В областях, где это отношение >1 , преимущественно развиты лейкократовые граниты и месторождения олова, где оно близко к 1 — в основном развиты граниты нормального ряда и приуроченные к ним месторождения вольфрама, где <1 — преобладают гранитоиды повышенной основности и приуроченные к ним место-

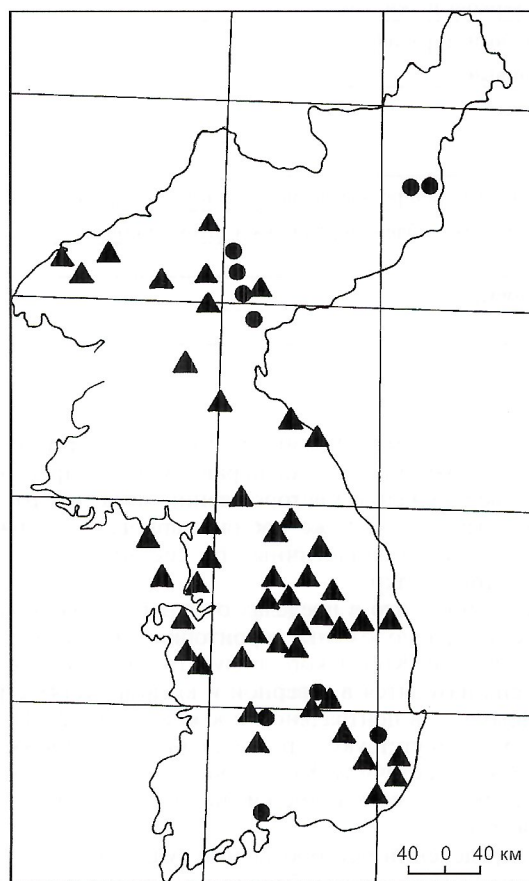


Рис. 2. Размещение промышленных месторождений вольфрама и молибдена на Корейском полуострове [21]

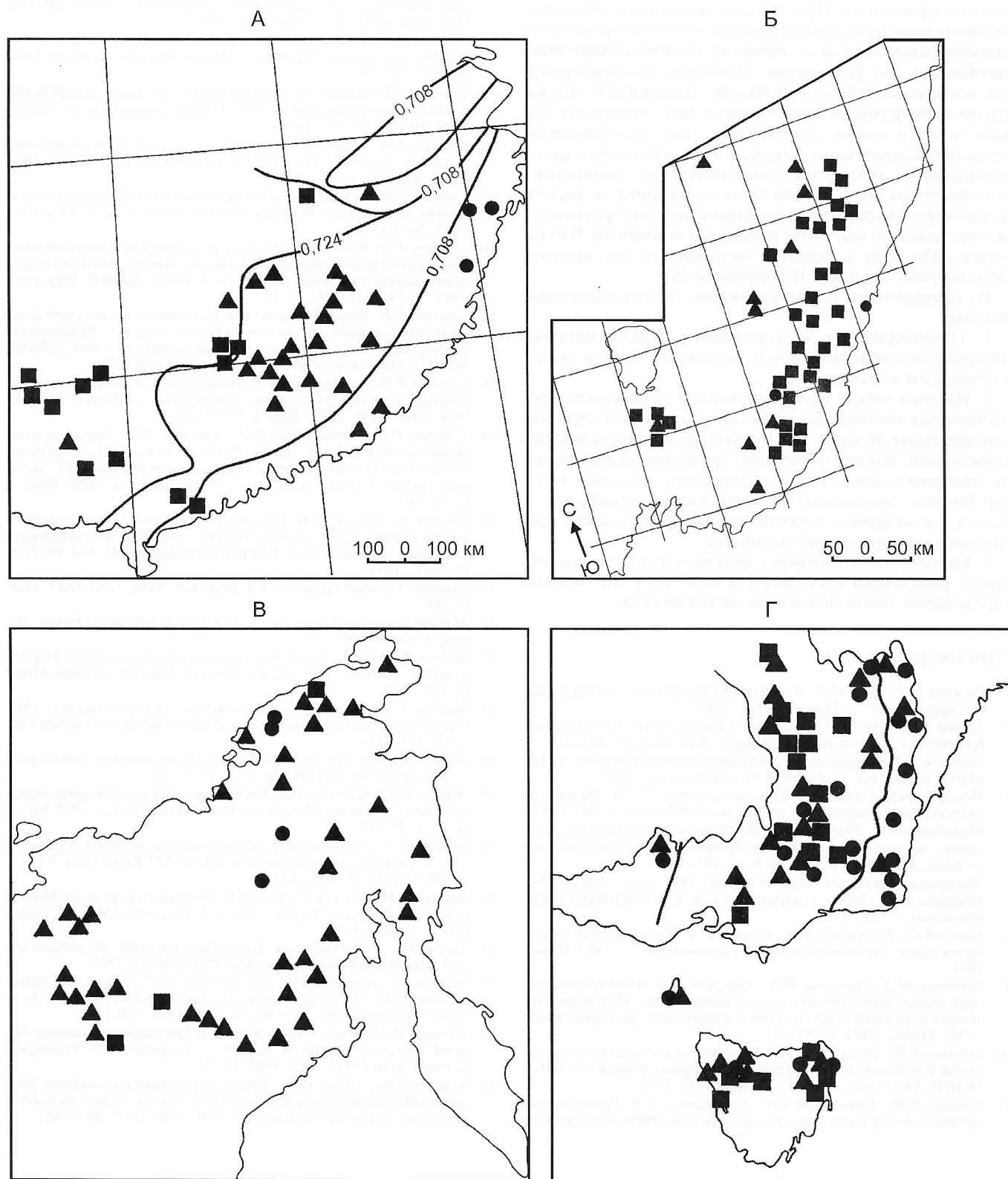


Рис. 3. Размещение промышленных месторождений олова, вольфрама и молибдена на территории: А — юго-восточного Китая [22, 25]; Б — Приморья [3]; В — северо-востока России [8]; Г — юго-восточной Австралии и о-ва Тасмания [20, 30]

рождения молибдена. В пределах одного месторождения, чаще по запасам, преобладает один металл, а другой (другие) является сопутствующими. Наиболее обычные металлогенические парагенезисы Sn-W и W-Mo, а Sn-Mo нетипичен.

Как уже отмечалось, концентрация редких металлов в расплавах-рассолах связана с высоким содержанием в них летучих компонентов. Анализ распределения в месторождениях олова минералов, в состав которых входят флюиды, показал, что наиболее часто они представлены флюо-

ритом и турмалином. При этом для месторождений пегматитового типа характерен флюорит, но в месторождениях гидротермального класса турмалин количественно резко преобладает над флюоритом. Особенно это свойственно для месторождений востока России. Несомненно, что какая-то часть флюидов не осадилась в виде минералов. Однако когда в одном генетическом типе месторождений резко преобладает один минерал, а другой присутствует в подчиненном количестве (или отсутствует полностью), это свидетельствует о разном их содержании в расплаве-растворе. На особую роль фтора в переносе редких металлов обращали внимание многие исследователи. Что касается роли бора в переносе металлов, то его значение было впервые показано Н.В.Беловым [4].

Из приведенного материала можно сделать следующие выводы:

1. Промышленные месторождения редких металлов распределены неравномерно и по земному шару в целом, и отдельным континентам.

2. Имеется четкая пространственная зависимость промышленных месторождений редких металлов от строения континентальной коры. В регионах, где мощность верхней коры больше мощности нижней, преимущественно развиты месторождения олова; где мощности этих двух типов кор близки, преобладают месторождения вольфрама. В блоках, где мощность верхней коры меньше нижней, преобладают месторождения молибдена.

3. Концентрация и перенос редких металлов осуществляется расплавами-растворами и при этом тип металла определяется типом флюидной составляющей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бажеев Е.Д., Рейф Ф.Г. Магматический процесс и вольфрамовое оруденение. — Новосибирск, 1982.
2. Глухан И.В., Серых В.И. Кларки горных пород Центрального Казахстана // Геология Казахстана. 2002. № 6. С. 14—23.
3. Гоневчук В.Г. Оловоносные системы Дальнего Востока: магматизм и рудогенез. — Владивосток: Дальнаука, 2002.
4. Итоги науки и техники. Кристаллохимия. Т. 30. Очерки по структурной минералогии академика Н.В.Белова. — М., 1995.
5. Маракушев А.А., Шаповалов Ю.Б. Экспериментальное исследование процесса рудной концентрации в гранитных системах // Докл. АН. 1993. Т. 330. № 4. С. 497—501.
6. Минеральные ресурсы мира на начало 1998 года. — М., 1999.
7. Некрасов И.Я. Олово в магматическом и постмагматическом процессах. — М., 1984.
8. Попов В.С., Белевитин В.В., Семина В.А. Металлогения гидротермальных редкометалльных месторождений. — М.: Наука, 1981.
9. Рябчиков И.Д., Дурасова Н.А., Барсуков В.Л. Физико-химический анализ магматических источников олова / Источники вещества и условия локализации оловорудных месторождений. — М.: Наука, 1984. С. 57—71.
10. Соболев Р.Н., Пельмский Г.А. Развитие молибденового оруденения в истории Земли. Молибден в горных породах // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1997. Т. 72. Вып 1. С. 5—9.
11. Соболев Р.Н., Пельмский Г.А., Старостин В.И. Развитие молибденового оруденения в истории Земли. Типы месторождений молибдена и их размещение во времени // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1997. Т. 72. Вып 5. С. 65—70.
12. Соболев Р.Н., Старостин В.И. Гранитоидный магматизм и оловянное оруденение Африки // Отечественная геология. 1998. № 2. С. 24—28.
13. Соболев Р.Н. Олово: от геохимических аномалий до промышленных месторождений // Изв. РАЕН. Секции наук о Земле. 1998. Вып. 1. С. 38—49.
14. Соболев Р.Н., Старостин В.И. Пельмский Г.А. Олово в истории развития Земли // Изв. РАЕН. Секции наук о Земле. 1999. Спец. выпуск. С. 38—49.
15. Соболев Р.Н., Старостин В.И. Пельмский Г.А. Олово в геологических процессах // Вестник Москов. ун-та. Сер. 4. Геология. 1999. № 3. С.3—8.
16. Соболев Р.Н. Кислый магматизм и оловянная минерализация континентального обрамления Тихого океана. Плутоногенные образования и их минерализация. // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1999. Т. 74. Вып 4. С. 3—11.
17. Соболев Р.Н. Кислый магматизм и оловянная минерализация континентального обрамления Тихого океана. Вулканогенно-плутоногенные образования и их минерализация // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 2000. Т. 75. Вып 4. С. 70—77.
18. Соболев Р.Н., Старостин В.И. Пельмский Г.А. Вольфрам в осадочных и метаморфических парапородах // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 2000. Т. 77. Вып 4. С. 57—63.
19. Соболев Р.Н., Старостин В.И., Кононов О.В. Тырныаузский рудно-магматический центр (Северный Кавказ) // Тектоническое о-во России (Северо-Кавказское отделение). Сб. научных трудов. Серия «Тектоника и геодинамика». 2002. Вып. 1. С. 39—49.
20. Blevin F.L., Chappel B.W. Chemistry, origin and evolution of mineralized granites in the Lachlan fold belt, Australia: the metallogeny of I- and S-type granites // Economic Geology. 1995. Vol. 90. № 6. P. 1604—1619.
21. Geology of tungsten deposits. Ed. Beus A.A. Paris. UNESCO. 1986. P. 266.
22. Mineral deposits of China. Vol. 1. Geological Publishing House. Beijing. China. 1990.
23. Murray N.M. Tin // South Africa's mineral industry. 1989. Department of mineral and energy affairs of Republic of South Africa. P. 127—130.
24. Murray N.M. Tungsten // South Africa's mineral industry. 1989. Department of mineral and energy affairs of Republic of South Africa. P. 131—134.
25. Pei R., Hang D. The granites of south China and their metallogeny // Episodes. 1995. Vol. 18. № 1—2. P. 77—82.
26. Sobolev R.N., Pelimskiy G.A. Evolutionary history of tungsten mineralization // Journal of Southeast Asian Earth Sciences. 1993. Vol. 8, № 1—4. P. 387—390.
27. Sobolev R.N., Lapitsky S.A. L'etain en Afrique, gisement et perspectives // Geosciences au Cameroun. GEOCAM Press. Univ. Yaounde. № 1. 1998. P. 401—407.
28. Sutphin D.M., Sabin A.E., Reed B.L. International Strategic Mineral Inventory. Summary Report — Tin. U.S. Geological Survey Circular 930 — J. 1990. P. 51.
29. Taylor S.R., McLennan S.M. The continental crust: its composition and evolution. Blackwell Scientific Publications. 1985.
30. Walshe J.L., Heithay P.S. and Morrison G.W. Toward an Understanding of the Metallogeny of the Tasman Fold Belt System // Economic Geology. 1995. Vol. 90, № 6. P. 1382—1401.
31. Werner A.B.T., Sinclair W.D., Amey E.B. International Strategic Mineral Inventory. Summary Report — Tungsten. U.S. Geological Survey Circular 930 — O. 1998. P. 71.
32. Yongfeng Zhu, Yishan Zeng, Yongfu Ai Experimental evidence for a relationship between liquid immiscibility and ore-formation in felsic magmas // Applied Geochemistry. 1996. Vol. 11. P. 481—487.

Марганцеворудная база Российской Федерации и перспективы ее развития в XXI веке

А.А.ШАРКОВ (ВИМС)

Как известно, марганцевое сырье играет весьма важную роль в экономике Российской Федерации. На протяжении нескольких десятилетий XX в. потребности металлургической промышленности России в этом сырье обеспечивали Украина, Грузия и Казахстан. Поэтому собственная марганцеворудная база в России не развивалась, и многие годы ее балансовые запасы оставались неизменными (146 млн.т). По общим запасам марганца Россия занимала в то время девятое место в мире.

В течение длительного периода первое место по производству марганцевых руд в мире занимала Украина — основной поставщик сырья в Россию, но с 1993 г. в ней резко снизилось производство этого сырья (рис. 1), вследствие чего на первое место вышел Китай, ставший абсолютным мировым лидером по выпуску марганцевых ферросплавов. Однако и в Китае произошел спад, связанный с экономическим кризисом в Азии. Тем не менее, с 1997 г. Китай поставляет на мировые рынки самые дешевые сплавы, в долл./т: ферромарганец (Mn 78%, C 7,5%) по 375, силикомарганец (Mn 65–75%, Si 14–25%) — 390 и марганец металлический (Mn 99,7%) — 860 [13].

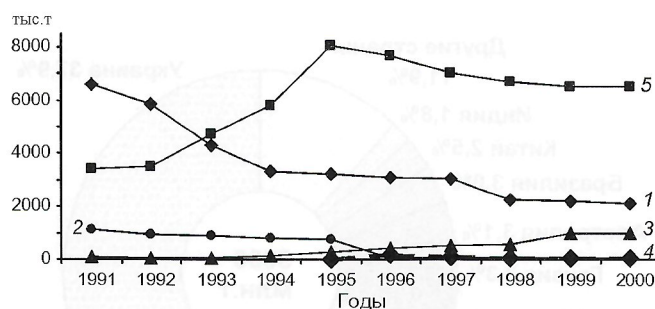


Рис. 1. Динамика производства марганцевых руд в СНГ и Китае:

1 — Украина; 2 — Грузия; 3 — Казахстан; 4 — Россия; 5 — Китай

Ведущие потребители товарных марганцевых руд в мире — главные производители ферро- и силикомарганца — Китай, Украина, Индия и др. В России к 1999 г. потребление марганцевой продукции снизилось в 4 раза (рис. 2), и в настоящее время она занимает лишь девятое место в мире.

Следовательно, возникшая в 90-е годы XX в. после распада СССР проблема обеспечения марганцем черной металлургии Российской Федерации была обусловлена неудовлетворительным состоянием собственной марганцеворудной базы и незначительной степенью ее использования

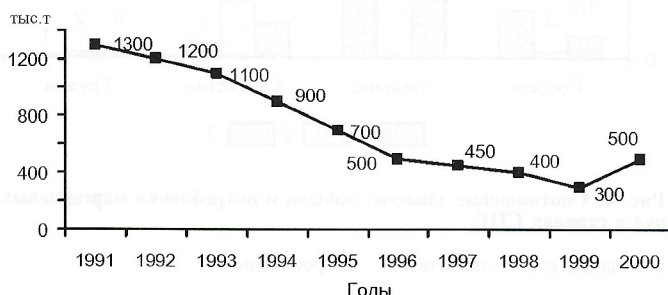


Рис. 2. Динамика потребления марганцевых концентратов и сплавов в Российской Федерации

[15]. Неблагоприятная ситуация в России усугубилась к тому же полным отсутствием промышленности по добыче марганцевых руд и производству марганцевых концентратов и сплавов. В связи с этим Правительство РФ приняло решение отнести марганец к группе остродефицитных полезных ископаемых, имеющих важное стратегическое значение. Без этого сырья практически невозможно обеспечить нормальное функционирование металлургического комплекса, а также экономическую и национальную безопасность Российского государства.

Анализ состояния запасов и геолого-экономическая оценка прогнозных ресурсов марганцевых руд показывают, что развитие минерально-сырьевой базы (МСБ) марганца России в конце XX в. находилось на очень низком уровне. Следует отметить главные ее недостатки: преимущественно мелкий масштаб месторождений марганца, преобладание труднообогатимых руд, неблагоприятное расположение крупных промышленных месторождений в труднодоступных, слабо освоенных районах Западной и Восточной Сибири, отсутствие промышленности по добыче марганцевых руд [16]. Для укрепления и расширения минерально-сырьевой базы марганца России Министерство природных ресурсов РФ подготовило и утвердило Федеральную программу развития МСБ марганца на 1994–2000 гг., в которой предусматривался прирост запасов в 1994–1995 гг. в количестве 32 млн.т и в 1996–2000 гг. 105 млн.т. Однако в этот период объемы прироста запасов марганцевых руд составили только 25% минимального задания и 7,6% оптимального, что объясняется в основном недостаточным финансированием и резким снижением производства геологоразведочных работ. Это негативно отразилось на геологической подготовленности запасов месторождений марганца для их освоения. До настоящего времени в России практически не было полностью подготовленных для эксплуатации месторождений марганца.

В соответствии с Федеральной программой наиболее значительные приросты запасов марганцевых руд предполагалось получить на Порожинском месторождении (Красноярский край, 50 млн.т), Петровской площади (Республика Башкортостан, 20 млн.т) и Парнокомском месторождении (Республика Коми, 36 млн.т). На этих объектах планировалось получить 77% прогнозируемого прироста запасов марганцевых руд, главным образом оксидного типа. На других месторождениях прирост запасов намечался от 1 до 12 млн.т. Однако фактический прирост запасов оксидных марганцевых руд был получен в 1995–1997 гг. только на мелких месторождениях (Парноское, Николаевское, Тынынское, Громовское) и составил всего по категориям В+С₁+С₂ 5144 тыс.т, т.е. 3,6% прогнозируемого. Столь низкие показатели были обусловлены весьма слабым финансированием геологоразведочных работ в прошедшие годы, что в итоге отрицательно сказалось на реализации программных мероприятий МПР РФ по развитию МСБ марганца. Наиболее значительные результаты были получены на Порожинском месторождении в Красноярском крае, где с 1995 г. проводилась геолого-экономическая переоценка запасов марганцевых руд и оценка их обогатимости.

В настоящее время в пределах Российской Федерации выявлены более 20 месторождений марганцевых руд. Из них на учете Государственного баланса запасов по состоянию на 01.01.2002 г. состоят 16 месторождений. Из них на Урале расположено 10, в Сибири — 3 и на Дальнем Востоке — 3.

1. Общие запасы и прогнозные ресурсы марганцевых руд Российской Федерации по состоянию на 1 января 2001 г., млн.т

Субъект Федерации	Разведанные запасы			Прогнозные ресурсы			
	A+B+C ₁	C ₂	Забалансовые	Всего	P ₁	P ₂	P ₃
Республика Коми	1,30	2,65	9,73	53	3	—	50
Воронежская область	—	—	—	50	—	—	50
Свердловская область	41,7	0,23	1,53	110	21	46	43
Челябинская область	—	—	—	11	11	—	—
Республика Башкортостан	—	—	—	25	5	—	20
Оренбургская область	—	—	—	6	6	—	—
Кемеровская область	98,76	0,30	50,4	81	52	29	—
Алтайский край	—	—	—	50	20	30	—
Красноярский край	64,00	89,0	—	95	95	—	—
Иркутская область	—	2,1	—	92	4	62	26
Читинская область	0,98	0,40	0,30	18	1	17	—
Амурская область	—	—	—	100	—	—	100
Хабаровский край, Еврейская автономная область	6,44	2,47	9,58	125	25	—	100
Камчатская область	—	—	—	25	—	—	25
Всего	213,18	97,17	71,54		243	184	414
Итого	310,35			841			

ке — 1. Подавляющая часть месторождений относится к мелким с запасами 0,5—12 млн.т и в настоящее время они почти не разрабатываются. Общие запасы марганцевых руд России на 01.01.2002 г. составляют 381,9 млн.т (табл. 1), в т.ч. балансовые запасы по категориям A+B+C₁+C₂ 152 млн.т и оперативно учтенные по категориям C₁+C₂ 153 млн.т, а также забалансовые 71,54 млн.т. Из 310 млн.т подтвержденных запасов руд к рентабельным отнесены 124 млн.т (40%), нерентабельным 186 млн.т (60%). Основная часть балансовых запасов марганцевых руд 99 млн.т (63%) сосредоточена на крупном Усинском месторождении в Кемеровской области, которое пока отнесено к резервным разведанным объектам. Остальные 55 млн.т (35,8%) распределены по мелким месторождениям Урала, Иркутской и Читинской областей, а также Хабаровского края (Еврейская автономная область).

Второй наиболее крупный объект — Порожнинское месторождение в Красноярском крае, в пределах которого в 2000 г. была завершена детальная разведка и выполнен подсчет запасов оксидных марганцевых руд категорий C₁+C₂ в сумме 78 млн.т и карбонатных руд 75 млн.т. Кроме того, на этом месторождении подсчитаны прогнозные ресурсы марганцевых руд по категории P₁ 108 млн.т, в т.ч. оксидных 45 млн.т. В результате геологоразведочных работ на таком крупном объекте прирост запасов марганцевых руд в стране составил 153 млн.т (100%). Это позволит России подняться с девятого на четвертое место в мире (рис. 3). Однако удельный вес России в разведанных запасах и потреблении марганцевого сырья среди стран СНГ достигнет соответственно 10 и 22%, и она сможет занять третье место после Казахстана (рис. 4).

Таким образом, Порожнинское месторождение представляет собой наиболее перспективный объект для создания собственной марганцеворудной базы России, который способен обеспечить до 30—35% потребности черной металлургии в марганцевом сырье. Опытное и промышленное освоение его намечается в течение ближайших 2—3 лет [1]. Объем капитальных вложений в создание Порожнинского горнообогатительного комбината оценивается в 60 млн.долл. По мнению разработчиков, использование новых эффективных горнодобывающих технологий марганцевых руд (СГД, СПВ) позволяет снизить срок оку-



Рис. 3. Запасы марганцевых руд в мире по состоянию на 1 января 2002 г.



Рис. 4. Соотношение запасов, добычи и потребления марганцевых руд в странах СНГ:

1 — запасы; 2 — добыча; 3 — потребление

паемости капиталовложений по отдельным рудникам до 2,5—4,5 лет при отношении уровня рентабельности к себестоимости 66—87% [1].

Среди подтвержденных запасов Российской Федерации преобладают труднообогатимые карбонатные марганцевые руды 210 млн.т (68%), остальная часть представлена преимущественно оксидными фосфористыми 78 млн.т (25%) и легкообогатимыми марганцевыми рудами 22 млн.т (7%). В целом минерально-сырьевая база марганца России отличается низким качеством руд. Среднее содержание марганца в них составляет 20%, тогда как в зарубежных странах оно достигает 41—50%. Такое неудовлетворительное состояние МСБ марганца потребовало в конце XX в. в значительной степени ускорить разработку новых прогрессивных методов технологического обогащения и переработки низкокачественных карбонатных и фосфористых оксидных руд с целью более эффективного их использования в черной металлургии. На данном этапе, согласно Федеральной программе МПР РФ и в соответствии с научно-технической программой «Российский марганец», утвержденной Министерством науки и технической политики РФ, проводятся интенсивные исследования по созданию высокоэффективных рентабельных технологических схем обогащения отечественных марганцевых руд [14].

В последние годы XX в. в результате технологических исследований, выполненных в ВИМС, МВП Центра—ЭСТАгео, Уральском институте металлургии, Уралмеханобр и других организациях, получены высокие результаты по обогащению карбонатных и фосфористых оксидных марганцевых руд, а также опытным плавкам их концентратов.

Кроме перечисленных запасов в недрах Российской Федерации имеются значительные прогнозные ресурсы марганцевых руд (841 млн.т), которые сосредоточены в пределах Сибири 40%, Дальнего Востока 30%, на Урале 18% и европейской части страны 12% (см. табл. 1). Среди них преобладают оксидные руды (75%), а карбонатные не превышают 20% и железо-марганцевые 5%. Активные прогнозные ресурсы по категории P_1 составляют 243 млн.т (30%).

Объективный анализ материалов по марганценосности территории РФ и достоверная геолого-экономическая оценка прогнозных ресурсов, проведенные ВИМС в 2000 г., показывают, что в пределах Урала могут быть выявлены только мелкие месторождения с запасами оксидных марганцевых руд до 2—3 млн.т и карбонатных — до 5—10 млн.т. Совершенно очевидно, что этого недостаточно для существенного развития марганцеворудной базы и тем более для долговременного обеспечения собственным марганцевым сырьем мощной металлургической промышленности Уральского региона.

С учетом результатов геологоразведочных работ, полученных в последние годы на перспективных площадях Западной и Восточной Сибири, реально могут быть установлены более крупные месторождения высококачественных оксидных марганцевых руд. В XXI в. эти регионы по потенциальным возможностям будут играть главную роль в развитии минерально-сырьевой базы марганца и обеспечении сырьем черной металлургии России. Следовательно, в настоящее время необходимо сконцентрировать геологоразведочные работы в Красноярском крае и Кемеровской области.

По заданию Министерства природных ресурсов в конце XX в. в ВИМС была разработана Целевая федеральная программа развития и использования МСБ марганца РФ на период до 2005 г. и на перспективу до 2015 г. В целях последовательного наращивания МСБ марганца, подготовки к лицензированию и эксплуатации месторождений Урала и Сибири, удовлетворения потребностей металлургических предприятий России в марганце. Согласно этой программе, геологоразведочные работы должны проводиться по трем основным направлениям:

1. *Освоение мелких месторождений*, которое активно развивается в настоящее время. Расположены эти месторождения на Урале, в Кемеровской, Иркутской и Читинской областях.

2. *Создание стратегического ресурса*, предполагающего освоение и подготовку к эксплуатации двух наиболее крупных месторождений: Порожинское в Красноярском крае и Усинское в Кемеровской области с общими запасами по категориям $A+B+C_1+C_2$ 250 млн.т марганцевых руд. При этом должны быть выбраны наиболее рентабельные технологические схемы обогащения руд, удаления вредных примесей и получения высококачественных марганцевых продуктов.

3. *Оценка прогнозных ресурсов* предусматривает проведение прогнозных, оценочных и ревизионных работ в пределах известных рудных районов и на новых территориях, где установлены перспективные марганценосные площади. К ним относятся Окско-Цнинский район в центральной части России (Владимирская область), Горный Алтай, Западная и Восточная Сибирь. Указанные работы позволят переоценить прогнозные ресурсы марганцевых руд исходя из новых экономических условий, обозначить конкретные перспективные рудные поля и выявить новые промышленные марганцевые месторождения.

Решение проблемы российского марганца. Во второй половине XX в. вплоть до 1995 г. месторождения марганца, выявленные на территории Российской Федерации, практически не эксплуатировались, а марганцевое сырье поступало на российские металлургические комбинаты и заводы в виде концентратов и ферросплавов главным образом из Украины (85—90%) и Грузии. В последние годы поставки марганцевой продукции из этих стран в значительной степени сократились. Тем не менее, потребность черной металлургии России в марганцевом сырье остается достаточно высокой. Согласно данным Департамента экономики металлургического комплекса РФ, полная потребность России в марганцевых концентратах (Mn 42%) в расчете на выплавку 60 млн.т стали в год составляет 1,45—1,75 млн.т, что соответствует 4—5 млн.т сырой руды. В настоящее время основная часть этого объема марганцевой продукции покрывается за счет импорта из стран СНГ (82%), в т.ч. 500 тыс.т товарной руды, 254 тыс.т марганцевых ферросплавов, 10 тыс.т металлического марганца и 5 тыс.т диоксида марганца, а на долю собственного производства России приходится всего 18%.

По неполным статистическим данным на закупку указанного объема импорта ежегодно расходуется более 220 млн.долл. США. В связи с этим в России возникла дилемма: или продолжать закупку марганцевого сырья и оставаться в XXI в. крупным импортером, или вкладывать средства в развитие собственной марганцеворудной базы и производство на ее основе необходимых для металлургического комплекса РФ дефицитной марганцевой продукции. Учитывая очень важное значение марганцевого сырья для экономической и государственной безопасности Российского государства, в настоящее время следует ускорить решение проблемы создания собственной марганцеворудной базы, более мощной по масштабам и с лучшим качеством руд.

Недостаточная степень разведанности российских месторождений марганца и низкая экономическая эффективность разработки мелких месторождений в современных условиях не позволяют прогнозировать создание за короткий срок такой минерально-сырьевой базы, которая смогла бы полностью обеспечить потребности металлургической промышленности в марганцевых рудах и продуктах их переработки. Поэтому на данном этапе (2001—2010 гг.) следует ориентироваться на освоение крупных месторождений с большими запасами марганцевых руд, на которых уже разработаны экономически эффективные технологи-

ческие схемы обогащения и переработки низкокачественных карбонатных и фосфористых оксидных марганцевых руд (Порожинское, Усинское).

В конце XX в. Министерство природных ресурсов РФ предприняло ряд важных мер по развитию марганцеворудной базы России. Однако решение проблемы обеспечения России собственным марганцевым сырьем в значительной степени затруднялось из-за слабого финансирования геологоразведочных работ. В настоящее время МПР РФ выдало более 20 лицензий на доизучение мелких месторождений с последующей их отработкой. В соответствии с ними все рудники должны выйти в 2000–2005 гг. на проектную производительность по марганцевым рудам 900 тыс.т в год. На данном этапе осваиваются только три месторождения: Тынинское (Северный Урал), Николаевское (Иркутская область) и Громовское (Читинская область), а на других мелких месторождениях Урала, а также на Дурновском (Кемеровская область) добываются марганцевые руды в небольшом количестве (до 10 тыс.т). Разработка этих месторождений проводится неэффективно из-за низкой технической оснащенности мелких добывающих компаний и акционерных обществ. Добыча марганцевых руд в 1996–2000 гг. составила всего 450 тыс.т и снизилась со 185 тыс.т (1996 г.) до 50 тыс.т в 2000 г. из-за отсутствия финансовых средств и покупателей. Эти факторы нередко приводят к сокращению добычи и консервации карьеров на разных объектах (Тынинское, Николаевское и др.).

Потребность российской экономики в марганцевых рудах в настоящее время 3,8 млн.т, или марганцевых концентратах 1,45 млн.т может быть удовлетворена только на 25%. Реальная обеспеченность промышленными запасами марганцевых руд мелких месторождений 5–7 лет. Поэтому в ближайшие годы крайне необходимо подготовить к освоению детально разведанные Усинское и Порожинское месторождения. При условии ввода в эксплуатацию этих двух крупных объектов в 2005 г. добыча марганцевых руд может составить 3,1 млн.т, производство концентратов 1,37 млн.т, а в сумме с добычей на мелких месторождениях может достигнуть 4 млн.т сырой руды, или 1,8 млн.т марганцевого концентрата (табл. 2).

2. Прогнозируемая производительность мелких и крупных месторождений марганцевых руд Российской Федерации в 2005 г.

Месторождения	Запасы, млн.т.	Возможная добыча, тыс.т/год	Возможное производство концентратов, тыс.т/год
Мелкие лицензированные	30	900	430
Усинское	98	1600	960
Порожинское	153	1500	410
Всего	281	4000	1800

Строительство рудников и горнообогатительных комбинатов на крупных месторождениях позволит практически полностью удовлетворить потребности металлургических предприятий России в марганцевом сырье. Обеспеченность металлургического комплекса страны собственным марганцевым сырьем при ежегодной добыче в 5 млн.т составит 61 год, из них рентабельная 43 года и нерентабельная 18 лет, а при условии учета прогнозируемого прироста запасов в 2005 г. она достигнет 65–70 лет (рис. 5). Таким образом, решение проблемы марганцевых руд России позволит снизить их импортную зависимость от других стран в 2005 г. как минимум на 80% (рис. 6), а в дальнейшем полностью перейти на отечественное сырье.

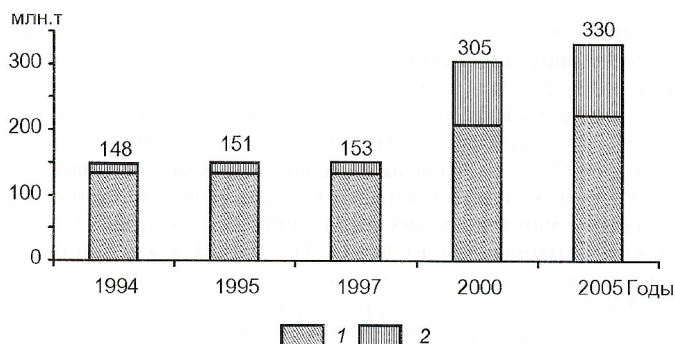


Рис. 5. Прогнозируемый рост балансовых запасов марганцевых руд Российской Федерации:

1 — карбонатные, 2 — оксидные

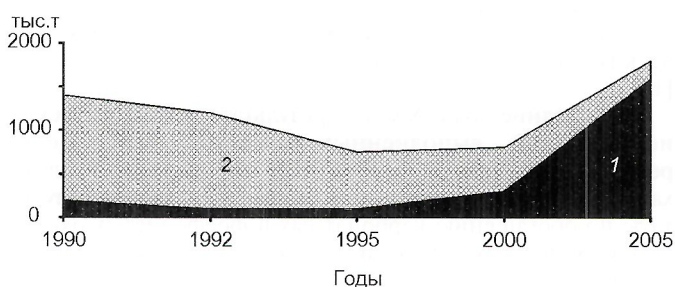


Рис. 6. Удовлетворение потребностей промышленности собственным производством и импортом сырья и сплавов марганца:

1 — собственное производство; 2 — объем импорта

В заключение следует еще раз подчеркнуть, что для ускорения развития собственной марганцеворудной базы Российской Федерации в первую очередь должны быть утверждены запасы Порожинского месторождения в ГКЗ МПР РФ. Вслед за этим в ближайшие годы подготовить к промышленному освоению два крупных месторождения — Усинское и Порожинское. Проблема обеспечения черной металлургии России собственным марганцевым сырьем практически может быть решена при условии ввода этих месторождений в эксплуатацию в 2005 г. В то же время это позволит снизить импортную зависимость от других стран как минимум на 80%.

Особое внимание следует обратить на Порожинское месторождение в Красноярского края, представляющее собой наиболее перспективный марганцеворудный объект, на сырьевой базе которого имеются возможности организации производства ферро-, силикомарганца, металлического марганца и другой остродефицитной продукции. Это месторождение способно обеспечить 30–50% потребности российского рынка в марганце. Реальных промышленных запасов марганцевых руд на Порожинском месторождении при уровне добычи 5 млн.т в год достаточно на 30 лет и более.

Учитывая потенциальные возможности перспективных марганценосных районов Западной и Восточной Сибири, которые в XXI в. будут играть главную роль в развитии минерально-сырьевой базы марганца и обеспечении сырьем черной металлургии России, в настоящее время следует сконцентрировать геологоразведочные работы в Красноярском крае и Кемеровской области, а также уделить особое внимание новому марганценосному району, выявленному в центральной части России во Владимирской области (Окско-Цнинский вал), обеспечив их достаточными финансовыми средствами.

Принимая во внимание непредсказуемость поставки марганцевой продукции из стран СНГ, целесообразно увеличить импорт дешевых марганцевых ферросплавов из Китая на ближайшие 2—3 года для удовлетворения текущей потребности черной металлургии России в марганцевом сырье. При этом следует учитывать значительные потенциальные возможности сырьевой базы Казахстана, которая может быть альтернативой украинским источникам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреев О.В., Горшков Г.В. и др. Перспективы освоения Порожского месторождения и организации производств переработки товарных марганцевых руд в Красноярском крае // Тр. 1-й научно-технич. конф., 1999 г. — Екатеринбург, 2000. С. 103.
2. БИКИ. 1998. № 22.
3. БИКИ. 1998. № 58.
4. БИКИ. 1998. № 109.
5. БИКИ. 2000. № 6.
6. БИКИ. 2001. № 6.
7. БИКИ. 2001. № 7.
8. Дядечкин Н.И., Близюков В.Г. и др. Горнопромышленный комплекс Украины на пороге XXI века // Горный журнал. 1999. № 10.
9. Коваль А.В. и др. Мировое производство стали и марганцевых ферросплавов: современное состояние и перспективы // М-лы междунар. науч.-практич. конф. 1999.
10. Марганцевые руды. Государственный баланс запасов полезных ископаемых Российской Федерации. — М., 2000. Вып. 2.
11. Марганцевые месторождения Урала / Е.С.Контарь, К.П.Савельева, А.В.Мурганов и др. — Екатеринбург, 1999.
12. Минеральные ресурсы мира. Марганец. — М., 2000.
13. Состояние марганцеворудной базы России и вопросы обеспечения промышленности марганцем // Тр. 1-й науч.-технич. конф. 12—14 мая 1999 г. — Екатеринбург, 2000.
14. Шарков А.А. Минерально-сырьевая база марганца России и проблемы ее использования // Разведка и охрана недр. 2000. № 11.
15. Шарков А.А. Перспективы развития марганцеворудной базы Российской Федерации // Отечественная геология. 1993. № 9. С. 23—29.
16. Шарков А.А. Российский марганец на рубеже XXI века // Природно-ресурсные «Ведомости». 2001. № 19 (74). С. 4.
17. Шарков А.А. и др. Сырьевое обеспечение черной металлургии России. Марганцевые руды // Разведка и охрана недр. № 11—12. С. 15.

УДК 553(470.311)→(47+57-25)

© А.А.Пекин, 2003

Полезные ископаемые Москвы

А.А.ПЕКИН (ФГУП «Геоцентр-Москва»)

Многие города возникли и развились в районах добычи полезных ископаемых (ПИ), а само их наличие стимулирует рост городских агломераций и способствует разрастанию урбанизированных территорий. В полной мере это касается истории столичного мегаполиса.

В строительстве Москвы задействованы почти все местные ресурсы: цементные известняки и глины, глины кирпичные, керамзитовые, песчано-гравийные материалы (ПГМ), строительные, формовочные, стекольные пески, пески для силикатного кирпича, строительные песчаники и известняки. В настоящее время добыча этих ископаемых на территории города практически прекращена, а созданная мощная строительная индустрия перепрофилирована в основном на привозное сырье.

Кроме того, городские приусадебные хозяйства (городское озеленение) используют минеральные подкормки и удобрения, которые также добывали в Москве (торф, сапропель, карбонатная мука, фосфориты). Не утратили своего значения и водные ресурсы — как поверхностные, так и подземные.

В данной статье мы рассматриваем материалы по полезным ископаемым столицы, сведения по которым до сих пор не были опубликованы.

При обобщении впервые для Москвы (в пределах МКАД) были составлены регистрационная карта полезных ископаемых масштаба 1:200 000 (см. рисунок), кадастр месторождений (табл. 1) и их описания по видам сырья.

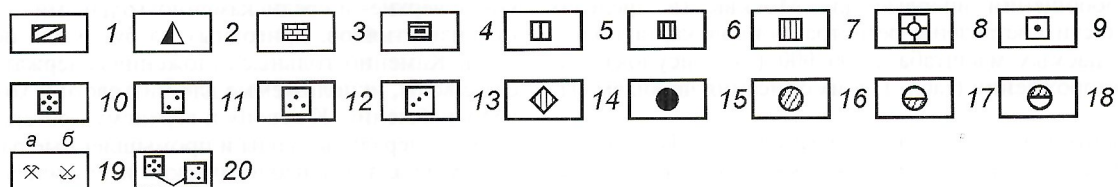
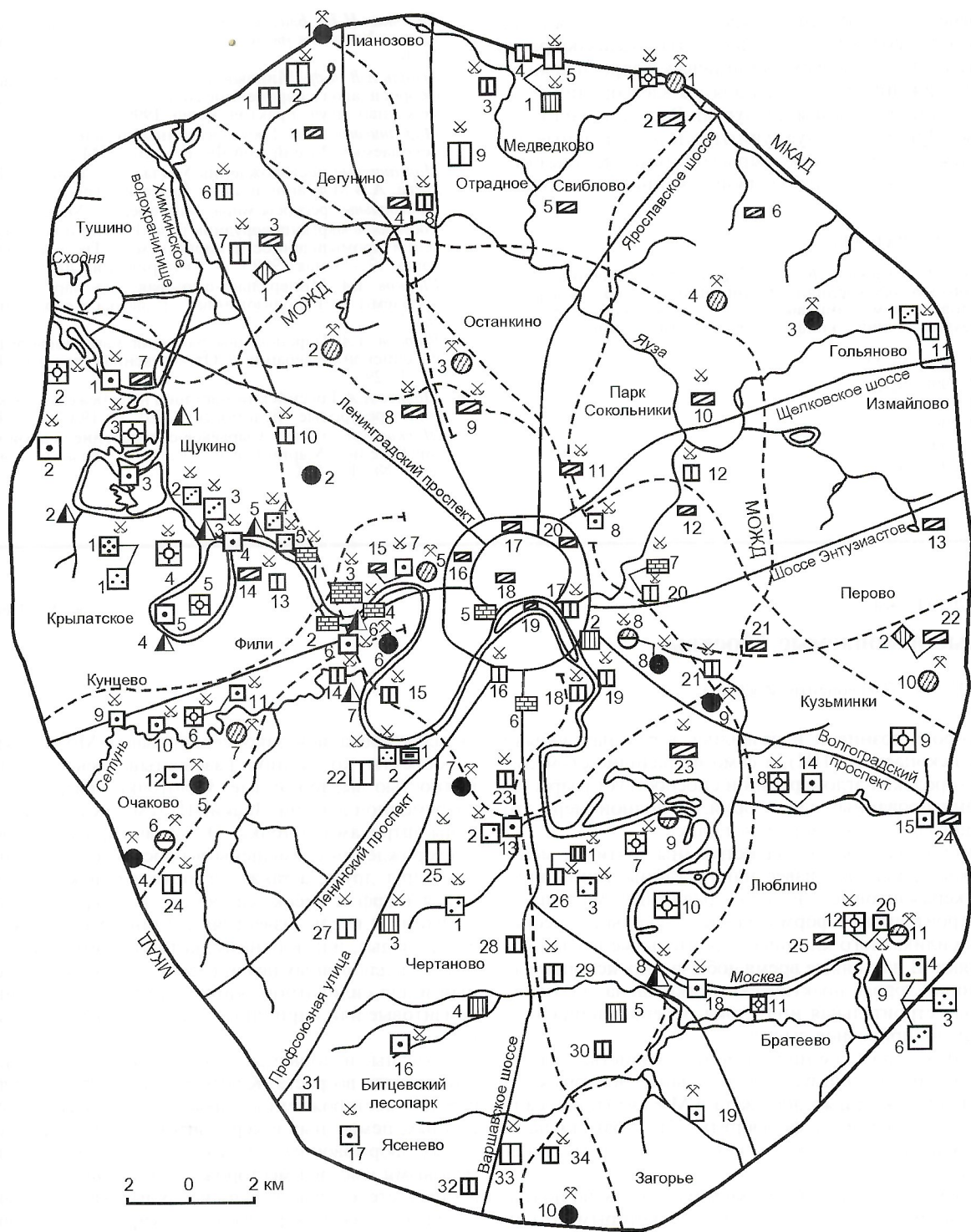
Нужно отметить, что на карту размещения ПИ наносились разведанные и неразведанные промышленностью залежи, поскольку геологоразведочные работы были поставлены здесь лишь в первой половине XX в. До этого и после месторождения разрабатывали кустарно, с учетом пробной, качественной характеристики сырья и его доступности.

Нумерация для каждого вида ПИ самостоятельная, ведется с запада на восток и с севера на юг. Номера объектов в реестре и на карте совпадают. Разработка залежей показана следующим образом. Без молоточков — объекты не

эксплуатировались, законсервированы. Молоточки «вниз» — объекты когда-либо разрабатывались, частично или полностью выработанные; молоточки «вверх» — объекты современной добычи. Знаки ПИ (см. рисунок) иногда сведены штрихами в точку. Это значит, что одноименные месторождения совмещены в пространстве или перекрывают друг друга, а также относятся или к разным видам сырья (торф и песок, сапропель и торф, песок и ПГМ, песчаник и песок, известняк и глина, рассолы и минеральные воды), или к одному, которое комплексно использовалось для разных целей (песок формовочный, стекольный и для силикатного кирпича, глины кирпичные и керамзитовые или кирпичные и для цементного производства).

Полезные ископаемые территории связаны с отложениями разного возраста. К четвертичным отложениям приурочены месторождения торфа, известковых туфов, кирпичных, цементных и керамзитовых глин, ПГМ, строительных, формовочных, силикатных песков, сапропелей; с меловыми связаны месторождения строительных, формовочных, стекольных песков и строительных песчаников; с юрскими — залежи фосфоритов, кирпичных и керамзитовых глин, формовочных, стекольных и силикатных песков; с верхне- и среднекаменноугольными — месторождения известняков, пригодных на бут и для обжига на известь. Каменноугольные отложения содержат также и пресные воды, используемые для питьевого и хозяйственного водоснабжения. К девону и верхнему протерозою приурочены минеральные воды и промышленные рассолы, используемые для бальнеологических и технических целей.

ГОРЮЧИЕ ИСКОПАЕМЫЕ. Торф. На территории зафиксировано 25 оторфованных участков на месте заболоченных низин (1 среднее и 9 малых месторождений, 15 проявлений). Эксплуатировались 5 месторождений: 1 среднее и 4 малых. Пространственно они размещаются северо-восточнее р.Москвы. Залежи относятся преимущественно к типу низинных, но есть верховые и переходные болота (например, Неглинное, Ичка). Зольность торфа 4—13%, средняя мощность до 1—3 м [19]. С долей условности к средним



Карта полезных ископаемых г. Москвы:

1 — торф; 2 — фосфорит; 3 — известняк; 4 — туф известковый; 5 — суглинки, глины кирпичные, черепичные и гончарные; 6 — суглинки для цементного производства; 7 — глины, суглинки керамзитовые; 8 — песчано-гравийный материал; 9 — песок строительный; 10 — песок; 11 — песок формовочный; 12 — песок стекольный; 13 — песок для силикатного кирпича; 14 — сапропель; подземные воды: 15 — бромно-хлоридные (минеральные промышленные); минеральные лечебные: 16 — без разделения по составу, 17 — рассолы для лечебных ванн, 18 — лечебно-столовые питьевые; 19 — промышленная освоенность месторождений: а — эксплуатируемые современные, б — эксплуатируемые в прошлом; 20 — пример изображения комплексных или полностью перекрывающих друг друга месторождений и проявлений. Без молоточков показаны месторождения и проявления, никогда не разрабатывавшиеся; цифры у знаков полезных ископаемых соответствуют реестру (см. табл. 1).

и малым месторождениям отнесены залежи, картируемые в масштабе 1:200 000 [6], а проявления — отмечаемые только на геологических картах масштаба 1:50 000 (Т.Ю.Жаке, 1990). Кроме того, старые торфоразработки выделены в ранг малых месторождений, а некоторые заболоченные участки показаны как торфопоявления [16, 2, 9]. Характерна комплексность оторфованных пород с вивианитом [9]. Торф использовался как топливо, добавка в кирпичном производстве и для сельского хозяйства (табл. 1).

Из других видов горючих ПИ в Москве отмечены проявления нефти и газа, бурого угля и горючих сланцев, но по ряду причин на карту они не вынесены.

Нефть и газ связаны с вендскими образованиями, которые отнесены к нефтематеринским [12]. Это древлянская серия нижнего венда мощностью до 200 м и верхи валдайского комплекса в составе гаврилов-ямской и непейценовской свит среднего венда, общей мощностью от 110 м на севере и до 200 м на юге города. Толщи аргиллитов, глин, алевроитов зеленовато-серые, темно-коричневые, буро-черные, темно-серые, черные, по трещинам обесцвеченные, иногда пиритизированные, битуминозные. На свежем изломе с резким нефтяным запахом, обогащены органическим веществом (до 1,1%), местами с ветвящимися пленками органического вещества, со значительным содержанием гомологов нефтяного ряда. В битумах нефтяного ряда определены: насыщенные углеводороды 39%, ароматические углеводороды 32%, селикогелевые смолы 25%, асфальтены 4%. При проходке пород отмечалось газирование бурового раствора. В целом, «вендский доманик» характеризуется сапропелевым типом органического вещества (исходно представлявших собой скопления сине-зеленых водорослей), генерационным потенциалом 1,07 кг/т и вполне обоснованно отнесен к нефтепроизводящим [12, 16].

Бурые угли бобриковской свиты визейского яруса нижнего карбона залегают на глубине около 300—350 м. Общая мощность полезной толщи около 6 м; мощность отдельных линз и прослоев бурого угля 0,1—0,5 м [6, 20].

Глины оксфордского яруса верхней юры черные битуминозные, местами напоминают *горючие сланцы*. В целом для юрских отложений характерна темноцветность и примесь углистых растительных остатков [6].

МИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ. Фосфорит. Всего выделено 9 месторождений и проявлений этого сырья (2 малых месторождения и 7 проявлений); эксплуатировались только два малых месторождения. Залежи приурочены к титонскому ярусу верхней юры и коренным эрозионным бортам р.Москва. По р.Москва обособляются юго-восточная группа месторождений и северо-западная группа проявлений.

Юго-восточная группа включает два малых месторождения, которые объединяются под общим названием «Царицынский рудник». Полезная толща включает два слоя фосфоритов. Мощность каждого из слоев до 0,3 м, средняя продуктивность 130—220 кг/м². Содержание P₂O₅ 20—25%, при нерастворимом остатке 7—21% [4]. Большая мощность вскрыши потребовала использования штольного способа, но из-за сильной обводненности добыча была остановлена. Горно-геологические и гидрогеологические условия эксплуатации неблагоприятные.

Северо-западная группа проявлений расположена от Ленинских гор до Щукина. Полезная толща также включает два слоя фосфоритов. Общая мощность слоев до 0,7 м, продуктивность — 312—306 кг/м². Содержание P₂O₅ для верхнего слоя песчанистых фосфоритов 15,6%, нижнего слоя глинистых фосфоритов — 27,5% [4]. Вскрыша представлена четвертичными, меловыми и юрскими породами, общей мощностью около 15 м. Полезная толща залегает вблизи уровня воды р.Москва, поднимаясь над ним до 2,5 м. Этот ряд проявлений (потенциальных месторож-

дений) был предназначен для кустарной добычи местным населением [5].

Отмечается комплексность фосфоритовых руд с глауконитовыми песками (удобрения) и стяжениями пирита (сырье для получения H₂SO₄).

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ. Карбонатные породы. Известняки, доломиты и мергели, пригодные для обжига на известь, в качестве бутового камня и цементного сырья приурочены к среднему и верхнему карбону. На карту ПИ вынесено 7 месторождений, (1 среднее и 6 малых). Всего эксплуатировалось 4 месторождения (1 среднее и 3 малых).

В начале строительства Московского метрополитена в районе ул. Большая Ордынка скважинами были выявлены строительные карбонатные породы, относящиеся к подольскому и мячковскому горизонтам московского яруса среднего карбона. Глубина залегания полезной толщи 56 м, при общей мощности более 65 м. Водопритоки здесь оцениваются в 5—7 л/с. Временное сопротивление карбонатных пород на сжатие 40—250 кг/м², реже более 400 кг/м². Однако наиболее ценные плотные пласты выявлены лишь по границе среднего и верхнего карбона и в кровле подольского горизонта, на глубинах 60—90 м. Следовательно, возможна лишь их шахтная добыча, признанная нерациональной, т.к. подземная добыча в три раза дороже открытой [3, 13, 14].

Основное промышленное значение на территории города имели известняки, доломиты и мергели хамовнического и дорогомилковского горизонтов касимовского яруса верхнего карбона. В 30-е годы XX в., при сооружении фундамента для высотной части Дворца Советов (в настоящее время храм Христа Спасителя) и проходке первых тоннелей метро породы были опробованы и признаны пригодными как строительное сырье (известь, бут) [14]. Однако их подземная добыча, из-за изменений условий залегания, качества и обводненности, также оказалась нерентабельной [13, 18]. Тем не менее, именно эти карбонатные породы в местах близкого залегания от дневной поверхности, периодически добывали в двух районах города: до середины XIX в. по левому берегу р.Яуза, между Спас-Андроньевским монастырем и Новой Благословенной церковью [21] и с XVII в. до середины XX в. по берегам р.Москва, между пристанями «Краснопресненский мост» и «Кутузовская». Только в последнем, т.н. Дорогомилковском горно-рудном районе была осуществлена промышленная разведка (табл. 2). Горно-геологические и гидрогеологические условия месторождений благоприятны для отработки карьерами. Сырье использовалось как бут, для обжига на известь (в т.ч. для производства цемента и силикатного кирпича) и как строительный (цокольный, ступенчатый) камень [17, 21].

Попутными компонентами среди карбонатных пород можно считать поделочный кремний и декоративно-коллекционные шетки кальцита и кварца, хранящиеся сейчас в основных геологических музеях г.Москвы.

Тuff известковый. На территории выделено одно, единственное в городе, малое месторождение известковых туфов на Воробьевых горах [8]. Оно приурочено к правобережной пойменной террасе р.Москва и состоит из трех участков, хаотично разбросанных от устья р.Сетунь до Андреевского моста. Наиболее крупная залежь выявлена напротив первого Воробьевского переулка, посередине между пристанью «Ленинские горы» и Андроньевским мостом. Мощность известкового туфа до 3 м, ориентировочные запасы самой крупной залежи — около 2 тыс.м³. Месторождение не разведывалось и не разрабатывалось. Сырье потенциально пригодно для известкования почв и обжига на известь.

Глинистые породы. Глины кирпичные. Сырьем для производства кирпича служат покровные суглинки, озер-

1. Список месторождений на карте полезных ископаемых г.Москвы

Номер на карте	Месторождение или проявление (см. рисунок)	Источник по списку литературы или автор и год работ ТГФ	Примечание
Твердые горючие ископаемые Торф			
1	Коровино	Жаке, 1990	Проявление
2	Лось	[6]	Малое
3	Головинское	[6]	«
4	Дегунино	Жаке, 1990	Проявление
5	Свиблово		«
6	Ичка	Жаке, 1990	«
7	Химкинское	[16]	Проявление, болото с древесиной
8	Пресня (Бутырское)	[6, 9, 16]	Малое, торфоразработки
9	Неглиное (Пашенское болото)	[6, 9, 16]	«
10	Богородское (Черкизовское)	[16]	«
11	Марьина Роща	[6, 9]	«
12	Семеновское	Жаке, 1990	Проявление
13	Ивановское	«	«
14	Фили-Молжановское	[19]	«
15	Красная Пресня	Жаке, 1990	«
16	Козье болото	[16]	Проявление, Патриарший пруд
17	Трубное	[16]	Проявление, болото
18	Манежное	[16]	Проявление, Козье болото-2
19	Великий Луг	[16]	Проявление, болото
20	Рачка	[16]	Проявление, Чистый пруд
21	Карачарово	[16]	Проявление, болото
22	Куское	[6]	Малое
23	Кожуховское I, II	[16, 19]	Среднее, Сукино болото, эксплуатировалось (?)
24	Кузьминское	[6], Жаке, 1990	Малое
25	Чагинское	[16]	Проявление, болото
Минеральные удобрения Фосфорит			
1	Щукинское	[4]	Проявление, обнажение
2	Троицко-Лыковское (Гнилуша)	[4]	«
3	Мневниковское	[4]	«
4	Фили-Кунцево	[4]	«
5	Усть-Ходыньское	[4]	Проявление, обнажение с 1773 г.
6	Кутузовское	Обследование 2001 г.	Проявление, обнажение
7	Воробьевы Горы	[1, 2, 8]	«
8	Коломенское	[4]	Малое, одна штольня, 1922—29 гг.
9	Чагинское	[4]	Малое, три штольни, 1922—29 гг.
Строительные материалы Карбонатные породы Известняк			
1	Московское: Шелепихинский участок	[10], Бизяева, 1962	Малое, добыча до сер. XIX в.
2	Московское: Кутузовский участок	«	Малое, застроено

Номер на карте	Месторождение или проявление (см. рисунок)	Источник по списку литературы или автор и год работ ТГФ	Примечание
3	Московское: Камушкинский участок	«	Среднее, добыча до сер. XX в.
4	Дорогомиловское	«	Малое, добыча XIV—нач. XX вв.
5	Дворец Советов	[13, 14]	Малое, Храм Христа Спасителя, шурфы по 20 м, шахта — 34 м
6	Большая Ордынка	[3]	Малое, Ордынская скв., 732 м
7	Андроньевское (Алексеевское)	[21]	Малое, добыча до сер. XIX в.
Туф известковый			
1	Андреевское	[8]	Малое, Воробьевы Горы
Глинистые породы Глины кирпичные			
1	Никольское: Бусиновский участок	Бизяева, 1962	Среднее
2	Лианозовское	«	Среднее
3	Лихоборское: Лихоборский участок	«	Малое
4	Подушкинское	«	Малое
5	Лосиноостровское	Бизяева, 1962	Среднее
6	Никольское	«	Малое
7	Красногорское	«	Среднее, добыча с 1850 г.
8	Лихоборское	«	Малое
9	Бескудниковское	«	Крупное
10	Таракановка	[13]	Малое
11	Гольяновское	[4]	Малое
12	Семеновская Застава	[9, 13]	Малое, морена, добыча XVIII в.
13	Филевское	[22]	Малое, глины верхнего карбона
14	Кутузовское	[16]	Малое, добыча в начале XX в.
15	Хамовническое	[16]	Малое, разработка XV—XVII вв.
16	Дворцовое (Калужская Застава)	[16]	Малое, разработка XVI—XVII вв.
17	Гончарное	[1, 16]	Малое
18	Кожевническое	[16]	Малое, разработка до XVII в.
19	Крутицкое	[1, 16]	Малое, добыча до сер. XVII в.
20	Андроньевское	[21]	Малое, добыча до сер. XIX в.
21	Калитниковское	[9, 13, 16]	Малое, разработка морен с XV в.
22	Воробьевское (Лениногорское)	[16], Бизяева, 1962	Крупное, добыча XVII—XX вв.
23	Даниловское	[1]	Малое, добыча до сер. XVII в.
24	Очаковское	Бизяева, 1962	Среднее
25	Черемушкинское	«	Крупное, разработка с 1813 г.
26	Нижнекотельское	«	Малое
27	Воронцовское	«	Среднее
28	Волхонское	«	Малое
29	Верхнекотельское	«	Среднее
30	Котляковское	«	Малое
31	Саларьевское	«	«
32	Битца	«	«
33	Царицынское	«	Среднее
34	Бирюлевское	«	Малое

Номер на карте	Месторождение или проявление (см. рисунок)	Источник по списку литературы или автор и год работ ТГФ	Примечание
Глины для цементного производства			
1	Нижнекотельское	Бизяева, 1962	Малое
Глины, суглинки керамзитовые			
1	Лосиноостровское	Бизяева, 1962	Среднее
2	Таганское	Ляпин, 1945	Малое, юрские глины
3	Воронцовское: Воронцовский участок	Бизяева, 1962	Малое
4	Чертановское	«	«
5	Котляковское-1	«	«
Обломочные породы Песчанно-гравийный материал			
1	Джамгаровское	[4]	Малое, карьер в начале XX в.
2	Кировское	Бизяева, 1962	Среднее
3	Строгинский Луг	«	Крупное
4	Татаровское	«	Крупное
5	Тереховское-2	«	Малое
6	Давыдково	[4]	«
7	Нагатинское	Бизяева, 1962	«
8	Люблинское	«	«
9	Люблинское: Выхинский участок	«	Крупное
10	Батюнинское	«	Крупное
11	Борисовское	«	Малое
12	Чагинское	«	Малое
Песок строительный			
1	Спасское	Бизяева, 1962	Малое
2	Строгинские Холмы	Третьяков, 1962	Среднее
3	Павшино-Татаровское	Бизяева, 1962	Малое
4	Карамышевское	[11], Бизяева, 1962	«
5	Тереховское-1	[11], Бизяева, 1962	«
6	Кутузовское	[9, 11]	Малое, балластное сырье
7	Пресненское	[17]	Малое, ямы в начале XX в.
8	Казанское	[13]	Малое
9	Большая Сетунь	[4]	«
10	Кунцевское	[4]	«
11	Давыдовское	[4]	«
12	Аминьевское	Бизяева, 1962	«
13	Нижнекотельское	«	«
14	Люблинское	«	«
15	Люблинское: Кузьминский участок	«	«
16	Узкое	[4]	Малое, меловые пески
17	Ясенево	[4]	«
18	Москворечье	[11]	«
19	Орехово	Обследование 1996 г.	«
20	Чагинское	[11], Бизяева, 1962	Малое
Песчаник			
1	Татаровское	[4]	Малое, добыча XVII—нач. XX вв.

Номер на карте	Месторождение или проявление (см. рисунок)	Источник по списку литературы или автор и год работ ТГФ	Примечание
Прочие ископаемые Песок формовочный			
1	Зюзинское	[5]	Малое
2	Канатчиковское	[11]	Малое, по р. Чура
3	Коломенское (Сухой Овраг)	[9, 15]	Малое, меловые пески
4	Люберецкое	Бизяева, 1962	Крупное
Песок стекольный			
1	Татаровское	[11]	Малое
2	Воробьевское	[2, 9, 16]	Малое, добыча XVII—XIX вв.
3	Люберецкое	[6], Бизяева, 1962	Крупное
Песок для силикатного кирпича			
1	Гольяновское	[4]	Малое
2	Мневниковское	Бизяева, 1962	Малое
3	Хорошевское	«	Среднее
4	Шелепихинское	«	Малое
5	Краснопресненское	«	Малое
6	Люберецкое	«	Крупное
Сапропель			
1	Головинское	[6]	Проявление
2	Кусково	[6, 9]	Проявление
Минеральные воды Промышленные рассолы			
1	ТЭЦ-21	[6]	Коровинская скв., 1615 м (AR—PR)
2	ТЭЦ-16	[16]	Глубокая скв., н/с
3	ТЭЦ-23	[6]	Глубокая скв., 1057 м (V ₂)
4	Очаковский завод	[6]	Глубокая скв., 1300 м (D ₁₋₂)
5	ТЭЦ-25	[16]	Глубокая скв., н/с
6	ТЭЦ-12	[16]	Глубокая скв., н/с
7	ТЭЦ-20	[6]	Глубокая скв., 1070 м (V ₂)
8	Мясокомбинат	[6]	Боенская скв., 1675 м (AR—PR)
9	ТЭЦ-8	[16]	Глубокая скв., н/с
10	ТЭЦ-26	[16]	Битцевская скв., 1998 м (R ₂₋₃)
Минеральные лечебные воды*			
1	Профилакторий «Светлана»	[6]	Глубокая скв., 581 м
2	Бальнеолечебница ЦНИИК и Ф	[6]	Глубокая скв., 824 м
3	Бальнеолечебница ЦИТО	[6]	Глубокая скв., 361 м
4	Центральная клиническая больница	[6]	Глубокая скв., 1208 м
5	Центральная бальнеологическая лечебница	[6]	Пресненская скв., 858 м
6	Очаковский завод	[6]	Разлив столовых вод
7	Первая клиническая больница «Кунцево»	[6]	Глубокая скв., 873 м
8	Мясокомбинат	[6]	Разлив столовых вод
9	Медсанчасть № 138	[6]	Рассолы для ванн, 833 м
10	Больница № 15	[6]	Глубокая скв., 881 м
11	НПЗ «Капотня»	[6]	Глубокая скв., 1185 м

* — если предназначение не указано, то с разных глубин добывают воды столовые и для ванн.

2. Важнейшие разведанные месторождения строительных известняков

Номер на карте	Месторождение	Средняя мощность, м		Запасы кат. В, тыс.м ³
		Вскрыша	Полезная толща	
1	Московское: Шелепихинский участок	1,73	5,88	42
2	Кутузовский участок	нет св.	12,65	363
3	Камушкинский участок	8,67	8,53	1133
4	Дорогомиловское	2,43	11,6	101

но-ледниковые, озерно-болотные и водно-ледниковые глины, суглинки морены, реже глины верхней юры и верхнего карбона. На карте ПИ показано 34 месторождения: 3 крупных, 8 средних и 23 малых. Всего эксплуатировалось 28 месторождений (3 крупных, 7 средних и 18 малых). Наиболее широко распространены месторождения покровных суглинков, которые условно формируют два поля залежей, развитых соответственно к северу и югу от р. Москва. Мощность полезной толщи 0,1–6,2 м, в среднем 0,4–3,95 м. На отдельных месторождениях вместе с покровными суглинками учитываются надморенные глины, мощностью 0,4–8,0 м., а также суглинки морены, мощностью 0,25–12,8 м, применение которых ограничено из-за засоренности грубообломочным материалом. Некоторые разновидности покровных суглинков требуют добавления в качестве отощителей песков, а также шлаков и опилок. Поэтому на трех месторождениях (Черемушкинское, Воронцовское, Нижнекотельское) были учтены запасы супесей (мощность 0,64–3,04 м), как отощающей добавки, а на одном, Лихоборском, — песков-отощителей. Вскрыша представлена почвенно-растительным слоем, мощностью до 0,6 м, в среднем до 0,53 м. Суглинки и глины пригодны для изготовления красного, строительного, дырчатого, полнотелого и лицевого кирпича марок «75», «100», «125», «150», а также пустотелых блоков и камней марки «125», семищелевых пустотелых камней, плоской ленточной черепицы и грубой керамической посуды. Месторождения нередко состоят из нескольких (до 23) участков. Горно-геологические и гидрогеологические условия разработки этих залежей благоприятные, поэтому они длительно эксплуатировались одноименными кирпичными и строительными заводами. Характеристика наиболее крупных месторождений покровных суглинков приведена в табл. 3.

Кроме того, в Филах известны пестроцветные глины касимовского яруса верхнего карбона, которые под названием «филевские» использовались в малярном деле на загрузку дерева [22]. Подобные глины вблизи Спас-Андроньевского монастыря вместе с юрскими (оксфордский ярус) и мореной использовали для выделки кирпича хорошего качества, а также получения изразцов и посуды [21].

Глины для цементного производства представлены покровными суглинками Нижнекотельского месторождения, малая залежь которого ранее эксплуатировалась. Мощность полезной толщи 0,5–6,2 м. Вскрыша представлена почвенно-растительным слоем, мощностью до 0,5 м. Суглинки пригодны для получения клинкера, черепицы и

кирпича. Горно-геологические и гидрогеологические условия разработки благоприятные. Запасы сырья подсчитаны в количестве 806,3 тыс.м³.

Глины, суглинки керамзитовые. Сырьем для получения керамзита являются покровные суглинки и верхнеюрские глины. Всего зафиксировано 5 месторождений (1 среднее и 4 малых); эксплуатировались два месторождения (1 среднее и 1 малое). Мощность суглинков 0,9–6,0 м, в среднем 1,38–3,88 м. Вскрыша представлена почвенно-растительным слоем, мощностью 0,01–0,5 м., в среднем до 0,38 м. При добавке торфа, суглинки пригодны для получения керамзитового гравия типа «хайдита», а также керамзита для наполнителя в бетон марки «75». Температура вспучивания 1070–1190°C. Горно-геологические и гидрогеологические условия эксплуатации благоприятные. На наиболее крупном Лосиноостровском месторождении были учтены два участка на керамзит с общими запасами сырья по категориям А+В+С₁ 4414 тыс.м³.

Кроме того, были обследованы глины оксфордского яруса верхней юры по шахте метро «Таганская». Породы плотные, однородные, при содержании фракции <0,01 мм — 45–66%, отличаются высокой пластичностью. Выяснилось, что они пригодны для получения кирпича и керамзита [14, 7].

ОБЛОМОЧНЫЕ ПОРОДЫ. Месторождения песчано-гравийных материалов связаны в большинстве с пойменной, реже I (серебряноборской), II (мневниковской) и III (ходынской) надпойменными террасами р. Москва. Всего выделено 12 месторождений (4 крупных, 1 среднее и 7 малых); эксплуатировались 8 месторождений (2 крупных, 1 среднее и 5 малых). Полезная толща обычно представлена песками желтыми, разнотелыми, кварцевыми, с прослоями и линзами гравия и гальки (мощностью до 0,5–5,0 м). Гравий малоокатанный, щебневидный, мелкий и средний (преобладает фракция 5–40 мм); средний выход гравия (+5 мм) 3,3–31,4%. В грубообломочном материале преобладает кремнь и кристаллические породы. Вскрышу представляют: почвенно-растительный слой, супесь, глинистые пески, суглинки, глины, иногда торф. Мощность вскрыши 0,15–20,0 м, в среднем 1,5–14,2 м. Подстилающие породы — юрские глины — определяют близкое к поверхности залегание уровня грунтовых вод (на глубине 0,5–4,0 м). Залежи обводнены и требуют гидромеханизированного способа добычи земснарядами. Качество сырья соответствует ГОСТам. Пригодны ПГМ как заполнители в бетон марки «150», «200» и подсыпка осно-

3. Крупные месторождения покровных суглинков — кирпичное сырье

Номер на карте	Месторождение	Число разведанных участков	Средняя мощность, м		Запасы категорий А+В+С ₁ , в тыс.м ³
			Вскрыша	Полезная толща	
8	Бескудниковское	14	0,07–0,53	1,33–3,95	18 432
19	Воробьевское (Лениногорское)	3	0,35	2,49–3,40	14 004
21	Черемушкинское	23	0,15–0,60	1,08–3,04	22 337

4. Крупные месторождения ПГМ

Номер на карте	Месторождение	Мощность, м		Запасы категорий А+В+С ₁ , в тыс.м ³
		Вскрыша от—до/среднее	Полезная толща от—до/среднее	
3	Строгинский Луг	0,0—7,5/0,9—3,1	0,0—15,3/7,60—9,95	23 937
4	Татаровское	1,8—7,3/0,95—6,45	0,15—20,0/1,5—10,1	13 208
9	Люблинское: Выхинский участок	Нет свед./1,29	Нет свед./13,71	12 500
10	Батюнинское	0,0—3,9/0,15—1,95	Нет свед./3,0—14,2	12 621

вания под трамвайные пути. Пески-отсевы можно использовать для кладочных и штукатурных растворов. Характеристика наиболее крупных месторождений приведена в табл. 4.

Нужно отметить комплексность месторождений ПГМ с россыпными минералами — золота, магнетит, гранаты и др., требующими селективного извлечения в концентраты. Здесь же отмечается присутствие декоративно-коллекционного материала (кремнь, халцедон, агат) [16].

Песок строительный. Пески приурочены к современному руслу р.Москва, ее первым трем надпойменным террасам, флювиогляциальным надморенным образованиям московского и донского горизонтов, а также к меловым отложениям. Всего зафиксировано 20 месторождений (1 среднее и 19 малых); эксплуатировались 13 месторождений (1 среднее и 12 малых).

Четвертичные пески желтые, кварцевые, разнозернистые, в основном мелко- и среднезернистые. Залежи имеют пластообразную форму. Мощность полезной толщи до 14 м, в среднем 1,04—9,14 м; вскрыши до 10,0 м, в среднем — 1,32—4,57 м. Месторождения в той или иной степени обводнены. Русловые скопления песка — подводные, при столбе воды 0,05—3,65 м, в среднем 0,6—1,85 м. Террасовые и флювиогляциальные залежи подстилаются водонепроницаемыми глинами юры и суглинками морены, которые определяют обводненность нижней части полезной толщи (глубина уровня грунтовых вод 4,02—12,0 м). В целом, горно-геологические и гидрогеологические условия разработки благоприятны для гидромеханизированной и частично экскаваторной добычи. Сырье отвечает ГОСТам для кладочных и штукатурных растворов низких сортов, бетонных изделий, как подстилка для асфальтовых покрытий и балластные пески.

Меловые пески белые, кварцевые, тонко-, мелкозернистые, местами ожелезненные, алевроитистые, с прослоями глины. Мощность полезной толщи 2—4 м, вскрыши 0,5—1,0 м. Залежи не обводнены, горно-геологические условия эксплуатации благоприятны. На юге города в пределах Теплостанской возвышенности известны три малых неразведанных месторождения этого возраста: Узкое, Ясенево и Орехово. Залежи периодически кустарно разрабатывались карьерами, причем Ореховское в последние годы. Характерна комплексность этих песков с титан-циркониевыми минералами [2] и мелкочешуйчатой слюдой, которые доступны для извлечения в концентрат.

Песчаник. Имеется одно малое месторождение строительного песчаника — Татаровское. Оно не разведано, периодически кустарно разрабатывалось с конца XVIII в. до начала XX в. Песчаник залегает среди чисто-белых, кварцевых песков аптского яруса нижнего мела в виде прослоев, линз и отдельных глыб. В полезной толще выделяют верхний (подморенный) слой светло-желтого песчаника и нижний слой песчаника белого, синевато-серого, тонко- и мелкозернистого, плотного, сливного, с раковистым изломом, мощностью до 2,13 м. Мощность вмещающих аптских песков 10—15 м; мощность вскрыши, представлен-

ной мореной, до 10 м, а песками первых надпойменных террас — до 3 м. Горно-геологические и гидрогеологические условия эксплуатации благоприятны. Сырье использовалось для фундаментов зданий, облицовки стен, набережных, в качестве тротуарных плит, верстовых столбов, тумб, как жерновой камень [4, 10, 21].

Прочие ископаемые. Песок формовочный. В литейном производстве использовали как коренные мезозойские, так и четвертичные пески, однородные по гранулометрическому составу и с достаточно высоким содержанием кварца. Зафиксировано 4 месторождения (1 крупное и 3 малые); малые эксплуатировались.

На территорию города частично попадает северо-западный участок крупного Люберецкого месторождения, пески которого относятся к титонскому ярусу верхней юры. Пески кварцевые, мелкозернистые, сортированные, местами глинистые. Мощность полезной толщи до 20 м, вскрыши до 10 м. Горно-геологические и гидрогеологические условия эксплуатации благоприятны. Эти люберецкие пески второго сорта пригодны для среднего и мелкого стального, чугунного и цветного литья [6, 11, 15].

Нижнемеловые, аптские пески белые и серые, кварцевые, тонко-, мелкозернистые, глинистые, испытывались на юге города как формовочные с положительными результатами у станций Бутово и Коломенское (месторождение Сухой Овраг, разрабатывалось) для чугунного и цветного литья [11]. Пески нередко слюдяные [15], поэтому имеется возможность извлечения концентратов мелкочешуйчатой слюды.

Хорошим сырьем для формовки служат некоторые разновидности флювиогляциальных, надморенных песков, которые опробованы у ст.Востряково и у бывшего с.Хорошева, а также разрабатывались по р.Чура (Канатчиковское месторождение [11]) и р.Котловка (Зюзинское месторождение, [5]). В целом четвертичные пески светло-желтые, среднезернистые, тонкоглинистые. Горно-геологические и гидрогеологические условия разработки благоприятны.

Песок стекольный. Требованиям на производство стекольных изделий отвечают чистые кварцевые пески аптского яруса нижнего мела и титонского яруса верхней юры. Отмечено 3 месторождения (1 крупное и 2 малых); эксплуатировалось 1 малое.

Аптские пески светлые, белые и желтоватые, мелкозернистые (содержание фракции 0,25—0,05 мм — до 95%), кварцевые (до 98—99%); некоторые отрицательные свойства — неравномерное ожелезнение, прослой (до 1 см) глины и слюдиность; гидрослюда можно извлекать при обогащении, как промпродукт. Мощность полезной толщи более 10 м, вскрыши (морена, флювиогляциальные пески) до 10 м. В целом, горно-геологические и гидрогеологические условия разработки благоприятны. Например, добыча «воробьевских песков» велась периодически, кустарным способом, с середины XVII в. для Измайловского стекольного завода [2].

Титонские пески изучены на Люберецком месторождении [6, 15], северо-западные фланги которого разведаны в

черте города. Пески кварцевые (98—99%), мелкозернистые (с преобладанием фракции 0,5—0,1 мм), при низком содержании Fe_2O_3 (следы — 0,05%, реже до 0,08—0,26%), без вредных примесей. Они пригодны для получения высококачественных стекольных изделий. Мощность полезной толщи 15—20 м, вскрыши 6—10 м. Условия разработки благоприятные.

Песок для силикатного кирпича. Пески для получения силикатных изделий приурочены к первым трем надпойменным террасам р. Москва и верхнеюрским образованиям титонского яруса. Всего зафиксировано 6 месторождений (1 крупное, 1 среднее и 4 малых); эксплуатировались 4 месторождения (1 среднее и 3 малых).

Четвертичные террасовые пески по химическому и гранулометрическому составу отвечают сырью для получения силикатного кирпича марки «100», «125», при добавке к ним 10% суглинка. Средняя мощность полезной толщи 2,0—7,16 м, вскрыши 0,35—1,43 м. Нижняя часть (до половины мощности) обводнена, поскольку ниже залегают водоупорные юрские глины или суглинки морены. В целом условия разработки благоприятные.

Титонские пески верхней юры изучены на Люберецком месторождении. Установлено, что верхние слои пригодны для изготовления силикатного кирпича марок «50» и «75». Горно-геологические и гидрогеологические условия эксплуатации благоприятные. Обозначены перспективные прироста запасов «люберецких песков» вдоль восточной границы Москвы от Гольянова до Орехова-Борисова [6].

Сапропель. Проявления сапропеля связаны с современными озерными и болотными отложениями [9]. С долей условности обозначены два проявления по сочетанию современных водоемов с болотными образованиями, на основе карты четвертичных отложений масштаба 1:200 000 [6]. Попутными компонентами на некоторых залежах сапропеля и торфа можно считать пресноводные мергели (удобрения) [9].

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ. Минеральные промышленные воды залегают на глубине 880—1185 м, в отложениях среднего девона и протерозоя. На карте ПИ показаны 10 добычных скважин. Минерализация рассолов 100—300 г/л, в среднем около 264 г/л; состав хлоридный, натриевый, кальциевый, реже магниевый. В наиболее концентрированных рассолах содержится 1—2 г/л К, 0,5 г/л Br, а также I, Sr, Rb и Cs. Металлоносные рассолы могут добываться скважинами для извлечения указанных элементов [2]. Расчетная ежегодная добыча одной Боевской скважины составляет (в тыс.т) 260 солей, в т.ч. NaCl — 210, CaCl — 30, MgCl — 15, KCl — 3 [1]. Кроме того, температура рассолов 30—40°C и они являются термозергетическими. Однако в современных условиях большинство скважин эксплуатируется без подсчета запасов для технических целей на ТЭЦ [6].

Минеральные лечебные воды. На карте отмечено 11 эксплуатируемых скважин. По характеру применения различают воды для лечебных ванн и питьевые лечебно-столовые воды. Первые представляют собой хлоридные натриевые рассолы с минерализацией в среднем 100—120 г/л, с повышенным содержанием Br, Sr, иногда Fe. Извлекают их с глубины 824—1172 м из отложений верхнего девона и протерозоя. Добычные скважины расположены в бальнеолечебницах, их запасы не превышают 544,3 м³/сут. Лечебно-столовые воды приурочены к верхнедевонским отложениям и залегают в интервале глубин 351—487 м. Они сульфатные натриево-кальциево-магниевые, с минерализацией 3—4 г/л. Эксплуатационные запасы составляют 3,4—7,6 м³/сут. Воды используются в санаториях, бальнеолечебницах и в целях разлива (Очаковский и Осташковский заводы безалкогольных напитков) [6].

Питьевые (пресные) воды из-за большого количества на карте ПИ не показаны. Они залегают с поверхности (во-

доемы и водотоки) и ниже в мезозойско-кайнозойских и каменноугольных отложениях. Централизованное водоснабжение города базируется на потреблении поверхностных вод. В лесопарковых зонах отдыха расположены источники (родники), дренирующие мезозойско-кайнозойский комплекс, воды из которого периодически (в летний сезон) используют для питья местные жители.

Пресные подземные воды карбона связаны с касимовской, подольско-мячковской, каширской и алексинско-протвинской водоносными сериями. Они применяются в основном для технических целей на различных предприятиях города. На территории зафиксировано 665 скважин, из которых 380 действующих и 285 резервных. Скважинный водоотбор для города составляет 124 тыс.м³/сут. Комплексность: в подземных водах отмечены 6 аномалий гелия, со средним содержанием инертного газа $134 \cdot 10^{-5}$ мг/л, из них 4 аномалии находятся в районе ст. Черкизовская и по одной у Киевского вокзала и в конце Каширского шоссе [6, 16].

В заключение следует провести обобщающий анализ количественного распределения месторождений и проявлений нерудного сырья в г. Москва, на основании которого выявлены следующие закономерности. Суммарное число нерудных объектов (без воды) 130, из них 10 крупных, 14 средних, 83 малых месторождений и 23 проявления. Из 107 месторождений когда-либо эксплуатировались промышленностью или кустарно 72 залежи, в т.ч. 5 крупных, 13 средних и 54 малых. Дополнительно можно отметить, что из водных объектов (около 700), на карте ПИ показана 21 добычная скважина на минеральные воды и рассолы.

Таким образом, основными ПИ города были песчаные (46 объектов), глинистые (40 объектов), органические (27 объектов), фосфатные (9 объектов) и карбонатные (8 объектов) породы, особняком стоит вода (700 объектов). Ведущие широко распространенные ПИ: глины кирпичные, торф, песок строительный; средне распространенные — ПГМ, фосфориты, известняки; редкие, мало распространенные — песок силикатный и формовочный, глины керамзитовые и др.

Наконец, предпринятая работа имеет определенное научное и в какой-то мере практическое значение. Как отмечалось, в целом это связано с историей города, становлением промышленности строительных материалов и частично водоснабжения. Сведения можно использовать для краеведческой работы, так как разные виды сырья порою определяли специфику трудовой занятости городского населения отдельных микрорайонов. Кроме того, данные о разработках месторождений указывают на нарушение экологических условий и влияют на планировку застройки города. Карьеры, оставленные после выемки сырья, изменили рельеф города, и практически не рекультивировались: некоторые превращались в искусственные пруды, другие часто в свалки промышленных и бытовых отходов. В практическом отношении важно отметить кооперацию строительных работ и выемки сырья из недр города. Например, после войны 1945 г. территории под застройку сначала сдавались в аренду для разработки глины и песка карьерами [13]; горной породой из метрошахт засыпают всякие нежелательные понижения в рельефе или делают насыпи для автодорог. В качестве примера, в современных условиях значительного освоения подземного пространства города, можно отметить попутную добычу облицовочного известняка при сооружении котлована «Москва-Сити».

Выемки сырья также характеризуют обнаженность территории, важную для познания геологии города. Наиболее интересные объекты в этом отношении (геологические памятники): карбон — Алексеевские и Дорогомиловские каменоломни, юра — Царицынский рудник, мел — Татаровские выемки, антропоген — Кутузовский карьер.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Апродов В.А., Апродова А.А.* Движения земной коры и геологическое прошлое Подмоскovie. — М.: изд-во МГУ, 1963.
2. *Бурмин Ю.А., Зверев В.Л.* Подземные кладовые Подмоскovie. — М.: Недра, 1982.
3. *Виноградов С.С., Станкевич И.Г.* Подземная добыча известняков — нерациональна // *Строительство Москвы*. 1936. № 18. С. 18—20.
4. *Геология и полезные ископаемые районов Московской области*. — М.—Л.—Новосибирск: ГНТ ГГНИ, 1934. Кн. 5.
5. *Геология СССР*. Т. IV. Московская и смежные области. Часть 2. Полезные ископаемые. — М.—Л.: Госизд-во геол. лит., 1948.
6. *Государственная геологическая карта Российской Федерации* масштаба 1:200 000. Изд. 2-е. Серия Московская. Лист № 37-П (Москва). Объяснительная записка. — С-Пб., 2001.
7. *Даньшин Б.М., Головина Е.В.* Москва. Геологическое строение // *Труды ин-та геол. и минерал. и МГГГТ*. Вып. 10/6. 1934.
8. *Даньшин Б.М.* Геологическое строение Ленинских гор в связи с некоторыми вопросами стратиграфии отложений меловой системы и оползевыми явлениями по берегу Москвы-реки // *Изв. МГТ*. 1937. Т. IV. С. 3—23.
9. *Даньшин Б.М.* Геологическое строение Москвы и ее окрестностей // *Геология в реконструкции г.Москва*. — М.—Л.: АН СССР, 1938. С. 19—66.
10. *Даньшин Б.М.* Геологическое строение и полезные ископаемые Москвы и ее окрестностей. — М.: МОИП, 1947.
11. *Комплексная геологическая карта*. Лист № 37-А (Москва), масштаб 1:500 000. Объяснительная записка. — М., 1954.
12. *Кузьменко Ю.Т., Куклинский А.Я., Пименов Ю.Г.* Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности верхнего протерозоя района г. Москвы // *Литоология и полезные ископаемые*. 1994. № 1. С. 109—118.
13. *Лихачева Э.А.* О семи холмах Москвы. — М.: Наука, 1990.
14. *Мамуровский А.А.* Каменный строительный материал для реконструируемой Москвы // *Строительство Москвы*. 1935. № 12. С. 16—18.
15. *Материалы по геологии и полезным ископаемым центральных районов европейской части СССР*. Вып. 4. Полезные ископаемые Московской и смежных с ней областей. — Калуга: Калужское книжное изд-во, 1961.
16. *Москва: геология и город*. — М.: АО «Московские учебники и картолитография», 1997.
17. *Павлов А.П.* Геологический очерк окрестностей Москвы. — М., 1907; переиздано в 1914, 1923, 1934, 1946 гг.
18. *Попов Б.П.* Фундаменты высотной части Дворца Советов // *Строительство Москвы*. 1936. № 18. С. 20—24.
19. *Торфяные месторождения Московской области*. — М.: Торфгеология, 1991.
20. *Швецов М.С.* К петрографии и стратиграфии московского девона и карбона. Часть II. Нижний карбон // *Бюлл. МОИП. Отд. геол.* 1940. Т. XVIII (3—4). С. 153—169.
21. *Шуровский Г.Е.* Каменоломня г.г. Алексеевых в Москве // *Вестник естественных наук*. 1860. № 32.
22. *Шуровский Г.Е.* История геологии Московского бассейна // *Изв. ОЛЕАЭ*. 1866—1867. Т. I. Вып. 1—2.

УДК 577.4:55

© В.С.Круподеров, В.Н.Островский, А.А.Шпак, 2003

Актуальные проблемы экологической геологии

В.С.КРУПОДЕРОВ, В.Н.ОСТРОВСКИЙ, А.А.ШПАК (ВСЕГИНГЕО)

Становление экологической геологии (геоэкологии) как самостоятельного научно-производственного направления относится к концу 70-х годов прошлого столетия.

Геоэкология в равной степени относится и к геологии, и к экологии. Как показывает мировой опыт, проблемы, возникающие на стыках различных наук, нередко приводят к прорывам в области научных знаний, имеющим важные практические последствия. В значительной степени это относится и к геоэкологии, интенсивное развитие которой в последние 10—15 лет привело к новому пониманию взаимодействия живой и косной материи, получению новых результатов в области использования и охраны окружающей среды.

Надо сказать, что геоэкология находится в стадии становления, когда эмпирические факты еще не охвачены адекватно научным обобщением. Тем не менее, сделано достаточно много.

Большинство специалистов считает *основным объектом геоэкологических исследований* геологическую среду — верхнюю часть литосферы, воздействующую на экосистемы, среду обитания человека и находящуюся под влиянием хозяйственной деятельности.

Геологическая среда рассматривается нами как важнейший элемент экосферы (Дедю, 1988), который играет определяющую роль в решении важнейших социально-экономических и экологических проблем: обеспечение населения и экономики страны минерально-сырьевыми ресурсами, ресурсами пресных, минеральных, теплоэнергетических и промышленных подземных вод, обеспечение устойчивости наземных и подземных сооружений, обеспечение безопасности населения и сооружений от проявления опасных и катастрофических геологических процессов. При этом экологическое состояние геологической среды, взаимодействующей с другими природными средами, а также техногенными системами социально-экономической инфраструктуры территорий определяет остроту и сложность решения перечисленных проблем.

В естественных условиях геологическая среда включает почвы, породы зоны аэрации, часть подземной гидросферы, (в большинстве случаев — в пределах зоны свободного водообмена). В нарушенных условиях нижняя граница геологической среды определяется глубиной антропогенного воздействия. Включение в геологическую среду почв вызывает определенные дискуссии, т.к. в соответствии со стандартами Российской Федерации почвы не относятся к литосфере (недрам Земли). Учитывая огромную роль почв как депонирующей среды, ее значение в процессах массо-энергообмена, в т.ч. водообмена между земной поверхностью и литосферой, считается правомерным включение почв в геологическую среду. Однако при этом геоэкологи должны ограничиться геологическими аспектами изучения почвенного покрова, оставив вопросы изучения почв за почвоведом.

Существуют и другие мнения. Так, В.Т.Трофимов и Д.Г.Зилинг [28] вместо термина «геологическая среда» предлагают термин «приповерхностная часть литосферы», включая в нее почвы (за исключением горизонта А), но в таком случае почвы как единая система искусственно расчленяется.

Определены основные *концептуальные подходы в области геоэкологии*. Методологическая основа этой науки — системный анализ взаимодействия верхней части литосферы (геологической среды) со смежными геосферами: атмосферой, поверхностной гидросферой, биосферой, а также глубокими частями литосферы. Такое взаимодействие происходит на фоне все возрастающего антропогенного воздействия на природу, последствия которого пока недостаточно предсказуемы.

Из теоретических обобщений следует в первую очередь отметить работы В.Т.Трофимова и Д.Г.Зилинга [23, 28]. Указанными авторами определены экологические функции литосферы, под которыми они понимают роль и значение литосферы в жизнеобеспечении и эволюции биоты, главным образом человеческого общества. Предполагает-

ся выделять три экологических функции: ресурсную, гео-динамическую, геофизико-геохимическую. Дифференциация функций достаточно условна, т.к. они взаимно переплетаются. Например, жизнедеятельность биоты определяется не только ресурсной, но и геофизико-геохимической функциями. Тем не менее, подобная идея плодотворна и должна быть практически реализована.

В.И.Осипов [15] считает, что геоэкология должна изучать взаимодействия литосферы с другими геосферами под влиянием природных и техногенных факторов.

Г.А.Голодковская [7] предлагает в качестве глобальной концепции геоэкологии стратегию устойчивого развития, в основе которой лежат идеи противостояния энтропийным процессам, сохранения биологического и культурного разнообразия, согласования программ природопользования с природными закономерностями.

Определенные достижения имеются в области изучения механизмов воздействия геологической среды на биоту и ее эволюцию, а также социальную сферу человеческого общества [4].

Методологические подходы в области геоэкологии разрабатывались Г.С.Вартаняном, Д.Г.Зилингом, Г.А.Голодковской, В.И.Осиповым, В.Н.Островским, Л.А.Островским, Ю.А.Саетом, Е.М.Сергеевым, В.Т.Трофимовым и др. [4, 5, 6, 8, 14, 15, 17, 23, 27, 28].

Серия методических документов по проведению эколого-геологических (геоэкологических) исследований и картографирования масштабов 1:1 000 000—1:500 000, 1:200 000—1:100 000 [18, 19, 25] была разработана ВСЕГИНГЕО и другими организациями. Эти документы стали методической базой для выполнения подобного вида работ в системе Мингео СССР, Роскомнедр, а затем Министерства природных ресурсов МПР Российской Федерации (МПР РФ).

На основе разработанных научных концепций и методологии выполнен ряд крупных научных региональных обобщений [27*]; Геоэкологическая карта России и смежных территорий масштаба 1:2 500 000 (главный редактор В.П.Орлов); [12, 15].

Несмотря на отмеченные достижения, остается актуальным ряд эколого-геологических научных и практических проблем, над решением которых необходимо работать в ближайшие годы, в т.ч. и с учетом положений «Экологической доктрины Российской Федерации» (одобрено Правительством РФ 31.08.2002, № 1225. Р).

В области совершенствования концептуальной базы необходимо продолжить исследования по определению содержания геоэкологии как научного направления, предмета и объекта геоэкологических исследований.

В СССР, а в дальнейшем и в Российской Федерации геоэкология являлась достаточно автономным направлением науки и практики. Экологические работы проводились преимущественно специалистами геологического профиля, как правило, с недостаточной экологической ориентацией.

Положение усугублял наблюдаемый в последние годы «экологический бум», сущность которого определил Н.Ф.Реймерс [20, 13]: «Все стали «экологами». Такого взрыва профанации знания не было в истории человечества». В настоящее время положение несколько улучшилось, т.к. Московский государственный университет (МГУ), Московский государственный геологоразведочный университет (МГГРУ) и ряд других высших учебных заведений страны стали готовить специалистов в области геоэкологии.

Практика работы ВСЕГИНГЕО, как головной организации МПР России по геоэкологии (экогеологии), показала, насколько различны взгляды отдельных ученых и научных коллективов на ее содержание. Следует отметить существование в системе МПР нескольких центров с различными подходами к решению геоэкологических проблем (ВСЕГИНГЕО, ВСЕГЕИ, ИМГРЭ и др.).

Надо сказать, что и в развитых странах тоже нет единых геоэкологических концепций. Однако в России различия во взглядах на содержание экологии больше касаются теоретических вопросов, чем практических. К сожалению, зарубежный опыт в области геоэкологии недостаточно используется в нашей стране.

Разработка научной базы геоэкологии потребует включения в нее концепций ряда смежных наук, которые могут быть полезными при решении геоэкологических задач: учение о биологической миграции элементов, теория устойчивости экосистем и др.

Подлежат дальнейшему изучению воздействия на геоэкологические условия процессов, происходящих в нижних частях литосферы, мантии и земном ядре. Обобщения В.Е.Хаина [25] и других ученых еще раз показали, насколько уникальна наша планета не только по особенностям органической, но и «неорганической жизни».

Существуют различные теоретические подходы к изучению влияния на геологическую среду природных и техногенных факторов. В практическом аспекте нередко предпочтение отдается изучению техногенных изменений геологической среды, под влиянием которых наиболее часто создаются кризисные экологические ситуации. Однако направленность и интенсивность изменений геоэкологических условий в значительной степени зависят от природной обстановки. Так, процесс подтопления территорий в криолитозоне может привести к активизации процессов заболачивания, в гумидной зоне — возникновению суффозии, карста и других процессов, а в аридной — интенсификации соленакопления. Необходимо помнить, что в процессе планирования природоохранных мероприятий при техногенных нарушениях геологической среды, как правило, можно установить и устранить причины негативных явлений. Однако причины неблагоприятных природных процессов в большинстве случаев устранить нельзя: необходимо научиться их прогнозировать и приспосабливаться к ним. Поэтому мы считаем, что во всех видах геоэкологических работ на изучение природной обстановки следует обращать первостепенное внимание.

Важная проблема — разработка методологии геоэкологических прогнозов. Здесь надо прежде всего определиться с содержанием указанных прогнозов. Почти все геологические прогнозы за некоторым исключением в той или иной степени имеют экологическое значение. Однако из этого не следует, что они автоматически становятся геоэкологическими, как считает ряд специалистов. Довольно широко развита практика трансформации гидрогеологических, инженерно-геологических, геохимических и других прогнозов в геоэкологические только путем объединения двух понятий в одно слово. Так, традиционные прогнозы изменений уровней и минерализации подземных вод превращаются в геоэкологические без коренного изменения их методологии, учета системы взаимодействий в системе геологической среды: влияния изменений гидрогеологических условий на миграцию элементов, геологические процессы, почвы, растительность и др.

Для геоэкологических прогнозов должен быть использован весь спектр качественных и количественных статистических, детерминированных методов, разработанных в гидрогеологии, геохимии и других геологических науках. Учитывая неразработанность теории геоэкологических

* В настоящее время завершается подготовка к изданию II тома этой монографии (Урал, Западная Сибирь).

прогнозов [15], в качестве первого шага можно рекомендовать использование простейших методов аналогии, экстраполяции тенденций, анализа периодичности природных процессов и т.д. Одновременно отметим, что в условиях глобальных экологических негативных антропогенных воздействий, когда изменяются основные параметры биосферы и среды обитания человека, следует с большой осторожностью применять для долгосрочных и сверхдолгосрочных геоэкологических прогнозов перечисленные простые методы. Будущее геоэкологических прогнозов, на наш взгляд, принадлежит созданию комплексных геоэкологических моделей как части системы моделей для интегральных экологических прогнозов.

Требуют особого изучения применительно к сложным условиям России *социальные аспекты геоэкологии*. Этот вопрос значительно лучше разработан в западных странах, хотя и там недостаточно понимание связей между социально-экономическими, культурными, историческими процессами и осуществлением стратегий природопользования. В работах ряда зарубежных исследователей прослеживается тенденция учета социальных факторов преимущественно на основе товарно-денежных отношений. Например, согласно работе [29, с. 39]: «Структура и функции экосистем представляют собой запас природного капитала, который обеспечивает потоки товаров (такие как продукты питания, древесина, фураж и нетрадиционная продукция) и услуг (такие как информация о почве и запасах питательных веществ и углерода, контроле эрозии, фильтрации воды, усваивании загрязнений и рекреаций). Эти товары и услуги составляют крупную долю нашего социального и экономического благополучия». Нам представляется, что экологическая, в т.ч. и геоэкологическая роль социальной сферы значительно шире, и ее нельзя оценить с помощью только экономических расчетов, хотя таковые безусловно необходимы.

В переходный период, в котором находится российская экономика, трудно создать реально функционирующие экономико-геоэкологические модели, но они необходимы. В этом направлении следует отметить работы ВИАМС.

Неудовлетворительно состояние терминологической базы геоэкологии. Достаточно сказать, что во всех нормативно-методических документах, разработанных МПР РФ, вместо более обоснованного термина «экогеология», используется термин «геоэкология», который ранее был предложен К.Троллем и предназначался для придания термину «ландшафтоведение» экологической направленности [23]. Вопрос о терминологической базе нельзя рассмотреть в рамках настоящей статьи. Он заслуживает отдельного разговора. Хотелось бы только обратить внимание на международный аспект эколого-геологической терминологии. В настоящее время Россия стремится стать активным членом ряда международных организаций, в частности ВТО. Очевидно, что вступление России в ВТО потребует унификации ряда не только экономических, но и научных понятий, особенно в областях, требующих практики, к которым относится и геоэкология. В качестве примера несовместимости российской и зарубежной терминологии приведем термин «защищенность подземных вод от загрязнения». В России этот термин применяется для оценки перекрытости водоносного горизонта слабопроницаемыми отложениями, препятствующими проникновению загрязняющих веществ в подземные воды [9, с. 71]. С возрастанием защищенности водоносного горизонта опасность проникновения в подземные воды загрязняющих веществ уменьшается. За рубежом используется термин «уязвимость подземных вод к загрязнению» [33], которая снижается по мере возрастания защитных свойств водоносного горизонта, т.е. термины, используемые в России и за рубежом, противоположны по содержанию.

В настоящее время отсутствуют единые принципы оценки экологического качества геологической среды. В этой области имеется ряд существенно различающихся подходов. Так, специалистами ИМГРЭ Э.К.Буренковым, А.А.Головиным [27] предлагается использовать для геохимических оценок состояния геологической среды и ее техногенных нарушений методологию, разработанную применительно к поискам полезных ископаемых геохимическим методом. Суть ее хорошо известна: выделение фоновых и аномальных концентраций нормируемых компонентов и их ранжировка по степени экологической опасности с использованием суммарного показателя загрязнения. При этом не учитываются группы токсичности элементов. Такой подход вызывает ряд возражений:

1. Фоновые и аномальные концентрации выделяются без учета существования природных биогеохимических, геохимических и гидрогеохимических провинций, характеризующихся аномальными содержаниями ряда элементов, которые были выделены В.В.Ковальским, С.Р.Крайновым [11, 13] и др. В этих провинциях фоновые концентрации нормируемых компонентов нередко превышают допустимые экологические нормы. Так, в Западно-Сибирской провинции фоновые концентрации железа и марганца в подземных водах выше ПДК.

2. Экологически опасными могут быть не только повышенные, но и пониженные концентрации элементов: например, недостаток в воде йода вызывает болезнь щитовидной железы, дефицит фтора сказывается на состоянии зубов человека и т.д.

Ученые ВСЕГЕИ [10], предлагают использовать для геоэкологических оценок устойчивость геологической среды к внешним воздействиям. Рекомендуются выделять два вида устойчивости — геодинамическую и геохимическую. Первая определяется в основном геоморфологическими факторами, вторая — с использованием методики геохимических оценок, базирующихся на изложенных подходах ИМГРЭ. Методика ВСЕГЕИ довольно широко применяется при составлении геоэкологических схем в комплексе картографических материалов по результатам геологической съемки масштаба 1:200 000. Эта методика также имеет ряд недостатков:

1. Определения устойчивости геологической среды к внешним, особенно техногенным, воздействиям, в значительной мере выполняются на качественном уровне и основываются чаще всего на экспертных заключениях о предполагаемой динамике нарушений геологической среды. Эта динамика в большей степени зависит от видов и интенсивности предстоящего техногенного воздействия, информация о котором в подавляющем большинстве случаев отсутствует. Общая теория определения устойчивости геоэкологических систем в настоящее время не разработана. Как отмечает Г.А.Голодковская [8], мы находимся у самых истоков решения проблемы, когда практика опережает теорию и приходится действовать методом проб и ошибок.

2. Определения геодинамической и геохимической устойчивостей недостаточны для комплексных оценок состояния геологической среды. Отсутствуют критерии устойчивости геологической среды в криолитозоне, что весьма важно для России, где многолетнемерзлые породы занимают почти 70% общей площади страны, не учитываются устойчивость подземной гидросферы к техногенным воздействиям и др.

3. Специалистами ВСЕГИНГЕО [18, 19 и др.], для оценки экологического качества геологической среды в основном предлагается опираться на существующие стандарты и нормы. Хотя в настоящее время положение в области экологического, в т.ч. геоэкологического нормирования, нельзя считать удовлетворительным, т.к. нормы в основном разработаны применительно к оценке качества

природных вод и почв. Нормированием не охвачено большинство геологических процессов и ряд других геоэкологических показателей. Тем не менее, мы считаем применение для оценок состояния геологической среды действующих норм и стандартов наиболее правильным. Перефразируя известное изречение У.Черчилля о демократии, можно сказать, что методы использования существующих стандартов для геоэкологических оценок плохи, но все остальное еще хуже.

Выше речь шла в основном об оценках экологического состояния отдельных компонентов геологической среды и происходящих в ней процессах. Еще сложнее *задача оценки интегрального экологического состояния геологической среды* как сложной природно-техногенной системы. Для решения этой задачи в большинстве случаев применяется метод оценок с помощью баллов, широко используемый в географии [1]. Однако, как показывает практика, существующие балльные оценочные системы, предлагаемые в ряде методических документов по проведению геоэкологических исследований и картографирования, несовершенны и требуют корректировки. В частности, неудовлетворительно использование для геоэкологических характеристик средних баллов.

За рубежом широко используются комплексные оценочные экспертные системы. Такая экспертная система была разработана ВСЕГИНГЕО при составлении геоэкологической карты Центральной Евразии масштаба 1:2 500 000 [5]. Она была апробирована российскими и зарубежными специалистами.

Для интегральных оценок экологического состояния компонентов геологической среды весьма перспективен метод биоиндикации [2].

Значительные проблемы имеются и в области проведения *региональных геоэкологических исследований и картографирования*. Эти работы проводились в основном в соответствии с методическими документами, разработанными ВСЕГИНГЕО [17, 18, 24]. Для территории ряда регионов России (Центральные районы европейской части России, Северный Кавказ, Западная Сибирь и др.) были составлены геоэкологические (экогеологические) карты масштабов 1:1 000 000—1:500 000, 1:200 000—1:100 000, которые были использованы для планирования природоохранных мероприятий и решения других задач.

Однако надо признать, что дальнейшее выполнение региональных геоэкологических работ в соответствии с существующими методическими документами стало практически невозможным, т.к. эти документы составлялись преимущественно в первой половине 90-х годов XX в. в период, когда еще не произошел слом социалистической хозяйственной системы. В методических документах не могли быть учтены современные требования к изучению, оценке состояния и охране окружающей среды, регламентируемые такими директивными документами как Экологическая доктрина Российской Федерации. Федеральный закон об охране окружающей среды (от 10.01.2002 № 7 ФЗ), Положение об оценке воздействий намечаемой хозяйственной или иной деятельности на окружающую среду РФ, Положение о порядке осуществления государственного мониторинга состояния недр РФ (МПР РФ № 433 от 21.05.2001) и другими нормативно-правовыми актами, разработанными в последние годы. Региональные геоэкологические исследования осуществлялись без нацеленности на решение конкретных практических задач и в значительной степени базировались на идее стадийности проведения работ, в соответствии с которой предусматривалось поэтапное изучение территорий с постепенным укрупнением масштаба исследований.

Разумеется, нельзя отрицать преимущества системы стадийного выполнения работ, т.к. она позволяла получить до-

статочно полную информацию, но в настоящих экономических условиях ее использование нереально. Поэтому следует переработать систему нормативно-методических документов по региональным геоэкологическим исследованиям и картографированию, для чего основное направление совершенствования научно-методической базы проведения работ должно заключаться в создании комплекта документов, ориентированного на решение задач, возникающих в конкретной природно-хозяйственной обстановке. Применительно к масштабам работ 1:200 000 и 1:50 000 считаем необходимым в первую очередь создать новые нормативно-методические документы по проведению региональных геоэкологических работ с целью изучения и оценки экологического состояния районов (территорий):

- промышленно-городских агломераций;
- интенсивной добычи твердых и жидких полезных ископаемых;
- подвергшихся радиоактивному загрязнению;
- проведения мелиоративных работ.

Также должны быть пересмотрены методические документы по проведению геоэкологических исследований и картографированию (ЭГИК) масштабов 1:1 000 000—1:500 000, материалы которых должны служить обоснованием выполнения первой стадии оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) для отдельных субъектов Федерации или крупных регионов с перспективным минерально-ресурсным потенциалом, региональными нарушениями геологической среды и опасными геоэкологическими ситуациями. По результатам ЭГИК масштабов 1:1 000 000—1:500 000 должно планироваться проведение работ масштаба 1:50 000 и крупнее. Для планирования региональных геоэкологических исследований на федеральном уровне целесообразно составление геоэкологической карты России масштаба 1:2 500 000, т.к. имеющиеся обзорные карты в значительной степени недостаточно информативны и устарели.

Следует обратить внимание на некоторые *проблемы в области государственного мониторинга состояния недр* (ГМСН). В соответствии с Законом об охране окружающей среды РФ этот мониторинг должен быть подсистемой Единого государственного мониторинга окружающей среды (ЕГЭСМ), объектом которого являются, кроме недр, еще и поверхностные воды, атмосфера, биосфера. Однако в положении о порядке осуществления ГМСН РФ не уделяется необходимого внимания его взаимодействию с другими видами мониторинга окружающей среды. Мониторинг недр в значительной степени носит ведомственный характер и осуществляется в рамках задач геологической службы. Такая же ведомственная направленность сохранилась в организации мониторинга ряда других природных сред. Это негативно сказывается на комплексности получаемой мониторинговой информации и приводит к территориальной разобщенности объектов изучения при экологическом мониторинге различных компонентов окружающей среды. Например, наблюдательная сеть биосферного мониторинга в основном сосредоточена в природных заповедниках, где негативное влияние хозяйственной деятельности минимально, а наблюдательная сеть мониторинга недр в подавляющем большинстве случаев сконцентрирована на территориях с нарушенными условиями, особенно в зонах экологического бедствия. Устранение отмеченных недостатков может быть достигнуто путем реализации единой системы экологического мониторинга РФ с соответствующими подсистемами. Естественно, это потребует определенных изменений в концепции и практике мониторинга недр Российской Федерации.

Необходимо отметить прогрессирующее отставание России в разработке и *применении современных технологий* проведения геоэкологических работ, что серьезно сказывается на их качестве и сроках выполнения. Как известно,

одно из бурно развивающихся направлений — изучение Земли из космоса, что позволяет оперативно получать качественную информацию об экологическом состоянии геологической среды.

В настоящее время космические снимки в геоэкологии используются крайне ограниченно из-за их непомерно высокой стоимости, сопоставимой с общей стоимостью работ. Эффективное использование космических снимков невозможно также без применения компьютерных технологий их дешифрирования, которые интенсивно разрабатываются за рубежом и лишь в ограниченных масштабах в России. Отставание от Запада наблюдается в области геофизических и других технологий.

Успешное развитие в России геоэкологических работ, в особенности региональных и мониторинговых, невозможно без использования современных методов и технологий. Поэтому необходимо принять срочные меры по резкому улучшению существующего положения в области технологии проведения геоэкологических работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арманд Д.П. Системы баллов / Наука о ландшафте. — М.: Мысль, 1975. С. 114—136.
2. Биоиндикация загрязнений экосистем / Под ред. Р.Шуберта. — М.: Мир, 1988.
3. Буренков Э.К., Головин А.А. Геохимия экосистем — Экогеология России. Т. 1. Европейская часть. — М.: ЗАО «Геоинформмарк», 2000. С. 35—41.
4. Вартамян Г.С., Круподеров В.С., Шпак А.А. Экологические проблемы гидрогеологии, инженерной геологии и геокриологии // Разведка и охрана недр. 2000. № 5. С. 5—12.
5. Вартамян Г.С., Островский В.Н., Цыпина И.М., Шпак А.А. Геоэкологическая карта Центральной Европы масштаба 1:2 500 000: Методика составления, результаты / Геология и минерально-сырьевые ресурсы Европейской территории России и Урала. — Екатеринбург, 2000. С. 232—237.
6. Вартамян Г.С., Голицын М.С., Островский В.Н., и др. Экогеологическое картографирование: методология, опыт направления развития // Разведка и охрана недр. 2001. № 5. С. 25—27.
7. Голодковская Г.А. Экологическая геология — наука о геологической среде // Геоэкология. 1994. № 3. С. 8—15.
8. Голодковская Г.А., Елисеев Ю.Б. Геологическая среда промышленных районов. — М.: Недра, 1989.
9. Гольдберг В.М. Оценка условий защищенности подземных вод и построение карт защищенности / Гидрогеологические основы охраны подземных вод. — М., 1994. С. 171—177.
10. Инструкция по составлению и подготовке к изданию листов государственной геологической карты масштаба 1:200 000. — С-Пб., 1995.
11. Ковальский В.В. Геохимическая экология. — М.: Наука, 1977.
12. Комплект геоэкологических и геохимических карт России масштаба 1:5 000 000. — М.: ИМГРЭ, 1994—1996.
13. Крайнов С.Р. Актуальные проблемы геохимико-экологического изучения качества подземных вод хозяйственно-питьевого назначения // Отечественная геология. 1993. № 7. С. 102—111.
14. Круподеров В.С. Мониторинг экзогенных геологических процессов // Разведка и охрана недр. 2000. № 5. С. 12—18.
15. Осипов В.И. Геоэкология: понятия, задачи, приоритеты // Геоэкология. 1997. № 1. С. 3—11.
16. Островский В.Н. Принципы экогеологического (геоэкологического) прогнозирования // Отечественная геология. 1995. № 12. С. 51—59.
17. Островский В.Н., Островский Л.А. Концептуальные вопросы геоэкологии // Отечественная геология. 1993. № 7. С. 97—102.
18. Островский В.Н., Островский Л.А. Методические рекомендации по составлению эколого-геологических карт масштабов 1:200 000—1:500 000. — М., 1998.
19. Островский Л.А., Островский В.Н., Шахнова Р.К. Методические рекомендации по составлению эколого-геологических карт масштабов 1:1000 000—1:500 000. — М., 1994.
20. Реймерс Н.Ф. Экология. Теория, законы, правила, принципы и гипотезы. — М.: Россия молодая, 1994.
21. Саев Ю.А. и др. Геология окружающей среды. — М.: Недра, 1990.
22. Сергеев Е.М. Инженерная геология — наука о геологической среде // Инженерная геология. 1979. № 1. С. 3—20.
23. Теория и методология экологической геологии / Под ред. В.Т.Трофимова. — М.: Изд-во МГУ, 1997.
24. Требования к геоэкологическим исследованиям и картографированию. Вып. 1. Масштаб 1:500 000. С. 41. Вып. 2. Масштаб 1:200 000—1:100 000. С. 86. Вып. 3. Масштаб 1:50 000—1:25 000. С. 127. — М., 1990.
25. Хаин В.Е. Основные проблемы современной геологии. — М.: Наука, 1994.
26. Шеко А.И., Круподеров В.С. Оценка опасности и риска эндогенных геологических процессов. — Геоэкология. 1994. № 3. С. 11—21.
27. Экогеология России. Т. 1. Европейская часть / Под ред. Г.С.Вартамяна. — М.: ЗАО «Геоинформмарк», 2000.
28. Экологические функции литосферы / Под ред. В.Т.Трофимова. — М.: Изд-во МГУ, 2000.
29. Smith R.S. An overview of EPA. 6 regional vulnerability assessment (ReVA) Environmental monitoring and assessment. 2000. Vol. 64. P. 9—15.
30. Vrba J, Zaporozec A. Guidebook in mapping Ground Water Vulnerability. IAH. Vol. 16. — Hannover, 1994.

УДК 55; 504; 624; 131

© В.Т.Трофимов, Н.С.Красилова, 2003

Экогеодинамическая информация на карте современного состояния верхних горизонтов земной коры и ее экологическое значение

В.Т.ТРОФИМОВ, Н.С.КРАСИЛОВА (МГУ)

Сложность разрешения экологических проблем, возникающих в современном мире на планетарном, региональном и локальном уровнях, в т.ч. по геологическим причинам, требует сбора, обобщения и анализа большого объема соответствующей информации. Информация состояния эколого-геологических условий отражается и оценивается на эколого-геологических картах. Методика их составления рассматривалась ранее [3, 6, 7, 8]. Однако, как показал наш опыт, для составления таких карт недостаточно информации, содержащейся на традиционных геологических, геохимических или инженерно-геологических картах. Предполагается, что в процессе государственной геологической съемки в качестве обязательного документа должна составляться карта современного состояния верхних горизонтов земной коры (геологической среды), которая и послужит геологической и фактологической основой для последующего создания эколого-геологических карт.

Назначение, содержание и основные разделы легенды карты современного состояния верхних горизонтов земной коры. Данная карта должна отражать полный набор геологических параметров, позволяющих оценить современное состояние литосферы и характеризующих все ее экологические функции и свойства. Целевое назначение карты — быть своеобразным «накопителем» необходимой геологической информации, систематизированной как по всем экологическим функциям литосферы, так и характеризующим их параметрам. Это та геологическая экологически значимая информация, которую должны получать и систематизировать геологи в процессе проведения полевых и камеральных работ.

Карта современного состояния верхних горизонтов земной коры несет информацию о геологическом строении территории, распространении геологических процессов и явлений, ореолов рассеяния элементов, содержании загрязняющих веществ, значении напряженности геофизических

полей, метрических параметров рельефа, разрывных тектонических нарушениях, зонах повышенной трещиноватости, источниках техногенного загрязнения и функциональной организации территории. Она может использоваться в различных целях. Например, для оценки экологического и экономического риска, оценки уровня техногенного давления на территорию и др. Все это сопутствующие задачи, а основная — фактологическая основа создания эколого-геологических карт для комплексного решения экологических проблем изучаемой (картируемой) территории.

Принципиальное отличие такой карты от ранее составленных, в т.ч. одноименных, заключается в следующем: 1) оценочными показателями охватываются все компоненты литосферы, связанные с ее экологическими свойствами в контексте с экологическими функциями литосферы: ресурсной, геодинамической и геофизической; 2) все параметры отражаются в диапазонах значений, имеющих экологическую значимость, т.е. в диапазонах, в которых эти параметры по-разному воздействуют на биоту; 3) выбранные значения всех показателей ранжируются по тетраидной системе на четыре класса, что позволяет увязать их при эколого-геологической оценке с четырьмя классами состояния эколого-геологических условий [5]; 4) в легенде карты в табличной форме предусмотрено размещение информации о влиянии всех геологических параметров на биоту (микроорганизмы, растительность, животные, человек), которая должна ориентировать геологов при сборе специальных данных о состоянии эколого-геологических систем в процессе полевых и камеральных работ самостоятельно, совместно или с помощью специалистов соответствующего профиля. Все это дает возможность унифицировать перечень картируемых показателей, их размерность, граничные условия и, что особенно важно, ранжирование по единой системе, что позволит обеспечить сопоставимость карт по отдельным территориям и решить проблему их единообразия по содержанию и оценочным характеристикам.

Легенда такой карты состоит из четырех разделов: 1) объединяет данные о геологическом строении района, характере почвенного и растительного покрова; 2) основной раздел по содержанию, в нем группируются материалы о ресурсной, геодинамической, геохимической и геофизической обстановках; 3) включает информацию о функциональной организации территории; 4) объединяет прочие знаки. Во втором разделе информация о геодинамической обстановке выделена в самостоятельный блок. В нем систематизированы данные о современных природных и техногенных геологических процессах и их экзогенных проявлениях.

Построение блока «Геодинамическая обстановка» легенды карты. Этот блок легенды карты современного состояния верхних горизонтов земной коры, как и другие блоки второго раздела, представляет собой таблицу-матрицу, состоящую из двух частей. В первой рассматривается геологическая геодинамическая информация, во второй, продолжающей ее и полностью согласованной с ней по числу горизонтальных строк, — экологическое значение проявления геологических процессов.

В таблице-матрице (табл.1) все геологические процессы разбиты на две большие группы, включающие катастрофические и опасные процессы, представляющие угрозу для существования биоты и, в частности, для жизни человека, и неблагоприятные, изменяющие условия жизнедеятельности человека. К первой группе отнесены вулканы, землетрясения, карстовые провалы, лавины, наводнения, обвалы, оползни, сели, цунами. Здесь они расположены по алфавиту, хотя в легенде на конкретную изучаемую территорию их целесообразнее расположить по значимости для данной территории. Вторая группа включает абразию и термоабразию, дефляцию, засоление (вторичное), курумообра-

зование, морозобойное растрескивание, наледеобразование, осыпи, переработку берегов водохранилищ, подтопление территории, просадочность лёссовых пород, пучение, солифлюкцию, суффозию, термокарст, термоэрозию овражную, эрозии овражную, плоскостную и речную.

Экологически значимые показатели, характеризующие перечисленные геологические процессы, разбиты на три группы: 1) интенсивность проявления геологических процессов; 2) масштаб; 3) активность их развития. Интенсивность проявления процессов выражается для большей их части площадной пораженностью (в %), реже линейной (цунами, переработка берегов водохранилищ, эрозия речная), иногда частотной или точечной (карстовые провалы, суффозия). Интенсивность землетрясений традиционно оценивается в баллах (см. табл. 1).

Масштаб развития процессов характеризуется в основном объемом и мощностью вовлеченных в процесс пород (перенесенных или деформированных), радиусом воздействия (для вулканов). Однако для некоторых процессов привлечены специфические показатели, которые, тем не менее, тоже позволяют характеризовать масштаб их развития, дают представление о силе процесса. Так, для цунами — средняя высота волны, засоления — содержание легко-растворимых солей, морозобойного растрескивания — размер полигонов и глубина растрескивания, подтопления — повышение уровня грунтовых вод. Прекрасно понимаем, что в этой группе хороши были бы энергетические показатели, но, к сожалению, для геологических процессов проблема эта еще слишком слабо разработана.

Активность развития процессов характеризуется в основном скоростью развития процессов (скорость движения или смещения, продолжительность проявления, приращение пораженных земель), частотой событий за год (провалы), реже коэффициентом активности.

Каждый геологический процесс был ранжирован на категории опасности, исходя из числовых значений выбранных экологически значимых показателей (см. табл.1). Для катастрофических и опасных процессов предложено четыре категории: умеренно опасный, опасный, весьма опасный, чрезвычайно опасный; для неблагоприятных процессов оставлены три первых категории. Каждая категория в легенде имеет определенные градации числовых значений выбранных экологически значимых показателей по интенсивности, масштабу и активности развития процесса. Большая часть их взята из СНиП 22-01-95 «Геофизика опасных природных воздействий» [9]. Для других были использованы опубликованные разными авторами классификации геологических процессов по конкретному показателю, хотя и не привязанному к категории опасности; третьих — мы дали свои предложения. В целом все они достаточно условны и являются договорными.

В конце первого раздела табл. 1 показан способ отображения геологических процессов и категорий опасности на карте. Для этого каждому процессу дан определенный буквенный индекс, который для техногенных процессов дополняется звездочкой сверху.

Формальное построение данного блока легенды с обычной геологической точки зрения завершено, но с эколого-геологических позиций есть еще один чрезвычайно важный элемент, строго говоря не геологический по содержанию, но ориентирующий геолога в экологическом значении каждого из изучаемых им геодинамических показателей, особенно на подготовительном этапе работ и при их проведении. Предлагается рассмотреть часть табл. 1 второго блока легенды достраивать в типовой легенде табл. 2, в которой до начала полевых работ систематизируются накопленные в литературе теоретико-экспериментальные сведения о влиянии данного геологического процесса на экосистему и ее биотические составляющие (человек, фауна, флора и др.), а на стадии завершения

1. Фрагмент раздела «Геодинамическая обстановка» карты современного состояния верхних горизонтов земной коры

Геологическая геодинамическая информация									
Картируемые компоненты литосферы	Экологически значимые показатели компонентов литосферы и их характеристики								Способ отображения на картах геологических процессов
	Интенсивность проявления процессов (пораженность площадная, линейная, частотная)	Масштаб развития процессов (объем, радиус воздействия, мощность вовлеченных в процесс пород и т.п.)	Активность развития процессов (коэффициент активности, скорость развития процесса и т.п.)	Категория опасности процессов	Природных		Техногенных		
Катастрофические и опасные, представляющие угрозу для жизни человека									
Вулканы	Площадь, подверженная воздействию продуктов вулканической деятельности	менее 10	Радиус воздействия от кратера	n-1000			Умеренно опасный	В	В*
		10—30	ра продуктов	n-100			Опасный		
		30—50	вулканической деятельности, км	n-10			Весьма опасный		
		более 50		до 20			Чрезвычайно опасный		
Землетрясения	Интенсивность, баллы	менее 6 [9]					Умеренно опасный	S	S*
		6—7					Опасный		
		8—9					Весьма опасный		
		более 9					Чрезвычайно опасный		
Карстовые провалы	Число поверхностных форм, на 1 км ²	менее 5 [10]	Объем карстовых форм, тыс.м ³	менее 0,2	Частота провалов поверхностных форм, число случаев в год	до 0,01 [9]	Умеренно опасный	Кп	Кп*
		5—50		0,2—5		Опасный			
		50—100		5—25		Весьма опасный			
		более 100		более 25		Чрезвычайно опасный			
Обвалы	Площадь обвалных накоплений, %	Менее 10 [4]	Объем потенциально опасных обвалных массивов, м ³	Единицы			Умеренно опасный	Об	Об*
		10—30		n (10—10 ²)	Опасный				
		30—50		n (10 ³ —10 ⁴)	Весьма опасный				
		Более 50		>n-10 ⁵	Чрезвычайно опасный				
Оползни	Пораженная площадь, %	Менее 1 [9, 10]	Объем захваченных пород при разовом проявлении, млн.м ³	До 0,001 [9]	Скорость смещения оползня	5—10 м/месяц [9]	Умеренно опасный	Оп	Оп*
		1—10		0,001—5		Опасный			
		11—30		5—10		Весьма опасный			
		Более 30		10—20		Чрезвычайно опасный			
Сели	Коэффициент сезонности. Площадная пораженность, %	Менее 0,1/менее 0,5 [9]	Объем единовременного выноса, млн.м ³	Менее 0,1 [9]	Скорость движения, м/с	До 10 [9]	Умеренно опасный	Sb	Sb*
		0,7—0,5/5—10		До 0,5—1		Опасный			
		0,5—0,7/10—50		До 1—3		Весьма опасный			
		Менее 0,7/более 50		До 5—10		Чрезвычайно опасный			
Неблагоприятные, изменяющие условия жизнедеятельности человека									
Дефляция	Площадная пораженность, %	Менее 10 [4]	Активность развития, т/га в год	Менее 3	Умеренно опасный	Д	Д*		
		10—30			Опасный				
		Более 30			Весьма опасный				

Геологическая геодинамическая информация									
Экологически значимые показатели компонентов литосферы и их характеристики									
Картируемые компоненты литосферы	Интенсивность проявления процессов (пораженность площадная, линейная, частотная)	Масштаб развития процессов (объем, радиус воздействия, мощность вовлеченных в процесс пород и т.п.)			Активность развития процессов (коэффициент активности, скорость развития процесса и т.п.)	Категория опасности процессов	Способ отображения на картах геологических процессов		
		Площадь вторично засоленных почв, %	До 20 [9, 10] 20—50 Более 50	Содержание легко растворимых солей, %			До 1 [1] 1—3 Более 3	Природных	Техногенных
Геологические природные и техногенные процессы	Площадная пораженность, %	Менее 0,1 [9] 0,1—0,2 0,2—3	Объем наледей, млн.м ³ /мощность, м	Менее 0,1/до 1 0,01—2/1—1,7 2—100/>1,7	Увеличение площади засоленных земель в год, %	Менее 2 [1] 2—5 Более 5	Умеренно опасный Опасный Весьма опасный	Sc	Sc*
Засоление (вторичное)	Площадная пораженность, %	Менее 0,1 [9] 0,1—0,2 0,2—3	Объем наледей, млн.м ³ /мощность, м	Менее 0,1/до 1 0,01—2/1—1,7 2—100/>1,7	Скорость развития, тыс.м ³ /сут	0,1—5 5—100	Умеренно опасный Опасный Весьма опасный	Н	Н*
Наледеобразование	Площадная пораженность, %	Менее 0,1 [9] 0,1—0,2 0,2—3	Объем наледей, млн.м ³ /мощность, м	Менее 0,1/до 1 0,01—2/1—1,7 2—100/>1,7	Скорость развития, тыс.м ³ /сут	0,1—5 5—100	Умеренно опасный Опасный Весьма опасный	Н	Н*
Подтопление территории	Площадная пораженность, %	Менее 50 [9] 50—75 75—100	Повышение уровня грунтовых вод, % от критического значения, м	До 25 25—50 Более 50	Скорость подъема уровня подземных вод, м/год	Менее 0,5 [9] 0,5—1 Более 1	Умеренно опасный Опасный Весьма опасный	Пд	Пд*
Просадочность лёссовых пород	Площадная пораженность, %	30—40 [8] 50—60 60—70	Объем подтвержденных деформаций пород, тыс.м ³ . Суммарная реализованная просадка	До 25 [8] До 50; 50—100 До 100; более 100	Скорость развития, см/сут	Менее 0,1 0,1—0,5 0,5—0,3	Умеренно опасный Опасный Весьма опасный	Пл	Пл*
Солифлюкция	Площадная пораженность, %	Менее 5 [9] 5—10 Более 10	Объем единичных относительно одновременных деформаций торных пород, тыс.м ³	0,1—20 [9] 1—100 Более 100	Скорость развития	Менее 2 см/год 2—10 см/год Более 100 м/ч	Умеренно опасный Опасный Весьма опасный	So	So*
Суффозия	Число форм на 1 км ²	Менее 5 5—50 Более 50	Объем подтвержденных торных пород, тыс.м ³	До 1 [9] До 10 До 30	Продолжительность проявления процесса, сут.	Более 10 [9] 0,1—30 До 30	Умеренно опасный Опасный Весьма опасный	Су	Су*
Эрозия плоскостная	Площадная пораженность, %	10—30 30—50 Более 50	Глубина смытости почвенных горизонтов	Горизонт А ₁ , min 0,5 горизонт А Горизонт А, час-точно В Горизонты А и В	Скорость развития, м ³ /га в год	2—5 [9] 5—10 10—15	Умеренно опасный Опасный Весьма опасный	Эп	Эп*

работ — полученные сведения по этому вопросу для конкретной изучаемой территории.

В типовой легенде табл. 2, которая продолжает содержание табл. 1 вправо, в каждой клетке, образующейся при продолжении горизонтальных линий этих таблиц и вертикальных линий табл. 2, ставятся различные значки, в трех вариантах, отражающие экологическое значение данного геологического процесса для живой среды. Исходя из этого, принимается решение, что в первых двух ситуациях при проведении полевых и камеральных работ геологи должны изучать такие вопросы, а в третьей — такая задача не стоит в принципе.

Экологическое значение геодинамической информации представлено, как уже отмечалось, во второй части таблицы-матрицы. В ней оценивается наличие или отсутствие связи между предложенными экологически значимыми показателями, характеризующими интенсивность, масштаб и активность развития геологических процессов (разных категорий опасности) и показателями, предложенными для оценки состояния экосистемы и ее биотической составляющей. Шапка таблицы этой части легенды (см. табл. 2) содержит в качестве привлекаемых показателей возможность адаптации экосистемы к происходящим геологическим процессам, их влияние на условия жизнедеятельности человека и состояние его организма, жизнеобитания животных, произрастания растений, обитания микроорганизмов, некоторые экономические и социальные показатели. При наличии связи между экологически значимыми показателями, характеризующими геологические процессы, и состоянием экосистемы и ее биотической составляющей, на пересечении соответствующих горизонтальных и вертикальных рядов в табл. 2 ставится «+», показывающий, что это значимый с точки зрения оценки показатель; при отсутствии такой связи ставится «-», говорящий о том, что этот биотический показатель здесь не работает. Если использование такого показателя возможно, то ставится «•». Наличие связи указывает на необходимость при картировании с целью последующего решения экологических проблем анализировать возможные последствия влияния геологических процессов на экосистемы с использованием таких показателей. В табл. 2 приведены в качестве примера некоторые катастрофические и неблагоприятные процессы с подобным анализом их связи с биотическими показателями.

Возможность адаптации экосистемы к развивающимся геологическим процессам определяется категорией их опасности. Достаточно легко экосистема адаптируется при умеренно опасном уровне их развития. Дезадаптацию (разрушение) экосистемы можно ожидать при чрезвычайно опасном уровне развития почти всех геологических процессов. Особенно это касается вулканизма, длительных наводнений, наледеобразования, цунами и т.п. Хотя, составляя карту оценки состояния верхних горизонтов земной коры определенной территории, следует, по-видимому, оценивать способность адаптироваться к воздействию геологических процессов не абстрактной экосистемы, а вполне конкретной, с учетом ее характера, т.е. генетического типа.

Почти все геологические процессы ухудшают условия жизнедеятельности человека. Как известно, они затрудняют условия строительства или сельскохозяйственного использования территории, и в целом ограничивают ресурс благоприятного для освоения пространства; создают угрозу жизни людей и даже приводят к их гибели. В качестве редкого исключения можно отметить, что при определенных условиях результаты вулканической деятельности могут привести к улучшению условий жизнедеятельности человека (за счет повышения плодородия почв, теплового фактора и др.). Видимо, поэтому, несмотря на все опасности, население стремится поселиться ближе к вулканам.

На состояние организма человека влияют многие геологические процессы. Прежде всего, все катастрофические процессы при чрезвычайном и весьма опасном уровне развития вызывают напряжение, связанное с предчувствием

или ожиданием опасности и даже угрозы для жизни. На состояние здоровья могут отрицательно действовать и такие процессы, как извержение вулканов, дефляция и засоление при большой интенсивности и масштабе развития этих процессов. При извержении вулканов заболевания людей могут быть связаны с химическими ожогами легких и повреждением слизистой оболочки в результате горячих пеплопадов, с отравлениями из-за содержания в воздухе повышенного количества вредных химических веществ и др. С процессами дефляции и засоления связаны плохое качество воды, насыщенность воздуха пылью и солью, что приводит к развитию различных заболеваний, в т.ч. сердечно-сосудистых, дыхательных путей, желудочно-кишечного тракта. Если говорить об уровне заболеваемости от фоновой, то привлекаются показатели по видам заболеваний, связанным в основном с загрязнением и с геофизическими полями. Поэтому в данном случае на пересечении горизонтальных и вертикальных рядов ставится «-» (см. табл. 2).

Оценивая связи параметров развития геологических процессов с возможным числом жертв среди населения, следует исходить из того, что жертвы могут быть при развитии всех катастрофических процессов как опасной, так и чрезвычайно опасной степени их развития. Число возможных жертв зависит от плотности населения, степени разработанности системы прогноза того или иного процесса и предупреждения катастрофического его проявления, уровня развития инфраструктуры, обеспечивающей предупреждение и эвакуацию населения.

Условия жизнеобитания животных в той или иной степени ухудшаются или могут ухудшиться при развитии почти всех катастрофических процессов. Например, в результате извержения вулканов животные могут болеть и даже гибнуть в результате бесконтрольного отравления корма и воды. Изменение химизма воды в реках, озерах и почвах может привести к качественным и количественным изменениям в видовом составе животных. Неблагоприятные процессы, такие как наледеобразование, солифлюкция, подтопление, термокарст, эрозия влияют на условия жизнеобитания животных через ухудшение кормовой базы. В качестве оценочного критерия при этом можно использовать изменение видового разнообразия. Предлагаемые зоологические показатели, такие как нарушение сезонных миграционных путей и поведенческих функций, вряд ли будут связаны с развитием геологических процессов, хотя интенсивное засоление территории и может привести к этому. Переработка берегов водохранилищ или речная эрозия — процессы, в основном ухудшающие условия жизнеобитания пернатых, разрушая их гнездовья. Хотя действия некоторых процессов (в зависимости от масштаба и стадии их развития) могут привести к улучшению условий жизнеобитания животных, создавая дополнительные укрытия (овраги, суффозионные и карстовые воронки, просадочные блюдца и др.). К тому же наледи, участки слабого засоления привлекают животных (прохлада и меньшее количество гноса или выцветы солей), а следовательно, улучшают условия их жизнеобитания. Условия произрастания растительности, как правило, ухудшаются при развитии почти всех геологических процессов. В биологии существует понятие «катастрофические смены растительного покрова» [2], которые происходят под действием таких катастрофических процессов, как извержение вулканов, лавины, обвалы, оползни, затопление и др. Такие процессы разрушают структуру растительного сообщества и изменяют его видовой состав. Многие из них приводят к полному уничтожению растительности и почвы. После завершения катастрофического процесса начинается новый этап развития растительности, возникают смены, которые называются посткатастрофическими. Это может быть процесс восстановления растительности на грунтах, лишенных почв, путем заселения территории растениями.

Неблагоприятные геологические процессы приводят часто к постепенному угнетению, изреженности растите-

2. Фрагмент правой части блока легенды «Геодинамическая обстановка», в которой систематизируются данные об экологическом значении

Геодинамическая информация		Экологическая и социально-																			
		Привлекаемые показатели для оценки состояния																			
Картируемые компоненты		Экосистема		Человек												Животный					
		Условия адаптации		Условия жизнедеятельности		Состояние организма человека			Уровень заболеваемости от фоновой*		Возможное число жертв с учетом плотности населения			Условия жизнеобитания							
Геологические природные и техногенные процессы (в качестве примера)	Категории опасности	1	•	•	—	•	+	•	+	+	—	+	•	—	—	+	—	—	—	+	•
	Легко адаптируются	2	•	+	—	•	+	•	+	+	—	+	•	—	—	•	+	—	—	+	•
	Трудно адаптируются	3	—	+	•	—	+	—	•	+	—	+	•	—	—	•	+	+	—	+	—
	Деадаптация	4	—	+	+	—	+	—	•	+	—	+	•	—	—	•	+	+	—	+	—
	Не изменяются	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Ухудшаются	2	•	+	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	•	•
		Улучшаются	3	—	+	—	—	+	—	+	—	—	+	+	—	—	—	—	—	+	—
	Здоровое	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Напряженное	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Повышенная утомляемость	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Заболевание	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Общей (ОЗ)	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Онкологической	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Лучевая болезнь	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Нет	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Единицы	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Десятки	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Сотни	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Не изменяются	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Ухудшаются	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Улучшаются	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Улучшаются		3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

экономическая информация

экосистемы и ее биотической составляющей

мир (фауна)			Растительный мир (флора)			Микроорганизмы			Биогеохимические			Экономические	Социальные			
Зоологические			Условия произрастания			Условия обитания			Зоологические					Концентрация микроэлементов		
Уменьшение видового разнообразия			Не изменяются			Не изменяются			Изменение микробной массы					В биосубстратах фауны		
Нарушение сезонных миграционных путей			Ухудшаются			Ухудшаются			В биосубстратах флоры					В биосубстратах фауны		
Нарушение поведенческих функций			Улучшаются			Улучшаются			В микроорганизмах					Биотестирование		
			Тератологические изменения											Урожайность с/х культур и кормовых трав в т/га		
			Изменение биоразнообразия											Нагрузка на почвы минеральными удобрениями и пестицидами кг/га		
			Изменение биомассы растений											Эксплуатационные запасы подземных вод питьевого назначения тыс.м³		
			Плотность проективного покрытия									Коэффициент дефицитности подземных вод				
												Мобильность населения				
												Разнообразие и живописность ландшафта				
												Плотность населения				

льности, смене, как правило, более продуктивных форм менее продуктивными из-за ухудшения температурно-влажностного режима и уменьшения плодородия почв (дефляция, засоление, подтопление и др.). В подобных случаях для оценки состояния растительности при развитии тех или иных геологических процессов можно использовать предлагаемые ботанические показатели (см. табл. 2). Как, например, изменение биоразнообразия, биомассы растений, плотности проективного покрытия. Следует только отметить, что вряд ли можно ожидать тератологических изменений в связи с развитием геологических процессов. Хотя в результате вулканической деятельности, как отмечает ряд исследователей, встречаются случаи «гигантизма» и ускоренного роста некоторых видов растений.

Для некоторых процессов отмечена возможность как улучшения, так и ухудшения условий произрастания растений, что связано с наложением многих факторов, в т.ч. изменения водного режима (см. табл. 2). Это касается вулканизма, интенсивных землетрясений, слабых наводнений, образования просадочных блюдеч и т. п.

Условия обитания микроорганизмов изменяются под действием геологических процессов в той мере, в какой пострадает при этом почва (степень ее сохранности или перекрытость абиотическими наносами и др.). Однозначно они ухудшаются при наводнениях, мощных цунами, дефляции, засолении, наледообразовании, термокарсте, эрозии и др. В качестве оценочного показателя можно использовать изменение микробной массы. Предлагаемые в табл. 2 геохимические показатели используются для оценки изменения условий обитания микроорганизмов в основном при загрязнении.

Экологические последствия развития геологических процессов можно оценивать с помощью некоторых экономических показателей, таких как урожайность сельскохозяйственных культур и кормовых трав (в т/га) и эксплуатационные запасы подземных вод питьевого назначения. Первый показатель имеет значение при оценке экологических последствий дефляции и засоления, возможно, наводнения, оползней, вулканической деятельности. На величинах второго показателя могут отразиться засоление, вулканизм, сейсмичность, карстовые провалы, дефляция, и, возможно, оползни.

Все предлагаемые социальные критерии можно использовать в той или иной степени для оценки экологических последствий развития геологических процессов. Мобильность или миграция населения могут быть связаны с вулканической деятельностью, чрезвычайно опасными землетрясениями, цунами, оползнями, весьма опасными дефляцией и вторичным засолением. Нарушение разнообразия и живописности ландшафта зависит от чрезвычайно опасного уровня развития всех катастрофических процессов, а также от весьма опасного уровня развития таких неблагоприятных процессов, как дефляция, засоление, солифлюкция, термокарст, эрозия и др. Плотность населения важна при весьма и чрезвычайно опасных катастрофических процессах, когда может быть много жертв и нанесен большой экономический ущерб.

Необходимо четко подчеркнуть, что описанная экологическая и социально-экономическая (медико-биологическая) информация собирается при общепринятых геологическомочных работах как попутная и требует дополнительного финансирования. Эта информация — дополнительная для карты современного состояния верхних горизонтов земной коры. В отличие от геологической экологически значимой информации, медико-биологическая и социально-экономическая информация на карту не выносятся, а систематизируется в легенде. При специальных экологически ориентированных геологических (эколого-геологических) съемках сбор такой информации представляет собой специальный, один из основных видов исследований, который необходимо проводить в тесном контакте с медиками, биологами, социологами и эконо-

мистами. Именно эта информация, используемая совместно с данными карты современного состояния верхних горизонтов земной коры, позволяет составить эколого-геологические карты разного содержания.

Способы отражения геодинамической информации на карте. Геологическим процессам на карте соответствуют буквенные индексы в пределах оконтуренного поля их развития, при отсутствии контура ставится внескальный знак. Кроме того, буквенный индекс дополняется на карте цифрами, обозначающими категорию опасности: 1 — умеренно опасный, 2 — опасный, 3 — весьма опасный и 4 — чрезвычайно опасный. Категории опасности определяются для каждого процесса по интенсивности проявления процесса, масштабу развития и активности. Цифры, соответствующие категории, ставятся соответственно в основной, верхней и нижней строчке относительно буквенного индекса (например, Д¹₁₋₂). Интегральная оценка категории опасности обозначается цветом буквенного индекса (1 — зелёный; 2 — жёлтый; 3 — фиолетовый; 4 — красный).

Какой из предлагаемых экологически значимых показателей будет при этом принят за решающий, зависит от многих факторов, в т.ч. от характера процесса. Например, при оценке опасности вулканической деятельности прежде всего, по-видимому, следует учесть радиус воздействия, т.е. удаленность от кратера вулкана: чем ближе к кратеру, тем большее число негативных факторов (механические, термические, химические и др.) воздействует на биоту и тем выше интенсивность этого воздействия. В привершинной части конуса, где воздействие всех факторов максимально, могут быть практически необратимые изменения компонентов природной среды (погребение или уничтожение). Затем для оценки привлекается размер площади (сектора), подверженной воздействию (в %).

В заключение следует отметить, что предложенная новая по содержанию карта современного состояния верхних горизонтов земной коры — сугубо геологическая. Она должна рассматриваться как необходимый предшественник эколого-геологических карт. Экологически значимая информация, которая будет содержаться на этой карте, построенной в соответствии с предлагаемой легендой, вполне достаточна для последующего составления эколого-геодинамической карты с оценкой или прогнозом влияния природных и антропогенных геологических процессов на условия существования различных типов экосистем и человека.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Виноградов Б.В., Орлов В.А., Снакин В.В.* Биотические критерии выделения зон экологического бедствия России // Изв. РАН. Сер. География. 1993. № 5. С. 77—79.
2. *Виноградов Б.В.* Основы ландшафтной экологии. — М.: ГЕОС, 1998.
3. *Зилинг Д.Г., Харьковина М.А., Осипук В.А.* Опыт составления обзорных оценочных эколого-геодинамических карт платформенных территорий (на примере Республики Молдова) // Геоэкология. 2001. № 2. С. 165—175.
4. *Опасные экзогенные процессы* / Под ред. В.И.Осипова. — М.: ГЕОС, 1999.
5. *Трофимов В.Т., Красилова Н.С.* Геодинамические критерии оценки состояния эколого-геологических условий // Геоэкология. 2000. № 3. С. 257—264.
6. *Трофимов В.Т., Красилова Н.С.* Крупномасштабные эколого-геодинамические карты — содержание, методика составления // Бюлл. МОИП. Отд. Геология. 2001. Т. 76. Вып. 2. С. 51—57.
7. *Трофимов В.Т., Красилова Н.С.* Критерии и методика отображения эколого-геодинамического состояния массивов горных пород на картах // Вестник Москов. ун-та. Сер. 4. Геология. 2001. № 1. С. 49—55.
8. *Трофимов В.Т. и др.* Эколого-геологические карты. — С-Пб., 2002.
9. *СНИП 22-01-095.* Геофизика опасных природных воздействий.
10. *Шеко А.И., Лехатинов А.М., Максимов М.М.* Оценка интенсивности проявления экзогенных геологических процессов при инженерно-геологическом картировании // Тр. ВСЕГИНГЕО. 1971. Вып. 43.

Прогнозирование геодинамически неустойчивых зон по комплексу геолого-геофизических и сейсмологических данных для Западно-Уральского региона

Т.С.БЛИНОВА (Горный институт Уральского отделения РАН)

До недавнего времени Восточно-Европейскую платформу и Урал относили к регионам со слабой сейсмичностью. Преобладало мнение, что территория Восточно-Европейской платформы и Урала почти асейсмична, при этом собственные редкие землетрясения проявляются здесь толчками силой 4—5 баллов, а большинство регистрируемых на платформе колебаний — лишь отголоски сильных землетрясений из сейсмически активных областей, окружающих платформу.

Сейсмологические исследования, проводимые Горным институтом Уральского отделения РАН для территории Западно-Уральского региона [3, 4], а также исследования ведущих сейсмологов страны [1, 13] свидетельствуют о том, что в отдельных зонах Западно-Уральского региона нельзя исключить возможность проявления 7-балльных землетрясений, последствия которых могут быть катастрофическими.

Оценка сейсмичности и сейсмическое районирование восточной части Восточно-Европейской платформы — важная проблема, связанная как с эксплуатацией и строительством промышленных объектов, совершенно не рассчитанных на сейсмические воздействия, так и с тем, что пропуск огромных слабоактивных платформенных территорий снижает научный уровень сейсмологических исследований и качество карт сейсмического районирования территории всей Северной Евразии. Для решения этой проблемы необходимо сопоставлять сейсмичность платформенных регионов с их геолого-геофизическими характеристиками [13].

На территории Западно-Уральского региона, расположенного в пределах трех геоструктур земной коры: восточной окраине Восточно-Европейской платформы, Предуральском краевом прогибе и Западно-Уральской складчатой зоне (рис. 1), обобщены геолого-геофизические данные и составлен каталог землетрясений. По комплексу геолого-геофизической и сейсмологической информации выделены геодинамически неустойчивые зоны. Они отличаются свойствами среды и динамикой процессов, которые стремятся к их дестабилизации под воздействием региональных и глобальных сил, и проявляются в сейсмичности.

Оценка сейсмической опасности по комплексу геолого-геофизических исследований для сейсмически слабоактивных территорий осложняется прежде всего тем, что проблемы сейсмологии наиболее изучены только для сейсмически активных районов земного шара, где достаточно часты сильные и катастрофические землетрясения [12, 14]. Для регионов с платформенным геодинамическим режимом, рассматриваемых раньше как асейсмичные, пришлось искать новые пути решения этой проблемы.

С целью решения подобной задачи в Западно-Уральском регионе изучен комплект карт масштаба 1:2 500 000; сопоставлены геологическое строение, новейшая тектоника, современные вертикальные движения земной коры, геотермическое поле с сейсмичностью региона.

По данным сравнительного анализа новейшей тектоники [6] и сейсмичности территории Западно-Уральского региона, группа землетрясений имеет четкую приуроченность к активным в новейшее время разломам, ограничивающим западный борт Предуральского краевого прогиба и Западно-Уральской складчатой зоны. Можно отметить, что эпицентры этой группы, включающей 33 землетрясения, находятся в непосредственной близости от неотекто-

нических глубинных разломов и располагаются в районе Кизеловского блока, испытывающего относительное новейшее воздымание. Эпицентры землетрясений, с одной стороны, расположены в непосредственной близости от региональных тектонических нарушений и приурочены к району, испытывающему новейшее воздымание, а с другой, тяготеют к зоне влияния горных выработок шахтных полей, в пределах которых неоднократно фиксировались горные удары. Глубина землетрясений 0,3—10 км. Приуроченность эпицентров к шахтным полям, безусловно, указывает на то, что горные работы в определенной мере инициируют землетрясения.

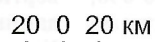
Другая большая группа, включающая 22 землетрясения, приурочена к неотектонически активным разломам и границам Предуральского и Пермского сложных блоков, а также Косвинско-Чусовского, Краснокамского и Лобановского макроблоков. Эта группа землетрясений расположена вдоль Предуральского краевого прогиба в пределах Косвинско-Чусовской седловины и к югу от нее.

В пределах Камско-Бельского авлакогена можно выделить воздымающиеся части Калтасинского сложного блока: Частинский макроблок, сопряженный с восточной границей авлакогена, Сарапульский — с Удмуртским глубинным разломом, и западная часть Верхнекамского макроблока. Здесь также зарегистрированы землетрясения.

Выделены зоны, представляющие собой участки контррастных новейших движений, совпадающих с границами крупных тектонических структур. Такие зоны сейсмоактивны [12]. К ним относятся Кизеловско-Камская геодинамически неустойчивая зона, в которой зарегистрированы 57 землетрясений, и Восточно-Ижевская (4 землетрясения). По тем же признакам, что и Кизеловско-Камская, выделена и Кировская геодинамически неустойчивая зона. Землетрясения Кировской группы находятся в непосредственной близости от неотектонических разломов, ограничивающих Казанско-Кажимский авлакоген, и расположены в районе Вятского макроблока, испытывающего относительное воздымание. В зоне зарегистрированы 6 землетрясений.

Таким образом, определены три геодинамически неустойчивые зоны Западно-Уральского региона: Кизеловско-Камская, Восточно-Ижевская и Кировская. Одно из наглядных проявлений активизации современных геодинамических процессов, протекающих в недрах, — наличие четырех зон опускания земной коры на территории Западно-Уральского региона, соответствующих Камскому и Воткинскому водохранилищам, району поселков Мишкино и Раевский, расположенных к северу и югу от г.Уфа. Скорость опускания, по данным «Карты современных вертикальных движений земной коры по геодезическим данным на территорию СССР» (ГУКК, 1989), в районе Камского водохранилища составляет 6,9 мм/год, Воткинского водохранилища — 7,4 мм/год, пос.Мишкино — 8,5 мм/год, пос.Раевский — 6 мм/год.

Одна из причин этих вертикальных отрицательных перемещений земной коры, по всей вероятности, — комплексное влияние различных видов техногенного воздействия на геологическую среду. Для подобного типа движений выбран термин «техноизостатические». Известны многие их проявления. Так, при строительстве Камского (объем воды 12,2 км³, площадь 1790 км²) [9] и Воткинско-



го (объем воды $9,3 \text{ км}^3$, площадь 1125 км^2) [7] водохранилищ тяжесть воды нарушила изостатически уравновешенное состояние земной коры и вызвала ее прогибание. Несомненно, техноизостатические движения земной коры в данном районе могли усилиться за счет добычи угля в Кизеловском угольном бассейне и в результате разработки Верхнекамского месторождения калийных солей. Выемка полезных ископаемых и перераспределение горной массы на достаточно ограниченной площади приводят к интенсификации релаксационных процессов в высоконапряженном массиве, сопровождаемых высвобождением упругой энергии. Сопоставление зоны опускания, охватывающей Камское водохранилище и часть Кизеловского угольного бассейна, а также зону Воткинского водохранилища, с зонами, выделенными ранее по принадлежности к участкам контрастных новейших движений, подтверждает их сейсмическую активность.

Исследования тепловых свойств пород приобретают особое значение в комплексе работ по прогнозу землетрясений. Проведенный анализ геотермических карт и их сопоставление позволили выделить восемь зон на территории Западно-Уральского региона с аномальными условиями теплопередачи, которые связаны с сейсмологическими данными об эпицентрах землетрясений. Это уже выделенная по ряду геолого-геофизических признаков Кизеловско-Камская зона, восточная часть которой, охватывающая Соликамскую впадину, характеризуется повышением температуры фундамента от 40 до 70°C [10]. Геоизотермы в общих чертах повторяют рельеф фундамента. Здесь же, в районе Перми, повышенным температурам по кровле девона соответствуют минимальные геотермические градиенты в толще терригенного девона, что свидетельствует о внутрипластовой разгрузке и региональном подтоке глубинных термальных вод по разломам и нарушениям фундамента и осадочного чехла (T более 40°C , геотермический градиент Γ менее $1,5$ град/100 м). Кизеловско-Камская геодинамически неустойчивая зона попадает в зону температурной неустойчивости на «Схематической карте преимущественного значения температур на мантии для Восточно-Европейской платформы» [5]. Эта зона фиксируется в области разломов, отделяющих Восточно-Европейскую платформу и Предуральский прогиб от Урала, и характеризуется значительными изменениями температуры в соседних участках земной коры. Как уже отмечалось, к этой области приурочены эпицентры сильных землетрясений до 7 баллов. Она является также и областью проявления современных вертикальных движений, которые хорошо согласо-

уются с распределением температур в подкоревой зоне. Земная кора проседает, если мантия разогревается. Сам факт территориального совпадения областей, характеризующихся температурной неустойчивостью, с областями современных вертикальных движений земной коры важен для познания ее современного термодинамического режима. Таким образом, выделенная нами уже по многим признакам Кизеловско-Камская зона находится в области температурной неустойчивости, что еще раз свидетельствует о мобильности этого участка земной коры.

В геотермическом поле выделяется еще одна зона, расположенная восточнее г.Ижевск вдоль р.Кама, форма которой напоминает неправильный овал. Зона характеризуется теми же параметрами, что и предыдущая. Проявляется она в поле современных вертикальных движений земной коры, как уже было показано раньше, и также попадает в зону температурной неустойчивости на мантии. В данном районе зарегистрированы четыре землетрясения.

Проведенный анализ карт и их сопоставление позволили выделить пять зон с аномальными условиями теплопередачи на юге Западно-Уральского региона: Куединскую, Мишкинскую, Раевскую, Абдулинскую и Южно-Казанскую. В этих зонах повышенным температурам по кровле девона соответствуют минимальные значения геотермических градиентов в толще терригенного девона, что свидетельствует о внутрипластовой разгрузке и региональном подтоке глубинных термальных вод по разломам и нарушениям фундамента и осадочного чехла ($T > 40^\circ\text{C}$, $\Gamma < 1,5$ град/100 м). Куединская, Мишкинская и Раевская зоны расположены в пределах повышения температур фундамента от 100 до 140°C [10]. Кроме того, Мишкинская и Раевская зоны, как отмечалось раньше, выделяются на «Карте современных вертикальных движений земной коры по геодезическим данным на территорию СССР» (ГУКК, 1989) как участки резкого ее опускания и попадают в зону температурной неустойчивости земной коры на «Схематической карте преимущественного значения температур на мантии Восточно-Европейской платформы» [5]. В зону температурной неустойчивости попадает также и Куединская зона.

Выделяется в значениях геотермического поля [10] и зона в районе г.Киров. Она охватывает небольшую часть Казанско-Кажимского авлакогена и распространяется на запад, на Великоорецкую погребенную седловину и Котельничский погребенный свод. Здесь нет согласованности в изменении рельефа фундамента и его температуры. Котельничскому погребенному своду со-

Рис. 1. Схема тектонического районирования Западно-Уральского региона с распределением геодинамически неустойчивых зон первого порядка, выделенных по комплексу геолого-геофизических данных:

установленные и предполагаемые границы структур: 1 — крупнейших, 2 — крупных, 3 — Западно-Уральской складчатой зоны, 4 — погребенных сводов и седловин; вершин и выступов: 5 — погребенных, 6 — сквозных; 7 — куполов, 8 — валов и валообразных поднятий, 9 — флексур, отражающих расположение разломов в фундаменте; 10 — ступени в кровле фундамента по данным сейсморазведки (ОАО «Пермнефтегеофизика»); зоны развития фундамента: 11 — беломорского, 12 — карельского; границы: 13 — резкого изменения температуры на мантии [5], 14 — Камско-Бельского авлакогена по различным данным; эпицентры землетрясений: 15 — по данным Горного института УрО РАН, 1992 г., 16 — по В.И.Померанцевой, 1965 г.; 17 — сейсмоактивные зоны, выделенные по комплексу геолого-геофизических данных (цифры в кружках): 1 — Кизеловско-Камская, 2 — Кировская, 3 — Восточно-Ижевская, 4 — Куединская, 5 — Мишкинская, 6 — Раевская, 7 — Абдулинская, 8 — Южно-Казанская; ЦУП — Центрально-Уральское поднятие; ЗУ — Западно-Уральская зона складчатости; Предуральский прогиб: ВПВ — Верхнепечорская впадина, КС — Колвинская седловина, СВ — Соликамская впадина, КЧС — Косвинско-Чусовская седловина, ЮСВ — Юрюзано-Сылвинская впадина, КРС — Красноуфимская седловина, ЮАВ — Юрюзано-Айская впадина; Восточно-Европейская платформа: Т — Тиман, ПП — Притиманский прогиб, ПБС — Пермско-Башкирский свод (ПВ — Пермский выступ, КУВ — Кунгуро-Уфимский выступ, БС — Бабкинская седловина, БВ — Башкирская впадина), КНПС — Камский наложенно-погребенный свод (КПМ — Камская погребенная моноклинал), КППС — Коми-Пермяцкий погребенный свод (А — Климковский, Б — Лойнинский выступы), ЧС — Чермозская седловина, БРС — Бирская седловина, ЧПС — Чепецкая седловина, ТС — Татарский свод (СВ — северная вершина, АВ — Альметьевская вершина), ІА — Немский выступ, ІА₁ — Ломикский и ІА₂ — Ярский купол, ІБ — Удмуртский и ІВ — Кукморский выступы, ІВ₁ — Кукморский купол, ІВ₂ — Арско-Ципинский купол, ІВ₃ — Южный склон выступа, УП — Унинский прогиб, НЗ — Нижнекамская зона дислокаций; Казанско-Кажимский авлакоген: А — Уржумский выступ, Б — Вятская зона валов; Московская синеклиза: ПС — Сыктывкарский погребенный свод (А — Летниковский, Б — Синегорский, В — Читавский купол), ВПС — Великоорецкая погребенная седловина, КПС — Котельничский погребенный свод (А — Санчурский, Б — Яранский, В — Парфеновский, Г — Котельничский, Д — Даровский выступы), МПС — Марийская погребенная седловина, ТКС — Токмовский свод, ВОМ — Ветлужско-Опаринская моноклинал, СРГ — Среднерусский грабен, КПС — Казанско-Сергиевский прогиб

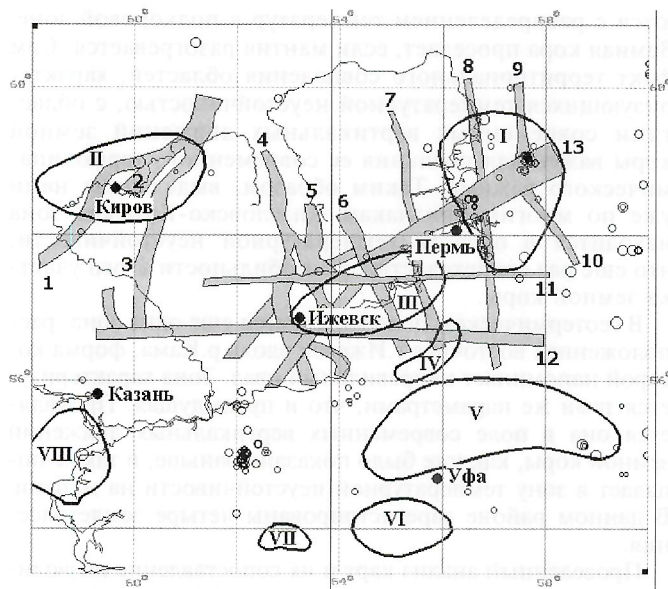


Рис. 2. Выделение геодинамически неустойчивых зон второго порядка и сопоставление их расположения с геодинамически неустойчивыми зонами первого порядка для Западно-Уральского региона:

геодинамически неустойчивые зоны первого порядка: I — Кизеловско-Камская, II — Кировская, III — Восточно-Ижевская, IV — Куединская, V — Мишкинская, VI — Раевская, VII — Абдулинская, VIII — Южно-Казанская; второго порядка — арабские цифры; кружки — эпицентры землетрясений различных магнитуд по обобщенным данным 2000 г.

ответствует повышение температуры фундамента до 50°C и более. Контрастность в увеличении температуры поверхности терригенного девона и уменьшении геотермического градиента этих отложений выражена наиболее ярко ($T > 50^\circ\text{C}$, $\Gamma < 1,05$ град/100 м), что свидетельствует о внутрипластовой разгрузке и нарушении фундамента и осадочного чехла. В этой зоне зарегистрированы землетрясения, мощность двух из которых составляет 6 и 8 баллов.

Установлена связь сейсмичности с возрастом фундамента восточной окраины Восточно-Европейской платформы. Геодинамически неустойчивые зоны Западно-Уральского региона связаны с зонами развития карелид. Подтверждена активность верхней мантии в пределах Восточно-Ижевской и Куединской зон, выделенных по геолого-геофизическим характеристикам [8]. Эти сведения приближают нас к пониманию энергетических источников землетрясений, которые, по всей видимости, являются глубинными.

В Западно-Уральском регионе по совокупности геолого-геофизических признаков и сейсмичности выделены Кизеловско-Камская, Восточно-Ижевская, Кировская, Куединская, Мишкинская, Раевская, Абдулинская и Южно-Казанская геодинамически неустойчивые зоны и, учитывая масштабность карт, используемых для их выделения, они могут быть отнесены к зонам первого порядка (см. рис. 1). Об их активности свидетельствуют, как уже отмечалось ранее, происходящие здесь землетрясения, горные удары и другие проявления современной геодинамики.

Дальнейшее развитие и решение вопросов сейсмического районирования, видится в постановке аналогичных исследований, но уже на другом иерархическом уровне. Для этого сделан переход к изучению связей геолого-геофизических характеристик, представленных в виде карт масштабов 1:1 000 000 и 1:500 000, с сейсмичностью региона. Комплексный анализ карт и других данных позволил наметить и проследить геодинамически неустойчивые

зоны второго порядка в Западно-Уральском регионе (рис. 2).

Зоны 1—3 приурочены к Казанско-Кажимскому авлакогену и отделяют Токмовско-Сытывкарскую систему выступов фундамента и соответствующие им сводовые поднятия от Кукморско-Коми-Пермской гряды блоковых поднятий фундамента. Зона 1 имеет северо-восточное простирание; зона 2, расположенная в 20 км от зоны 1, имеет такое же простирание и характеризуется небольшой протяженностью; зона 3 — самая протяженная из всех зон Казанско-Кажимского авлакогена. Она прослеживается от Уржумского выступа до слияния с зонами 1 и 2. Все они проявляются как по поверхности фундамента, так и в палеозойских отложениях. Для них характерны большие горизонтальные градиенты скоростей упругих волн в карбонатной толще. Об активности этих зон в новейший и современный этапы свидетельствуют приуроченность их к активным в настоящее время разломам, ограничивающим Казанско-Кажимский авлакоген с запада и востока. Для зоны 2 характерна ее приуроченность к протяженной долине р.Вятка. В зоне 1 зарегистрированы три землетрясения, 2 — одно, а 3 — два.

Зона 4 имеет меридиональное простирание, начинается севернее г.Глазов и пересекает всю территорию Удмуртии с севера на юг, проходя через г.Ижевск. В северной части зона 4 проявляется как по поверхности фундамента, так и в палеозойских отложениях. Здесь также наблюдаются большие горизонтальные градиенты скоростей упругих волн. Далее зона 4 выделяется почти на всем протяжении по поверхности фундамента. Ей соответствуют, но не повсеместно, серии сближенных геоморфологических линеаментов, зоны мегатрещиноватости повышенной активности, а также разломы фундамента, активизировавшиеся в палеозое, местами в кайнозое.

Зона 5 имеет такое же простирание и те же характеристики проявления, что и зона 4. Здесь зарегистрированы четыре землетрясения. Эти зоны прослеживаются на небольшом расстоянии друг от друга, иногда соединяясь в единую зону. Расположены они на западном борту Камско-Бельского авлакогена. Зона 7 практически представляет собой восточный борт Камско-Бельского авлакогена, а зона 6 заполняет его южную часть. В зоне 6 зарегистрированы два, а в 7 — одно землетрясения. Рассматриваемые зоны отделяют Кукморско-Коми-Пермскую гряду блоковых поднятий фундамента от системы поднятий, включающей Пермско-Башкирский и Камский своды.

Зона 8 отделяет блок на краю древней платформы, на котором сформировался Предуральский прогиб. Она проявляется как по поверхности фундамента, так и в палеозойских отложениях. Об активности данной зоны в новейший и современный этапы свидетельствует группа сближенных протяженных геоморфологических линеаментов, приуроченность к нему протяженных участков долин рек Кама и Сылва, а также эпицентров 11 землетрясений.

Зона 9 прослеживается севернее зоны 13 на беломорском массиве и отделяет Предуральский прогиб от Передовых складок Урала. Он проявляется по поверхности фундамента (ступень), а также в палеозойских отложениях. На схеме неотектоники [6] ей соответствует серия сближенных геоморфологических линеаментов. К зоне 9 приурочены два землетрясения.

С юга беломорский массив ограничен зоной 13, отделяющей его от карельского гетерогенного макроблока. Зоны 7—10 меридионального и субмеридионального простирания, находятся на стадии сжатия. О наличии значительных сжимающих горизонтальных напряжений свидетельствуют данные измерений в рудниках, согласно которым в субширотном направлении сжимающие напряжения в

1,5—2,5 раза превосходят вертикальную составляющую [2, 11].

Зона 13 по поверхности фундамента отмечена ступенью с амплитудой 0,2 км, а в палеозойских слоях тектоническими линеаментами. Ширина зоны достигает 20 км. Ее активность в современное время подтверждается наличием геоморфологических линеаментов и неотектонической ступени. Зона 13 — наиболее сейсмоактивная зона Западно-Уральского региона. К Кизеловско-Добрянской части этой зоны приурочены 40 эпицентров землетрясений. По результатам последних исследований, данная зона продолжается по направлению Ижевск—Елабуга. Она распадается на две зоны, ограничивающие пространство, заполненное зонами других направлений. Выделена зона по аналогичным признакам, что и зоны 4 и 5. На продолжении зоны 13 зарегистрированы еще 4 землетрясения. Зона 13, имеющая направление Кизел—Ижевск—Елабуга, — часть протяженной Анапо-Камской сейсмоактивной зоны, для которой установлена связь с внутренней структурой земной коры и верхней мантии [1]. В этой мантийной зоне почти на всем протяжении (в пределах платформы) происходят землетрясения в верхней части земной коры с h 10±5 км и M менее 3—4.

Зоны 11 и 12 в отличие от других ориентированы в широтном направлении. Для восточной части зоны 11 по поверхности фундамента и в осадочном чехле деформации выражены слабо. Активность в неоген-четвертичное время фиксируется редкими короткими геоморфологическими линеаментами. Западная часть этой зоны проявляется серией сближенных коротких геоморфологических линеаментов, зонами мегатрещиноватости повышенной активности и разломами фундамента, активизировавшимися в палеозое, местами кайнозое. К зоне 11 приурочены эпицентры четырех землетрясений.

Зона 12 пересекает весь Западно-Уральский регион от Казанско-Кажимского авлакогена до Предуралья до прогиба. Ее западная часть проявляется по поверхности фундамента и в палеозойских отложениях. В пределах Удмуртии она хорошо прослеживается по поверхности фундамента, ей соответствуют зоны мегатрещиноватости повышенной активности. Восточная часть зоны, пересекающая Пермскую область, выделена по данным ГСЗ, которые подтверждают активность мантии в этом районе [8].

Таким образом, в Западно-Уральском регионе по геолого-геофизическим и сейсмологическим данным выделены 8 зон первого и 13 геодинамически неустойчивых зон второго порядков. Установлено, что геодинамически неустойчивые зоны первого порядка определяют расположение узлов пересечения таковых второго порядка (см. рис. 2). Также определено, что геодинамически неустой-

чивые зоны первого порядка расположены в авлакогенах Западно-Уральского региона, что не случайно, т.к. авлакогены — межблоковые зоны, а это активные в течение длительного времени геодинамические системы (см. рис. 1). Геодинамически неустойчивые зоны второго порядка в основном или заполняют межблоковые зоны первого порядка, или оконтуривают их.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ананьин И.В.* Сейсмоактивные зоны Восточно-Европейской платформы и Урала // Вопросы инженерной сейсмологии. Комплексная оценка сейсмической опасности. 1991. Вып. 32. С. 106—121.
2. *Асанов В.А., Барях А.А., Еремина Н.А.* и др. Методика и результаты оценки геодинамического состояния недр Верхнекамского региона // Тез. докл. Международного симпозиума SPM «Проблемы безопасности при эксплуатации месторождений полезных ископаемых в зонах градопромышленных агломераций». — Москва—Пермь, 1995. С. 11—12.
3. *Блинова Т.С.* Выделение сейсмоактивных зон в Западно-Уральском регионе по комплексу геологических данных // Сейсмичность и сейсмическое районирование Северной Евразии. М., 1995. Вып. 2—3. С. 331—342.
4. *Блинова Т.С., Маловичко А.А.* Сейсмичность и принципы подхода к региональному сейсмическому районированию платформенных областей на примере Западно-Уральского региона // Матер. Международной конференции «Проблемы геодинамики, сейсмичности и минеративности подвижных поясов и платформенных областей литосферы». — Екатеринбург, 1998. С. 29—30.
5. *Боганик Н.С.* Радиогенное тепло земной коры Русской платформы и ее складчатого обрамления. — М.: Наука, 1975.
6. *Вохмянина Е.И., Ильиных Ю.А.* Некоторые результаты дистанционных исследований при нефтепоисковых работах на севере Урала-Поволжья // Тр. ВНИГНИ. 1982. Вып. 243. С. 44—49.
7. *Гореликов Н.М., Алексеев М.С.* Воткинское водохранилище. — Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1986.
8. *Дружинин В.С., Рыбалка В.М., Соболев И.Д.* Связь тектоники и магматизма с глубинным строением Среднего Урала по данным ГСЗ. — М.: Недра, 1976.
9. *Дубровин Л.И.* и др. Камское водохранилище. — Пермь, 1959.
10. *Ерофеев Е.Ф.* Геотермическая активность недр и размещение залежей углеводородов // Советская геология. 1970. № 11. С. 142—147.
11. *Новоселицкий В.М., Щербинина Г.П., Блинова Т.С.* Природа сейсмичности на восточной окраине Восточно-Европейской литосферной плиты // Тез. докл. первого международного семинара «Напряжения в литосфере (глобальные, региональные, локальные)». — М., 1994.
12. *Сейсмическое районирование территории СССР* / Отв. ред. В.И. Бунз, Г.П. Горшков. — М.: Наука, 1980.
13. *Уломов В.И.* Об основных положениях и технических рекомендациях по созданию новой карты сейсмического районирования территории Российской Федерации // Сейсмичность и сейсмическое районирование Северной Евразии. — М., 1995. Вып. 2—3. С. 9—26.
14. *Shi Z., Yan J., Gao V.* Study on principle and methodology of seismic zonation — a trial in northern China // Acta Seismol. Sin. 1991. Vol. 13. № 4. P. 179—188.

Региональный семинар «Практическое применение разработанной в ООН рамочной классификации энергоресурсов и других полезных ископаемых» Москва, МПР России, ВИМС, 24—25 апреля 2003 г.

К.П.КАВУН (ВИЭМС), А.И.КРИВЦОВ (ЦИНГРИ)

Разработка Международной рамочной классификации (РК) ООН запасов (ресурсов) твердых полезных ископаемых была инициирована рабочей группой ООН по углю и осуществлена в 1996—1997 гг. специально созданной группой экспертов Комитета по устойчивой энергетике Европейской Экономической Комиссии (ЕЭК) ООН. В работе над этим документом принимали участие российские специалисты О.В.Заборин, В.Ф.Твердохлебов, М.В.Шумилин, В.А.Ларичкин и др. Вопросы сопоставления ресурсных схем и создания международной классификации ранее рассматривали М.П.Бежанова, Б.И.Беневольский, А.Г.Воробьев, М.Н.Денисов, К.П.Кавун, А.Б.Каждан, И.А.Карпенко, В.П.Орлов, В.Н.Полуэктов, В.И.Пороскун и др.

На специальной сессии в 1997 г. ЭКОСОС рекомендовал странам, международным организациям и региональным комиссиям ООН рассмотреть возможность глобального применения разработанной РК. После этого ее апробация проводилась более чем в 50 странах. Во многих случаях она осуществлялась при поддержке правительств соответствующих стран и под руководством государственных органов, ответственных за учет природных ресурсов и управление природопользованием.

В последние годы Комитет по устойчивой энергетике ЕЭК ООН обращает большое внимание на проблему гармонизации терминологии и определений, используемых в действующих классификациях углеводородного сырья и разработанной РК ООН для твердых полезных ископаемых. Несмотря на определенную сложность поставленной задачи: различия в самом подходе к подготовке и оценке промышленной значимости запасов (ресурсов), и, соответственно, в принципах их категоризации, на этом пути достигнут существенный прогресс. При этом базовыми документами для сопоставления предлагаемых решений в области унификации классификационных схем в настоящее время являются РК ООН, международная классификация углеводородов SPE/WPC/AAPG и проект новой российской классификации запасов (ресурсов) нефти и газа.

В ходе регионального семинара, организованного и проведенного ЕЭК ООН и МПР России в г.Москва 24—25 апреля 2003 г., было заслушано более 20 докладов с оценкой принципов построения и опыта практического применения РК ООН к запасам (ресурсам) углеводородного сырья, урана, углей и других твердых полезных ископаемых. Наибольшее внимание обращалось на проблему сопоставимости РК ООН с национальными классификациями, создание систем глобального учета запасов (ресурсов) энергоносителей и др. В семинаре приняли участие 128 специалистов из Российской Федерации, Норвегии, Германии, Словении, Украины, Казахстана, Великобритании, Франции, Алжира, Словакии, Турции и стран Балтии, представители международных организаций — ЕЭК ООН (включая разработчиков РК), ОПЕК, Общества инженеров-нефтяников США и др. Секцией углеводородного сырья руководил Г.А.Габриелянц — советник МПР России, секцией твердых полезных ископаемых В.Ф.Череповский — главный научный эксперт-консультант МПР России.

Главная цель, которая ставилась при разработке РК ООН, заключалась в создании инструмента глобального

учета минеральных ресурсов, способного обеспечить сопоставимость и совместимость используемых в различных странах классификационных систем. И, судя по выступлениям участников семинара, такая цель может быть достигнута. Использование РК ООН повышает эффективность общения на международном уровне, обеспечивает более точную и объективную оценку значимости имеющихся в отдельных странах запасов (ресурсов) полезных ископаемых, способствует снижению риска и привлечению инвестиций в сырьевой и энергетический секторы экономики.

Отмечались наиболее важные положительные моменты РК ООН для твердых полезных ископаемых:

использование трехмерной модели классификации с добавлением к двум известным классификационным критериям третьего — степени детальности выполненной на объекте оценки технико-экономического обоснования;

применение для идентификации категорий трехзначных цифровых кодов, позволяющих легко находить соответствие между таксонами РК ООН и национальными классификациями запасов (ресурсов);

распространение классификации на группы забалансовых и прогнозных ресурсов, являющихся важными компонентами общего минерально-сырьевого потенциала стран и регионов;

введение для обозначения отдельных групп запасов (ресурсов) унифицированных терминов и определений, согласованных по важнейшим позициям с экспертами стран СГМИ.

В условиях рыночной экономики и интернационализации хозяйственных связей резко возросла важность сближения российской классификации запасов (ресурсов) полезных ископаемых с зарубежными на основе международных стандартов и прежде всего РК ООН и «кодексов» СГМИ). Представители СНГ, выступавшие на семинаре, отмечали, что применение унифицированных принципов РК ООН в бывших республиках СССР позволит сохранить и продуктивно использовать чрезвычайно ценную информацию о запасах различных видов полезных ископаемых, накопленную в Государственных балансах СССР, которые ведутся с 1928 г. В связи с этим необходимо способствовать широкому распространению в горно-геологической практике методов и принципов подсчета, оценки и учета запасов (ресурсов) полезных ископаемых, совместимых с международными стандартами путем проведения лекций, семинаров, специальных учебных курсов в высших учебных заведениях и т.д.

На семинаре было особо подчеркнуто, что под руководством МПР России разработана концепция и создана модель новой российской классификации запасов и ресурсов нефти, газа и конденсата, проведена ее апробация на внутренних и международных совещаниях. Классификация строится на принципах, предложенных ЕЭК ООН, в соответствии с которыми запасы и ресурсы классифицируются по трем основным критериям: степени достоверности, технологии разработки и экономической рентабельности. Внедрение новой классификации позволит:

более целенаправленно разрабатывать государственную стратегию управления фондом недр;

ранжировать запасы и ресурсы по их экономической значимости и оценивать риски инвесторов при их освоении;

исключить из Государственного баланса полезных ископаемых нерентабельные запасы и ресурсы;

выделять месторождения, освоение которых потребует государственной поддержки;

классифицировать запасы и ресурсы в соответствии с международными стандартами, содействуя тем самым привлечению инвесторов к освоению месторождений углеводородов.

В целом было отмечено, что в Российской Федерации проделана большая работа по разработке проектов классификаций запасов (ресурсов) для углеводородного сырья и твердых полезных ископаемых, включая уран и уголь. В принципе, все они совместимы с предложенной ЕЭК ООН рамочной классификацией. В то же время из отдельных выступлений было ясно, что работу над РК ООН нельзя считать законченной. Подчеркивалась необходимость дальнейшей апробации РК ООН в различных регионах Российской Федерации при подсчете и учете запасов энергоресурсов в соответствии с проектами новых российских классификаций с целью их доработки, а также для месторождений твердых полезных ископаемых различных видов сырья и геолого-промышленных типов. Имеющиеся в классификациях смысловые и терминологические различия могут быть в значительной степени устранены на основе использования разработанной в ЕЭК ООН цифровой кодировки в ходе двухсторонних и многосторонних рабочих встреч.

Общим является мнение о целесообразности дальнейшего расширения сотрудничества МПР России, ГКЗ и ведущих научно-исследовательских институтов страны со

специализированными организациями и комиссиями ООН при разработке требований к результатам и качеству геологоразведочных работ по стадиям, методологии учета в классификациях и инструкциях по их применению вопросов качества, технологических свойств и комплексности минерального сырья, степени сложности геологического строения месторождений.

Семинар продемонстрировал активную поддержку российскими специалистами усилий экспертов ООН по созданию рамочного стандарта классификации запасов (ресурсов) полезных ископаемых как интерфейса, обеспечивающего возможность сопоставления различных национальных классификаций друг с другом, и основы для более эффективного взаимодействия в этой области мирового горно-геологического сообщества.

В журнале «Отечественная геология» (№ 2/2003), еще до проведения семинара был опубликован проект «Классификации запасов, перспективных и прогнозных ресурсов нефти и горючих газов», подготовленный группой ведущих специалистов под руководством Г.А.Габриэлянца, и статья «Ресурсы, запасы и стадийность геологоразведочных работ на твердые полезные ископаемые» (А.И.Кривцов, Б.И.Беневольский, Б.К.Михайлов), в которой изложены базовые положения соответствующей концепции, одобренной коллегией МПР России. Эти две работы отражают основные позиции Госгеолслужбы России по ключевым вопросам, обсуждавшимся на семинаре.

В данном номере журнала публикуются доклады, заслушанные на заседаниях секции твердых полезных ископаемых семинара. Публикация этих материалов была организована Г.А.Машковцевым по инициативе редколлегии журнала «Отечественная геология».

© М.В.Шумилин, Г.А.Машковцев, С.С.Наумов, 2003

Некоторые проблемы согласования Классификации запасов (ресурсов) России и рамочной классификации ООН

М.В.ШУМИЛИН, Г.А.МАШКОВЦЕВ, С.С.НАУМОВ (ВИМС)

Рамочная классификация ООН запасов (ресурсов) твердого минерального сырья разработана с целью обеспечения возможности интеграции терминов национальных классификаций различных стран и их сопоставимости. Рамочная классификация призвана была служить «ключом» или «адаптером», с помощью которого запасы (ресурсы) конкретного объекта, оцененные в категориях одной национальной классификации, можно было бы трансформировать в категории другой, не прибегая к адекватизации терминов, используемых в этих классификациях. Такая цель в основном достигнута. Однако системы и используемая терминология рамочной и других, (во всяком случае, российской) классификаций все же отличаются.

Практически и рамочная, и все национальные классификации, в т.ч. и классификация запасов (ресурсов) твердых полезных ископаемых России, построены по единым принципам и учитывают две основные группы классификационных признаков — изученность (разведанность) запасов (ресурсов) и их экономическое значение (см. таблицу).

Главное отличие РК заключается в придании экономическому фактору ведущего значения. Прежде всего, это выражается в применении трехмерной классификационной матрицы и введении специальной «третьей оси» признаков, определяющей уровень экономической и технологической изученности запасов (ресурсов), т.е. уровень оценки их экономического значения: расчетный (ТЭО),

расчетный предварительный (ТЭС, ТЭД, ТЭР) или аналоговый на основании геологических параметров.

На первый взгляд, упомянутая ось в некоторой степени дублирует ось признаков геологической изученности. Однако это не так, поскольку стадия изучения месторождения отнюдь не всегда оказывается согласованной со стадией экономической оценки его запасов. Так, часть резервных месторождений в России разведывалась и оценивалась в период плановой экономики, когда показатели экономичности и методы их расчета были несколько иными,

Классификация запасов (ресурсов) твердых полезных ископаемых России

Объекты оценки		Месторождения		Руд- ные поля	Рай- оны	
		Разведан- ные	Оцененные			
Группы и катего- рии разведанности		Запасы		Ресурсы		
		A, B, C ₁	C ₂	P ₁	P ₂	P ₃
Эко- номи- ческие	Балансо- вые	Экономические		Обычно не подраз- деляются		
		Гранично-эконо- мические				
	Забалан- совые	Невозможные для эксплуатации				
		Неэкономические				

а общие экономические условия существенно отличались от современных. Очевидно, что результаты технико-экономических расчетов, выполнявшихся в те времена даже на достаточно высоком уровне, в современных условиях практически неинформативны и объект оказывается как бы экономически недооцененным, хотя материалы его геологического изучения (разведки) полностью сохраняют информативность. Не исключены также ситуации, когда, при наличии результатов некоторого цикла завершённых геологических исследований, недропользователь по тем или иным причинам отказывается от выполнения необходимой стадии оценочных расчетов, например, в связи с банкротством, прекращением срока действия лицензии, правовыми коллизиями и т.д. Таким образом, введение третьей оси признаков в классификационную матрицу РК представляется оправданным.

Рамочная классификация предусматривает также возможность весьма детальной дифференциации запасов по экономическому значению, для чего выделено 6 категорий (экономические, ограниченно-экономические, потенциально-экономические, предельно- и запредельно-экономические, возможно-экономические). В нашей классификации экономических групп предусмотрено только три (экономические, гранично-экономические и неэкономические), да и то одна из них (гранично-экономические) в последнее время практически не используется.

Очевидно, что развитие экономических отношений определяет необходимость глубокой дифференциации запасов по экономике. В идеале целесообразно было бы вообще выражать экономичность запасов вероятной себестоимостью получения конечной продукции, с выделением ряда категорий-интервалов. В частности, МАГАТЭ в своих обзорах по урану использует следующие стоимостные категории (в долл./кг): до 40, 40—80 и более 80.

Однако такая дифференциация сопряжена с необходимостью специальных экономических расчетов. В Государственном балансе за 1999 и 2000 годы была сделана попытка подобной дифференциации запасов урана России методом экспертной оценки. Однако в дальнейшем это было признано нецелесообразным, поскольку дифференциация оказывалась весьма приближенной. Практически основная масса запасов урана, числящихся в качестве балансовых, остается подсчитанной по кондициям 70-х годов, причем остаточные запасы эксплуатируемых месторождений с момента утверждения (те же 70-е годы) ни разу не пересчитывались. Истинное количество запасов, реально отвечающих понятию балансовых (и тем более той или иной ценовой категории) в современных экономических условиях, для урана практически не известно. Это положение, однако, никак не зависит от действующей классификации запасов.

В российской классификации используется более сложная система таксации запасов по геологической изученности (разведанности). Для этого в ней предусмотрены 4 категории — А, В, С₁ и С₂, в то время как РК обходится двумя («достоверные» и «вероятные» запасы). Запасы категорий А и В реально выделяются только на месторождениях простого строения, т.е. на таких, где опережающая эксплуатационная разведка в процессе добычи практически не проводится. На месторождениях урана, редких металлов и золота, где большие объемы эксплуатационно-разведочных работ неизбежны, запасы категорий выше С₁ практически не выделяются.

По нашему мнению, в классификации необходимо и достаточно выделить две категории запасов: разведанных А+В+С₁, («достоверных») и предварительно оцененных С₂ («вероятных»). Рамочная классификация и здесь дает нам пример здравого подхода.

Более дифференцированная система предлагается нашей классификацией и для прогнозных ресурсов, для ко-

торых предусмотрены три категории (Р₁, Р₂ и Р₃). В РК таких таксонов два («предполагаемые» и «прогнозные» ресурсы). При этом первые адекватны нашим Р₁, а вторые Р₂—Р₃, т.е. «площадным» ресурсам, без дифференциации по типу площадей. На наш взгляд, имеющийся опыт показывает, что оценки ресурсов Р₃ (а нередко и Р₂) чисто спекулятивные. Величина подобных ресурсов определяется только желанием оценщика добиться выделения инвестиций. Излишнее усложнение таксации таких ресурсов едва ли оправдано.

Следует заметить, что создание РК не устраняет необходимости компарирования и гармонизации основных терминов, используемых в горно-геологической практике различных стран. Авторы РК уделили этому значительное внимание. Ими подготовлен и приложен к классификации толковый словарь используемых терминов, включающий обозначения этапов (стадий) технико-экономической оценки, этапов (стадий) геологоразведочных работ и категорий экономической эффективности запасов, категорий запасов по изученности.

Толкования этих терминов авторами классификации близки, но не адекватны смысловому значению их аналогов, употребляемых в России. Так, термин «запасы» в России употребляется исключительно в приложении к количествам минерального сырья конкретных месторождений, но не несет экономической нагрузки (запасы могут быть «балансовые» и «забалансовые»). В РК под запасами предлагается понимать только количества сырья, получившие положительную экономическую оценку.

Поскольку во всех национальных классификациях (и в РК тоже) геологическая изученность и экономическая ценность запасов рассматриваются как независимые входы в классификационную матрицу, любое смешение значений терминов, придание им «двоякого» смысла, кажется нам нецелесообразным. Смысловое различие терминов «запасы»—«ресурсы» должно определяться или только геологической изученностью, или только экономикой. В первом случае «запасы» всегда разведанные, «ресурсы» всегда прогнозные (как в российской классификации). Соответственно, допустимы термины «экономичные запасы» (балансовые) и «неэкономичные запасы» (забалансовые), в то время как «ресурсы» характеризуются неопределенным экономическим значением. Во втором случае, «запасы» всегда «экономические», а «ресурсы» «неэкономические» или «неопределенные». При этом требуется дополнительный эпитет, уточняющий геологическую изученность, например, «достоверные» или «вероятные» запасы. Такой путь избран составителями РК.

В целом, несмотря на общую схожесть, Российская и рамочная классификации несколько отличаются, а их прямое компарирование затруднительно. Как известно, в России ведется работа над уточнением действующей классификации. Естественно, целесообразно как-то сблизить подготавливаемую классификацию с РК или хотя бы обеспечить компарируемость основных осей их классификационных матриц.

Однако построение РК вполне допускает ее параллельное использование с национальными. В частности, в России, где действует положение об обязательной государственной экспертизе запасов, экспертные органы могли бы запасам, подсчитанным в категориях и группах нашей классификации, дополнительно присваивать цифровые коды РК в соответствии с конкретными особенностями их геологической и экономической изученности и экономического значения. Проблема компарирования классификаций для работы с иностранными инвесторами по конкретным проектам оказалась бы при этом просто снятой.

МПР РФ следовало бы рекомендовать ГКЗ в порядке эксперимента осуществить такую таксацию запасов некоторых объектов.

Возможные направления дальнейшего улучшения рамочной классификации ООН и повышения ее совместимости с российской классификацией запасов и ресурсов твердых полезных ископаемых

М.А.КОМАРОВ, М.Н.ДЕНИСОВ, К.П.КАВУН (ВИЭМС)

В условиях глобализации ресурсных рынков и освоения минерально-сырьевых баз отдельных, в первую очередь развивающихся стран, создание РК ООН для запасов (ресурсов) углей и других твердых полезных ископаемых можно считать крупным международным достижением. Оно имеет важное значение для дальнейшего развития взаимопонимания между специалистами разных стран по одному из актуальных вопросов организации геологоразведочных работ и управления минерально-сырьевой базой. Основные концептуальные положения, взятые за основу при построении РК ООН, ВИЭМС полностью разделяет, поддерживает идею унификации терминологии и определений отдельных классов, групп и категорий запасов и ресурсов, принцип графического отображения классификационной модели и предложенную систему кодификации категорий запасов и ресурсов. На основе РК ООН удалось в известной степени адаптировать оценку существующей минерально-сырьевой базы России к современным рыночным реалиям.

Отсутствие до недавнего времени классификации, подобной РК ООН, обусловило ряд трудностей в привлечении иностранных инвестиций к освоению резервных месторождений на территории нашей страны, в частности, в связи с недооценкой западными партнерами степени достоверности подсчитанных запасов разведанных месторождений. По этому поводу можно лишь заметить, что качество разведки месторождений и достоверность подсчета запасов в советский период находилось на высочайшем уровне. Каждое неподтверждение запасов рассматривалось бывшим Министерством геологии и ГКЗ СССР как чрезвычайное происшествие и, как правило, сопровождалось «оргвыводами». В период реформ после проверок результатов разведки по ряду российских месторождений в высоком качестве выполнявшихся работ смогли убедиться и западные инвесторы.

Наиболее важными положительными моментами РК ООН представляются:

1. Использование трехмерной модели классификации с добавлением к двум известным классификационным критериям третьего — степени детальности выполненного на объекте оценки технико-экономического обоснования.
2. Применение для идентификации отдельных категорий трехзначных цифровых кодов, позволяющих легко находить соответствие между категориями РК ООН и национальных классификаций запасов (ресурсов).
3. Распространение классификации на группы забалансовых и прогнозных ресурсов, являющихся важными компонентами общего минерально-сырьевого потенциала стран и регионов.
4. Использование для обозначения групп запасов (ресурсов) унифицированных терминов и определений, согласованных (по важнейшим позициям) со странами СГМИ*, что открывает дорогу к дальнейшему сближению применяемых в мире систем классификации.

В то же время, по мнению авторов, РК ООН не лишена и некоторых недостатков, которые, однако, могут быть

легко устранены без изменения смысла, основной направленности и общей методологии построения классификации.

Прежде всего необходимо отметить, что при построении РК допущена методическая ошибка в определении сущности критерия категоризации запасов (ресурсов) по геологической оси «G». Авторы РК ООН нашли, как им кажется, оригинальное решение: заменить многочисленные термины, характеризующие классы запасов (ресурсов) с точки зрения геологической достоверности, терминами, обозначающими отдельные стадии выполняемых работ. При этом эксперты посчитали, что «на каждой стадии геологической оценки получают данные о запасах (ресурсах) с четко определенной степенью геологической достоверности». Необходимо указать, что это утверждение не соответствует мировой геологоразведочной практике. При любой степени изученности объекта, достигаемой по завершении отдельных стадий геологической оценки, конечным результатом, как правило, является информационный продукт различной степени достоверности.

Ошибка в определении критерия категоризации по оси «G» связана с недостаточно четким осмыслением объекта классификации вообще, т.е. по всем трем осям. Эксперты ООН исходили из того, что любое *месторождение* (или его часть, рассматриваемая как самостоятельный объект оценки) может быть однозначно охарактеризовано с позиций трех критериев: 1) стадии геологической оценки; 2) стадии технико-экономической оценки («ранга» составленного ТЭО); 3) степени экономической значимости (балансовой принадлежности). И это действительно так. В то же время их цель — обеспечение возможности разнесения по категориям РК ООН различных групп национальных *запасов и ресурсов*.

В отдельных случаях объекты классификации могут совпадать, вне зависимости от того рассматривается месторождение в целом либо группа запасов или ресурсов с той или иной степенью геологической достоверности. Это может иметь место при разведке некоторых видов полезных ископаемых на небольших месторождениях (или в прирезках к более крупным объектам), когда изучение и оценка осуществляются с одинаковой детальностью в пределах всего контура выполняемых работ, а также при слишком дробном делении геологически единого объекта между недропользователями. В условиях такого рода «атипичной чересполосицы», которую почему-то считают неотъемлемым атрибутом рыночной экономики, могут наблюдаться самые невероятные сочетания соседних участков недр по степени разведанности и освоенности.

Применительно к крупным месторождениям большинства твердых полезных ископаемых, открываемых на территории таких богатых минеральными ресурсами стран, как Канада, Австралия, Китай, Россия и др., при их изучении во всех случаях соблюдаются принципы полноты, последовательного приближения и разумного расходования средств на разведку. В результате степень изученности отдельных частей месторождения по завершении разведки всегда оказывается различной.

Из-за нечеткого представления об объекте классификации возникают трудности с разнесением выделенных национальных групп запасов (ресурсов) по категориям (ячейкам классификационной матрицы) РК ООН и их кодированием в соответствии с рекомендованной РК ООН

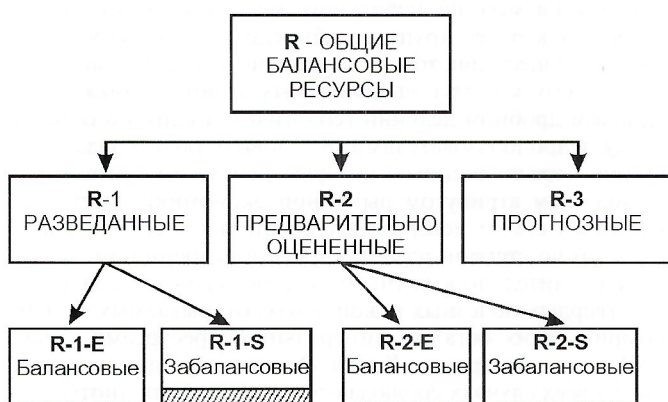
*Совет горных и металлургических институтов, образованный Австралией, ЮАР, Канадой, США, Великобританией и Ирландией для разработки проблем классификации, терминологии и определений по запасам (ресурсам) твердых полезных ископаемых.

системой. И дело здесь не только в расхождении национальных и «рамочных» требований к отдельным категориям, но и в субъективном толковании критериев классификации в различных странах.

При буквальном понимании критерия классификации по оси G к одной категории детально разведанных (по терминологии РК ООН) запасов следует относить все запасы промышленных категорий, предполагаемые запасы категории C₂ и даже прогнозные (P₁), поскольку они тоже являются результатом работ данной стадии (по менее изученной части месторождения, его флангам, глубоким горизонтам и т.д.).

В процессе апробации РК ООН выяснилось, что чаще применяют другой подход: к той или иной стадии геологической оценки относятся не все запасы (ресурсы), а лишь те, которые по степени изученности отвечают достижению основных целей соответствующих стадий работ. Иными словами, ресурсы высоких категорий (например, A, B и C₁) относятся к стадии детальной разведки, C₁ и C₂ — предварительной (в России — поисково-оценочной стадии), P₁ и P₂ — поисковых работ, P₃ — региональной геологической съемки. В данном случае практически на каждом отдельно взятом объекте приходится определять, какие категории национальной классификации соответствуют стадиям геологической оценки РК ООН. Несмотря на это, именно так интерпретируются отдельные группы и коды РК ООН по оси G при их сопоставлении с категориями национальных классификаций ГКЗ России и Украины.

При указанном подходе к пониманию сущности критерия категоризации по геологической оси в одной группе оказываются запасы (ресурсы) с существенно различной степенью геологической достоверности (например, достоверные — proved и вероятные — probable запасы СГМИ, различающиеся по степени детальности выполненного ТЭО и соответственно надежности выводов об экономической жизнеспособности объекта). Однако такой подход уже был использован в РК ООН 1979 г. (см. рисунок). С этой версией РК ООН можно согласиться. В то же время вряд ли есть смысл выделять на одном и том же месторождении запасы (ресурсы), относящиеся к различным стадиям геологоразведочных работ. Определения «разведанные» и «оцененные» в российской классификации применяются в отношении месторождений, а не запасов, и это, на наш взгляд, правильно.



Принципиальная схема РК ООН, разработанная группой экспертов в 1979 г.:

R — идентифицируемые запасы (ресурсы) полезного ископаемого *in situ*, r — их извлекаемые количества (например, r-1-E); заштрихованы — R-1-S — ресурсы на грани кондиционности. *The International Classification of Mineral Resources. Report of the Group of Experts on Definitions and Terminology for Mineral Resources. Information papers on economic developments and mineral, water and energy resources issued by the United Nations Secretariat. May, 1979.*

Ряд экспертов—участников разработки РК ООН придерживается той точки зрения, что в тексте данной классификации под стадией геологической оценки подразумевается степень изученности объекта оценки (запасов, ресурсов) геологоразведочными работами. Такая трактовка в принципе ничего не меняет, т. к. понятно, что геологическая изученность запасов (ресурсов) полезных ископаемых по отдельным категориям существенно различна. Собственно, на этом и зиждется отечественная, да и другие известные в мире, классификации запасов (ресурсов), их разделение на категории и группы. Один из «классиков» российского поисково-разведочного дела В.М.Крейтер еще в 1961 г. отмечал, что «сущность классификации запасов полезных ископаемых составляет их разделение по степени достоверности... На разных месторождениях при одинаковой плотности разведочной сети могут быть получены различные по достоверности данные; соответственно и категории запасов будут различными. На одном и том же месторождении и даже в пределах одного тела полезного ископаемого, на различных участках, разведанных с разной детальностью, запасы также будут принадлежать к различным категориям».

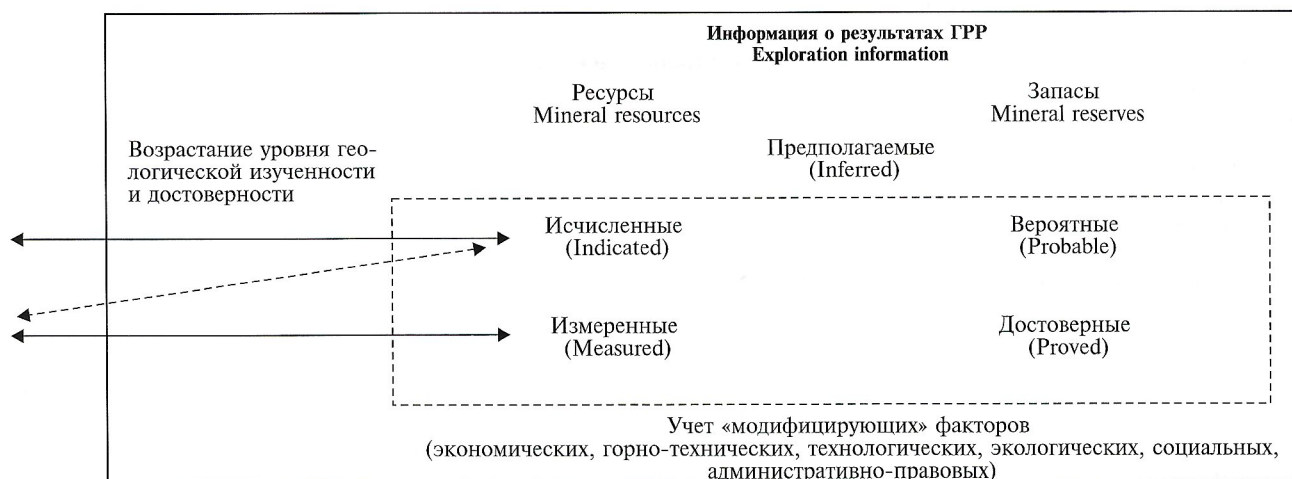
Согласно давно установившимся традициям и требованиям российской классификации запасы категорий A+B отвечают детальной степени изученности и достоверности (код 1 по РК ООН), C₁ — предварительной (код 2), C₂ — начальной (код 3). На стадии предварительной разведки запасы категории C₁ представляют собой предварительную степень изученности (код 2), категории C₂ — начальную (код 3). При доразведке месторождения в зависимости от степени изученности также могут быть получены запасы категорий C₂, C₁ и A+B.

Если считать, что прогнозные ресурсы категории P₁ по степени достоверности и надежности вполне могут быть объединены с предварительно оцененными запасами категории C₂, то из еще не выявленных (перспективных) ресурсов реальным объектом для оценки можно считать прогнозные ресурсы категории P₂. При сопоставлении с требованиями к ресурсам стадии «reconnnaissance» (региональные геологосъемочные работы) РК ООН можно сделать однозначный вывод о том, что как по геологической, так и горно-технологической изученности прогнозные ресурсы P₂ соответствуют индексу 3.

Сложности с осмыслением объекта классификации возникают лишь в связи с геологическим измерением классификационной модели РК ООН, что касается двух других осей, то здесь этот вопрос принципиального значения не имеет. Техно-экономические исследования (ТЭО) выполняются применительно к месторождению в целом. При этом в соответствии с требованиями российской классификации запасов их технологические и горно-технологические характеристики должны быть изучены с детальностью, обеспечивающей потребности проектирования (для разведанных месторождений) либо предварительной оценки основных параметров и техно-экономических показателей добычи и переработки минерального сырья (для предварительно оцененных объектов). Соответственно, при детальной разведке запасы категорий B и C₁ по данному критерию могут быть отнесены к детально изученным (feasibility study, код 1 по оси F), а запасы категории C₂ — к предварительно изученным (prefeasibility study, код 2).

Во всех случаях следует помнить, что ТЭО установленного ранга (степени детальности) в качестве опорной базы для составления требует достижения определенной степени изученности и геологической достоверности запасов в недрах. За рубежом (в соответствии с принципами РК ООН) предварительное ТЭО может составляться по результатам как детальной, так и предварительной разведок. Заключительное ТЭО во всех случаях базируется на резу-

1. Взаимоотношения между ресурсами и запасами полезных ископаемых в классификациях (кодах) СГМИ



CIM Standards on Mineral Resources and Reserves. Definitions and guidelines. Prepared by the CIM Standing Committee on Reserve Definitions. Adopted by CIM Council, August 20, 2002

лотах детальной разведки. Для закрепления этого принципа в отечественной практике необходимо будет прибегнуть к дополнительной индексации запасов—ресурсов категории C_1 с целью обозначения предварительной степени горно-технологической изученности на основе результатов: $C_{1д}$ — детальной разведки и $C_{1п}$ — предварительной.

Как в российской практике, так и в соответствии с установками РК ООН, балансовая принадлежность запасов определяется по результатам ТЭО применительно к отдельным частям месторождения на основе проведенной блокировки. В этой связи можно говорить о весьма близком соответствии двух концепций — российской и экспертов РК ООН — о необходимости разделения запасов на балансовые (экономические) и забалансовые (возможно экономические) по критерию рентабельности их освоения и эксплуатации на момент оценки. В соответствии с этим критерием запасы могут быть обозначены кодами 1 и 2 по оси экономической эффективности Е. Следует также отметить, что принимавшиеся в России попытки выделения подкатегорий ограниченно экономических и предельных потенциально экономических ресурсов положительных результатов не дали.

Завершая дискуссию о классификационных критериях РК ООН, хотелось бы подчеркнуть, что наиболее правильно было бы констатировать (и четко определить в методических рекомендациях), что объектом учета в РК вне зависимости от стадии геологоразведочных работ являются определенные объемы (количества) полезного ископаемого в недрах с той или иной степенью геологической и горно-технологической изученности, позволяющей оценивать и квалифицировать их в соответствии с укрупненной группировкой запасов (ресурсов) по всем трем осям классификационной модели. Кстати, именно такая трактовка главного критерия классификации запасов (ресурсов) принята в Китае и странах СГМИ, где акцент делается не на стадийность геологической оценки, а на различия отдельных групп (категорий) запасов (ресурсов) по степени геологической и технико-экономической изученности, а следовательно, достоверности данных и параметров подсчета запасов (табл. 1).

Нам представляется, что было бы более правильно говорить о разделении запасов разведанных месторождений на запасы высокой, достаточно высокой и низкой геологической достоверности. Такого рода дефиниции вполне

отвечали бы общему смыслу и духу РК. Необходимо также отметить, что они широко применяются в указанном смысле как в отечественной, так и в зарубежной геологоразведочной практике. Отдельно следует говорить о более дробной классификации группы прогнозных ресурсов.

Достижению совместимости национальных классификаций запасов (ресурсов) с теми или иными рамочными стандартами способствовало бы принятие единых (или весьма близких) наименований и кодированных обозначений различных категорий изученности полезных ископаемых в недрах. При этом очевидно, что сопоставляемые системы должны быть построены на единой научно-методической основе. И здесь нельзя не коснуться все еще имеющих место различий в толковании основополагающих понятий — запасы и ресурсы, без единого понимания которых вряд ли можно говорить о какой-либо унификации в подходе к отдельным подразделениям различных классификаций.

Разработчиками РК ООН дано определение общие ресурсы (total resources) как наиболее полного количественного выражения минерально-сырьевого потенциала. Необходимо окончательно договориться (и, самое главное, следовать этой договоренности) о том, что запасы (reserves) — часть общих ресурсов, признанная на момент оценки рентабельной для отработки. При этом они не перестают быть ресурсами и могут при необходимости учитываться по этой номенклатуре (например, в статистике минеральных ресурсов как элемента национального природного богатства). Все ресурсы, не включаемые в состав запасов, именуются дополнительными (или остаточными). Это достаточно громоздкое определение имеет значение в плане теоретического осмысления термина. Однако, на наш взгляд, можно условиться о том, чтобы на практике, когда речь идет о количествах полезного ископаемого, еще не выявленных геологоразведочными работами, не оцененных с технико-экономической точки зрения или на данный момент времени не представляющих реального интереса для промышленности, говорить просто о ресурсах, не забывая об отличии этого термина от общих ресурсов, включающих и запасы.

В этом случае в структурную схему РК ООН логично «вписывается» большая группа запасов низкой геологической достоверности, представляющих собой в то же время реальную экономическую ценность. Имеются в виду запасы

сы категории C_2 , относимые в настоящее время лишь к ресурсной категории *inferred* (предполагаемые). Эти запасы (которые по определенным видам сырья) могут быть как балансовыми, так и забалансовыми, не только оцениваются по результатам детальной разведки и заключительного ТЭО, но и учитываются при проектировании горных предприятий на базе месторождений высокой степени сложности.

Рамочная классификация по определению должна быть простой. В то же время, терминология, использованная при построении РК ООН в ее настоящем виде, представляется излишне усложненной. Для обозначения категорий запасов (ресурсов) используются термины из четырех различных семантических семейств, построенные исходя из различных принципов:

measured, indicated и inferred — взяты из классификации США 1980 г. («ящик Маккелви»);

proved и probable — соответствуют кодексам стран СГМИ;

reconnaissance resources — характеризуют принадлежность к определенной стадии геологической оценки;

feasibility и prefeasibility resources — характеризуют степень детальной выполненности ТЭО.

Мы предлагаем перейти к использованию в РК ООН для обозначения отдельных категорий запасов ранее апробированной во многих странах, хорошо известной и легко доступной для понимания триады терминов: *proved* (достоверные), *probable* (вероятные) и *possible* (возможные). В этом случае в структурную схему РК ООН логично «вписывается» большая группа запасов низкой геологической достоверности, представляющих собой в то же время реальную экономическую ценность. Имеются в виду запасы категории C_2 , относимые в настоящее время лишь к ресурсной категории *inferred* (предполагаемые). В России эти запасы не только оцениваются по результатам детальной разведки и заключительного ТЭО, но и учитываются при проектировании горных предприятий на базе месторождений высокой степени сложности. По некоторым видам сырья в общей массе запасов категории C_2 могут быть выделены балансовые и забалансовые разности.

Сопоставление РК ООН и действующей российской классификации 1997 г. позволяет сделать вывод о том, что в главном они не противоречат друг другу. Согласно классификации МПР РФ запасы (ресурсы), как и в РК ООН, подразделяются по степени геологической изученности и экономической значимости. Однако, что касается технико-экономического измерения (ось F), то можно сказать, что критерий уровня выполненной технико-экономической оценки всегда в неявном виде присутствовал во всех отечественных классификационных системах. Выполнение технико-экономических расчетов, соответствующих по степени детальности и точности базовой геологической информации, с составлением стандартизированных по форме и содержанию итоговых документов (ТЭС, ТЭД, ТЭО и др.) всегда было (и продолжает быть) обязательным завершающим элементом геологоразведочных работ (ГРР) любой стадии. Поэтому обозначить уровень выполненной оценки по каждому объекту работ в качестве самостоятельного элемента классификации запасов (ресурсов) несложно. Разумеется, желательно, чтобы требования к составу информации, степени ее детальности и точности по этапам технико-экономической оценки (как и по стадиям геологоразведочных работ) были универсальными, что и является одной из задач глобального внедрения РК ООН.

Работу над РК ООН нельзя считать законченной. Необходимо ее дальнейшая апробация на примере конкретных месторождений различных видов сырья и геолого-промышленных типов, широкое разъяснение ее основных положений и принципов разнесения запасов

(ресурсов) по выделяемым категориям и группам. Во многих странах неправильно поняли назначение и роль рамочного стандарта. Никто и никогда не призывал отказываться от национальных классификаций и переходить на РК ООН. Разумеется, в интересах унификации принципов оценки минеральных ресурсов по странам и регионам в национальные схемы классификации могут вноситься достаточно серьезные коррективы, однако главная задача — установление соответствия национальных категорий и групп международных стандартных единиц: РК ООН, Мировой кодекс СГМИ или иной регламент, который будет общепризнан мировым горно-геологическим и инвестиционным сообществом. Их совместимость обеспечивает возможность сведения записей национальных данных в матрицы международных сводок запасов и ресурсов полезных ископаемых.

Хотелось бы подчеркнуть, что авторы не видят никакого резона отказываться от основных принципов, заложенных в действующую российскую классификацию. По мнению многих специалистов, это наиболее рационально построенная и удобная для использования классификационная система среди всех известных на сегодняшний день классификаций других стран мира. В то же время целесообразно уточнить данную классификацию, внести в нее все лучшее, что есть в международных стандартах и регламентах, усилить ее рыночную компоненту, продублировать известные буквенно-цифровые обозначения дополнительными дефинициями из международного арсенала и т.д. Иными словами, мы считаем необходимым всячески стремиться к возможно большей сопоставимости и совместимости российской классификации запасов (ресурсов), РК ООН и классификаций, используемых крупнейшими горно-промышленными компаниями мира. Тем не менее, свои отличия специфика российской классификации запасов (ресурсов) твердых полезных ископаемых сохранит, поскольку новая классификация должна отвечать новым, вполне конкретным задачам в области управления минерально-сырьевой базой страны, способствовать наиболее успешной реализации единой Государственной политики в области использования минерального сырья и недропользования.

В настоящее время ЦНИГРИ осуществляет научно-исследовательскую проработку важной для народного хозяйства проблемы усиления прогнозно-поисковой направленности геологоразведочного процесса. С большой вероятностью можно предполагать, что реализация предложений института потребует определенных прогрессивных изменений в стадийности геологоразведочных работ на ранних стадиях их проведения, схеме категоризации прогнозных ресурсов и требованиях к их оценке как конечного результата работ предшествующих и исходной базы для последующих более детальных стадий геологического познания недр. В свете глобализации науки и практики управления минерально-сырьевыми ресурсами необходимо стремиться к тому, чтобы достижения России в данной области становились достоянием других стран, в первую очередь развивающихся, обеспечивая возможности для развития взаимовыгодных научно-технических и внешнеэкономических связей. Развитие международного сотрудничества через комиссии и специализированные организации ООН создают для этого все необходимые предпосылки.

С учетом сказанного сама идея создания рамочной классификации представляется исключительно продуктивной. В то же время российским геологам хотелось бы видеть в построении ее содержательной части, принципах категоризации запасов и ресурсов различных видов минерального сырья отражение того огромного практического опыта, который накоплен в нашей стране при изучении месторождений самых различных морфогенетических типов в самых разнообразных природно-геологических и

2. Альтернативный вариант рамочной классификации (ВИЭМС)

FRAMEWORK CLASSIFICATION РАМОЧНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ			TOTAL MINERAL RESOURCES ОБЩИЕ МИНЕРАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ				
			IDENTIFIED RESOURCES ВЫЯВЛЕННЫЕ РЕСУРСЫ			UNDISCOVERED RESOURCES ПРОГНОЗНЫЕ РЕСУРСЫ	
			Level of geological assurance Степень геологической достоверности			Prognostic estimates Прогнозные оценки	
			High (A+B) Высокая	Reasonable (C ₁) Достаточно высокая	Low (C ₂) Низкая		
Economic viability & stages of feasibility assessment Экономическое значение и этапы технико-экономической оценки	Economic Балансовые	ТЭО-1 Feasibility study	Proved economic reserves Достоверные запасы 111	Probable economic reserves Вероятные запасы 112	Possible economic reserves Возможные запасы 113		
		ТЭО-2 Prefeasibility study	Probable economic reserves Вероятные запасы 121	Probable economic reserves Вероятные запасы 122	Possible economic reserves Возможные запасы 123		
	Subeconomic Забалансовые (feasibility or prefeasibility study — ТЭО-1 или ТЭО-2)		Subeconomic resources Забалансовые ресурсы 211 221	Subeconomic resources Забалансовые ресурсы 212 222	Subeconomic resources Забалансовые ресурсы 213 223		
	Potentially economic Потенциально балансовые (geological study — начальная геолого-экономическая оценка)		Measured resource base Измеренная ресурсная база 331	Indicated resource base Исчисленная ресурсная база 332	Inferred resource base Предполагаемая ресурсная база 333	Surmised resources Прогнозные ресурсы кат. P ₁ 334-d	Hypothetical resources Прогнозные ресурсы кат. P ₂ 334-h
						Speculative Resources Прогнозные Ресурсы кат. P ₃ 334-s	

Выделенный прямоугольник — Marginal Resources (ресурсы на грани кондиционности).

географо-экономических условиях. В целях обеспечения соответствия РК ООН возлагаемым на нее ожиданиям в части реализации поставленных перед классификацией задач представляется необходимым в ближайшие годы:

1. Осуществить рекомендованную корректировку содержания критерия классификации запасов (ресурсов) по оси G всех видов твердых полезных ископаемых (включая уголь). Рекомендательный авторами модифицированный вариант РК ООН представлен в табл. 2.

2. Провести под эгидой ЕЭК ООН силами специально созданной для этой цели международной группы экспертов комплекс геолого-экономических исследований по сопоставлению используемых в настоящее время в различных странах наименований категорий и групп запасов (ресурсов) твердых полезных ископаемых с позиций требований, предъявляемых к их геологической и технико-экономической изученности, после чего можно было бы осуществить необходимые согласованные корректировки по содержанию этих требований.

3. Принимая во внимание богатый опыт российских ученых и специалистов в области разработки и внедрения нормативно-правовых и методических документов и руководств по стадийности геологоразведочных работ, требований к содержанию и результатам региональных прогнозно-поисковых, поисково-оценочных работ, предварительной и детальной разведки, прогнозно-поисковых и поисково-разведочных комплексов, методов геолого-экономической оценки месторождений полезных ископаемых на различных стадиях их изученности геологораз-

ведочными работами, в т.ч. в условиях переходного периода к рыночным отношениям в экономике, поручить российской стороне разработку и согласование с экспертами ЕЭК ООН и СГМИ:

«Методических указаний по применению РК ООН к запасам и ресурсам рудных месторождений» с представлением проекта этих указаний для обсуждения на заседании Специальной экспертной группы ЕЭК ООН в ноябре 2004 г.;

целевой программы международных исследований по унификации задач, содержания и конечных результатов работ по стадиям геологической оценки, определенным в РК ООН, и основным видам твердых полезных ископаемых с учетом различий по сложности геологического строения и геолого-промышленной типизации месторождений.

4. Осуществить совместными усилиями специалистов стран СНГ разработку научно-исследовательской темы «Разработка принципов и конкретных путей совершенствования и гармонизации классификаций запасов (ресурсов) твердых полезных ископаемых государств-членов СНГ с учетом требований РК ООН и других международных стандартов».

5. Провести в Москве в сентябре 2004 г. рабочий семинар под эгидой ЕЭК ООН для представителей геологических служб и уполномоченных органов стран СНГ по классификации запасов твердых полезных ископаемых по практическому применению формата РК ООН при учете и отчетности по минеральным ресурсам стран и регионов.

Использование принципов рамочной классификации ООН для запасов урана

А.В. БОЙЦОВ (ОАО «ТВЭЛ»)

Объединенная «Урановая группа» Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ) и Агентства по ядерной энергии при Организации экономического сотрудничества и развития, начиная с 1965 г., каждые два года выпускает так называемую Красную книгу по урану. В ней освещается современное состояние запасов, производство и потребление урана в мире в целом, а также представлены официальные данные по отдельным странам. Урановая группа объединяет более 80 специалистов в этой области из 40 стран, которые ежегодно встречаются для подготовки Красной книги.

Представитель МАГАТЭ в Урановой группе Ж.-Р.Блейз и автор настоящей статьи как ее вице-председатель, приняли участие в нескольких заседаниях международной консультативной группы ООН по применению рамочной системы классификации (РК ООН) запасов. Перед нами ставились две цели: сравнить РК ООН с системой принятой для запасов (ресурсов) урана в Красной книге и представить систему ООН для обсуждения членам Урановой группы. Это было сделано на двух последних заседаниях в сентябре 2002 г. в Пекине и июне этого года в Вене.

Классификация запасов урана МАГАТЭ. По принятой в МАГАТЭ классификации урановые запасы (ресурсы) подразделяются на три стоимостных группы: <40 долл./кг, 40—80 долл./кг, 80—130 долл./кг.

По степени геологической изученности они подразделяются на 4 категории (табл. 1):

1. Классификация ресурсов урана МАГАТЭ

Ценовая категория	Геологическая изученность			
<40 долл./кг U	RAR	EAR-1	EAR-2	Прогнозные
40—80 долл./кг U	RAR	EAR-1	EAR-2	Прогнозные
80—130 долл./кг U	RAR	EAR-1	EAR-2	Прогнозные

RAR (Reasonably assured resources) — достоверно разведанные ресурсы;

EAR-1 (Estimated additional resources) — дополнительно оцененные ресурсы 1;

EAR-2 (Estimated additional resources 2) — дополнительно оцененные ресурсы 2;

Прогнозные ресурсы (Speculative resources).

Запасы категорий RAR и EAR-1 по цене менее 80 долл./кг считаются разведанными и лежат в основе планирования и развития производства.

В результате консультаций группы международных экспертов удалось согласовать систему МАГАТЭ с различными

ми национальными системами классификации геологических ресурсов урана, принятыми в различных странах, в т.ч. в странах СНГ (табл. 2). Запасы RAR в целом соответствуют отечественным категориям A+B+C₁, EAR-1 — C₂, EAR-2 — прогнозным ресурсам P₁, а гипотетические или спекулятивные ресурсы — нашим P₂ и P₃.

Согласование рамочной классификации ресурсов ООН с системой МАГАТЭ. Система классификации, принятая МАГАТЭ, ранжирует ресурсы урана по двум категориям: экономической (3 ценовые категории <40, 40—80 и >80 долл./кг) и геологической (RAR, EAR-1, EAR-2 и прогнозные ресурсы).

Как известно, РК ресурсов ООН базируется на их цифровой кодификации по трем параметрам: 1) экономическая оценка; 2) технико-экономическая обоснованность; 3) геологическая изученность. Каждый из параметров характеризуется цифрой от 1 до 3 (1 относится к высшей степени изученности, 3 — соответственно низшей).

Сравнивая две системы, приходишь к выводу, что они вполне сопоставимы, и поэтому ресурсы урана можно классифицировать, используя систему ООН (табл. 3). Определенная условность и наличие нескольких кодов в одной ячейке вызвано отсутствием технико-экономической характеристики ресурсов в системе МАГАТЭ.

При обсуждении РК ООН на заседании Урановой группы были выявлены некоторые сложности в ее применении. Главная из них заключается в том, что организации представляющие государственные доклады в МАГАТЭ, как правило, обобщают данные отдельных геологических или горнодобывающих компаний, которые используют для классификации свои национальные системы и не имеют опыта, полномочий и соответствующих инструкций для применения системы ООН. Тем не менее, члены Урановой группы нашли консенсус и схема, показывающая согласование двух систем (см. табл. 3) будет помещена в новом издании Красной книги. Отмечалось также, что РК ООН уже используется в некоторых странах и ее можно внедрять не волевым решением международных организаций, а через соответствующие национальные геологические комитеты (организации), отвечающие за учет запасов.

Согласование рамочной классификации ресурсов ООН с российской системой. Отечественная система оценки запасов (ресурсов) урана, как и других твердых полезных ископаемых, сочетает высокие требования к геологоразведочным работам и достаточную детальность при их подсчете. Как и в системе ООН, запасы оцениваются по степени экономической рентабельности, технико-экономической обоснованности и геологической изученности. Сравнение систем (табл. 4) показывает, что между ними существует достаточно четкая корреляция. Например, балансовые запасы, разведанные по категориям от A до C₁ и прошедшие

2. Согласование национальных систем классификации ресурсов урана

Страна	Система классификаций			
МАГАТЭ	RAR	EAR-1	EAR-2	Гипотетические Speculative
Австралия	Разведанные	Дополнительно оцененные	Прогнозные	Неоткрытые
Канада	Подсчитанные	Предварительно оцененные	Прогнозные	Гипотетические
США	Разведанные	Дополнительно оцененные		Прогнозные, гипотетические
Россия и СНГ	A+B+C ₁	C ₂	P ₁	P ₂ +P ₃

3. Согласование систем классификации запасов ООН и МАГАТЭ

Экономическая ось	Ось геологической изученности				
	←				→
	МАГАТЭ	RAR	EAR-1	EAR-2	Прогнозные
	<40 долл./кг U	111	121, 122	Обычно не используются	
	40—80 долл./кг U	211	221, 222		
	80—130 долл./кг U	311	321, 322		
	<130 долл./кг U	331	332	333	334

ТЭО или проект, будут характеризоваться кодом 111, а забалансовые запасы с наименьшей изученностью — 333 или 334. Соответствующей комбинацией цифр можно определить категорию или код запасов (ресурсов) любой степени изученности.

В заключение можно подчеркнуть, что сопоставление РК запасов (ресурсов) ООН с национальными системами, используемыми для классификации ресурсов урана, показало ее универсальность. Она обеспечивает эффективную и логичную связь между различными национальными системами при представлении данных о запасах, что важно

4. Согласование систем классификации запасов ООН и России

Ось	Россия	ООН		
Экономическая	Балансовые	1	—	—
	Условно балансовые	2	—	—
	Забалансовые	3	—	—
Технико-экономическая	ТЭО, проект	—	1	—
	ТЭД, ТЭС	—	2	—
	Геологическое изучение	—	3	—
Геологическая	A+B+C ₁	—	—	1
	C ₂	—	—	2
	P ₁	—	—	3
	P ₂ +P ₃	—	—	4

для их адекватного восприятия. Система ООН в практику должна внедряться через соответствующие национальные комитеты, отвечающие за утверждение и учет запасов (ресурсов) минерального сырья.

© В.И.Ловинюков, 2003

Применение принципов рамочной классификации ООН при разработке классификации запасов и ресурсов полезных ископаемых государственного фонда недр Украины

В.И.ЛОВИНЮКОВ (ГКЗ Украины)

В мае 1997 г. постановлением кабинета министров Украины утверждена Классификация запасов и ресурсов полезных ископаемых государственного фонда недр Украины.

Новая классификация охватывает все виды полезных ископаемых и адаптирована к РК ООН (1997 г.) запасов (ресурсов) полезных ископаемых, классификации ресурсов урана МАГАТЭ.

В то же время классификация Украины сохраняет практически все положения, на основе которых базировалась классификация запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых, нефти и газа СССР.

В табл. 1 приведена классификация запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых, нефти и газа, действующая в СССР, в каждом таксоне которой показан трехпорядковый код Международной рамочной классификации. С одной стороны, из табл. 1 можно видеть, что развитие классификации СССР привело к выделению кроме категорий разведанности более крупных таксонов: разведанные, предварительно оцененные запасы, перспективные и прогнозные ресурсы. С другой, несмотря на то, что в СССР действовало больше четырех классификаций (нефть и горючие газы, твердые полезные ископаемые; подземные воды; битумы и др.), все они сводятся в единую классификационную схему или рамочную классификацию.

Таким образом, в СССР уже действовала рамочная классификация, переход от которой к Международной очень прост. На отмеченных свойствах основывается классификация Украины.

В табл. 2 приведена Классификация запасов и ресурсов полезных ископаемых государственного фонда недр Украины (1997 г.).

Можно видеть, что, в отличие от классификации СССР, которая была двумерной, в нашей классификации выделяется дополнительная ось или дополнительный признак, на основании которого разделены запасы по степени технико-экономической изученности.

Этот признак не является чем-то новым для геологов СССР. Мы знаем, что переходить к предварительной разведке объекта геологоразведочных работ можно было только тогда, когда технико-экономические соображения (ТЭС) о целесообразности промышленного освоения его окажутся положительными. Точно также к детальной разведке можно было переходить при положительном ТЭД, а к промышленному освоению — при положительном ТЭО.

Степень технико-экономической изученности объекта работ «жестко» административно «гармонизировалась» со степенью его геологического изучения. Таким образом достигалась вроде бы единая ось, которая включала и технико-экономическую изученность.

В рыночных условиях хозяйствования такая административная «гармонизация» невозможна и не нужна. Инвестор геологоразведочных работ может сам определить их стадийность и соотношение между степенью геологического и технико-экономического изучения полезных ископаемых. В рыночных условиях возможны запасы полезных ископаемых и месторождения, которые разведаны очень детально, но не оценены технико-экономически.

1. Классификация запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых, нефти и газа, действующая в СССР

Запасы (..1)+(..2)				Ресурсы (..3)+(..4)			
Степень изученности категории		Группы по народно-хозяйственному значению		Степень изученности категории			
		Балансовые	Забалансовые	Твердые полезные ископаемые		Нефть и газ	
Разведанные (..1)	A (..1)	(1..)	(2..)	Прогнозные (333+334)	P ₁ (333)	Перспективные (333)	C ₃ (333)
	B (..1)	(1..)	(2..)		P ₂ (334)	Прогнозные (334)	D ₁ (334)
	C ₁ (..1)	(1..)	(2..)		P ₃ (334)		D ₂ (334)
Предварительно оцененные (..2)	C ₂ (..2)	(1..)	(2..)				

2. Классификация запасов и ресурсов полезных ископаемых Украины (1997 г.)

Промышленное значение	Степень технико-экономической изученности	Степень геологической изученности	Код класса
1. Балансовые запасы (1..)	ГЭО-1 (..1)	Разведанные запасы (..1)	111 Достоверные
	ГЭО-2 (..2)		121 Вероятные
		Предварительно разведанные запасы (..2)	122 Вероятные
2. Условно балансовые и забалансовые запасы (2..)	ГЭО-1 (..1)	Разведанные запасы (..1)	211
	ГЭО-2 (..2)		221
		Предварительно разведанные запасы (..2)	222
3. Промышленное значение не определено (3..)	ГЭО-3 (..3)		332
		Перспективные ресурсы (..3)	332
		Прогнозные ресурсы (..4)	334

Новая классификация должна предусматривать возможность учета таких запасов в соответствии с их реальной изученностью.

В РК предусматривается три степени технико-экономической изученности: детальная (ГЭО), предварительная оценка (ГЭД) и начальная оценка (ГЭС). В классификации Украины этим ступеням соответствуют ГЭО-1, ГЭО-2 и ГЭО-3.

Детальная геолого-экономическая оценка (ГЭО-1) проводится с целью определения уровня экономической эффективности производственной деятельности горнодобывающего предприятия, которое создается или реконструируется, и целесообразности инвестирования работ по его проектированию и строительству. Степень ГЭО-1 проводится на основе разведанных запасов полезных ископаемых и включает технико-экономическое обоснование (ГЭО) постоянных кондиций для их подсчета. Детальность технико-экономических расчетов и надежность финансовых показателей ГЭО-1 должны быть достаточными для принятия инвестиционного решения без дополнительных исследований. Материалы детальной геолого-экономической оценки месторождения полезных ископаемых, положительно оцененные Государственной комиссией полезных ископаемых (ГКЗ), — основной документ, который обосновывает целесообразность финансирования работ на разработку проектов строительства горнодобывающих объектов.

Предварительная геолого-экономическая оценка (ГЭО-2) проводится для обоснования (определения) целесообразности промышленного освоения месторождения (залежи) полезных ископаемых и инвестирования геологоразведочных работ по его разведке и подготовке к

эксплуатации. Проводится ГЭО-2 на основе предварительно разведанных и разведанных запасов полезных ископаемых, оформляется как технико-экономический доклад (ГЭД) о целесообразности дальнейшей разведки, в т.ч. опытно-промышленной разработки месторождения (залежи). При этом эффективность разработки месторождения оценивается на уровне конечной товарной продукции горного производства; технико-экономические показатели определяются расчетами или принимаются по аналогии.

Начальная геолого-экономическая оценка (ГЭО-3) — обоснование (определение) целесообразности инвестирования поисково-разведочных работ на участках, перспективных на открытие месторождений полезных ископаемых. Проводится ГЭО-3 на основе количественной оценки ресурсов полезных ископаемых и подается в форме технико-экономических соображений (ГЭС) о возможном их промышленном значении. Оценка возможности (целесообразности) промышленного освоения ожидаемых месторождений полезных ископаемых обосновывается укрупненными технико-экономическими расчетами на основе доказанной аналогии с известными промышленными месторождениями или технического задания заказчика геологоразведочных работ.

Детальность геологического и технико-экономического изучения объектов геологоразведочных работ на данной стадии не позволяет достоверно выделить экономически эффективные и неэффективные запасы или ресурсы полезных ископаемых, и они поэтому рассматриваются как неразделенные.

В табл. 3 приведено сопоставление классификаций СССР и Украины.

3. Сопоставление классификации запасов и ресурсов полезных ископаемых Украины с классификацией СССР (1981–1983 гг.)

Геологическая изученность										
Классификация СССР	Твердые полезные ископаемые	А	В	С ₁	С ₂	Р ₁	Р ₂	Р ₃		
	Нефть и газ	А	В	С ₁	С ₂		С ₃		Д ₁	Д ₂
	Подземные воды	А		В	С ₁	С ₂	Р ₁			
	Классификация Украины 1997 г.	Разведанные запасы			Предварительно разведанные запасы		Перспективные ресурсы	Прогнозные ресурсы		
Балансовые запасы	Балансовые запасы	(I) 111 (II) 121			(II) 122					
Забалансовые запасы	Условно балансовые запасы	(I) 211			(II) 222					
	Забалансовые запасы	(II) 221								
	Промышленное значение не определено	(III) 331			(III) 332		(III) 333	(III) 334		

Примечание. Техничко-экономическая изученность: (I) — детально оцененные запасы, (II) — предварительно оцененные запасы, (III) — начально оцененные запасы или ресурсы; 122 — цифровой код класса: первая цифра — группа по промышленному значению, вторая — по технико-экономической изученности, третья — по геологической изученности

По степени геологической изученности запасы полезных ископаемых разделяются на две группы: разведанные и предварительно разведанные, т.е. так, как они разделялись и в классификации СССР.

Разведанные (доказанные) запасы — объемы полезных ископаемых, количество, качество, технологические свойства, горно-геологические, гидрогеологические и другие, условия залегания которых изучены с полнотой, достаточной для разработки проектов строительства горнодобывающих объектов и объектов по переработке минерального сырья. Основные параметры разведанных запасов, которые обуславливают проектные решения относительно добычи и переработки минерального сырья, а также охраны природы, определяются данными непосредственных измерений или исследований, выполненных в границах залежей по плотной сети, в совокупности с ограниченной экстраполяцией, обоснованной данными геологических, геофизических, геохимических и других исследований. Разъединяют обычно категории А, В и С₁ но могут включать только А и В (подземные воды) или даже С₂ для месторождений четвертой группы.

Предварительно разведанные (вероятные) запасы — объемы полезных ископаемых, количество, качество, технологические свойства, горно-геологические, гидрогеологические и другие условия залегания которых изучены с полнотой достаточной для определения промышленной значимости месторождения. Основные параметры предварительно разведанных запасов полезных ископаемых, влияющих на выбор способов добычи и переработки минерального сырья, оцениваются преимущественно на основе экстраполяции данных непосредственных измерений или исследований, расположенных в границах месторождения по редкой или неравномерной сети. Экстраполяция обосновывается аналогией с разведанным месторождением (залежью), а также данными геологического, геофизического, геохимического и другого изучения недр. Предварительно включают обычно категорию С₂, но в зависимости от вида полезного ископаемого могут включать и С₁, иногда Р₁.

По степени геологической изученности и достоверности ресурсы полезных ископаемых подразделяются на две группы: перспективные и прогнозные. В классификации СССР ресурсы нефти и газа также разделялись на перспективные и прогнозные.

Перспективные ресурсы — объемы полезных ископаемых, количественно оцененные по результатам геологического, геофизического, геохимического и другого изучения участков в границах продуктивных площадей с известными месторождениями полезных ископаемых определенного геолого-промышленного типа. Перспективные ресурсы учитывают возможность открытия новых месторождений (залежей) полезных ископаемых того же геолого-промышленного типа, существование которых обосновывается положительной оценкой проявлений полезных ископаемых, геофизических, геохимических и других аномалий, природа и перспективность которых доказаны. Количественные оценки параметров месторождений (залежей) полезных ископаемых определяются на основе интерпретации геологических, геофизических, геохимических и других данных или статистической аналогии. Перспективные ресурсы включают категорию Р₁, реже Р₂, С₂ для нефти.

Прогнозные ресурсы — объемы полезных ископаемых, учитывающие потенциальную возможность формирования месторождений определенных геолого-промышленных типов, которая основывается на положительных стратиграфических, литологических, тектонических, минералогических, палеогеографических и других предпосылках, установленных в границах перспективных площадей, где промышленные месторождения еще не открыты. Количественная оценка прогнозных ресурсов проводится на основе предположенных параметров по аналогии с продуктивными площадями, где есть месторождения полезных ископаемых того же геолого-промышленного типа. Прогнозные ресурсы нефти и газа включают категории Д₁+Д₂, твердых полезных ископаемых — Р₃ и Р₂.

Таким образом, категории разведанности не исключаются из новой классификации. Пунктом 7 Классификации предусматривается, что инструкциями ГКЗ по применению Классификации к месторождениям отдельных видов полезных ископаемых в границах групп по степени геологической изученности запасов и ресурсов полезных ископаемых выделяются категории разведанности запасов и достоверности ресурсов полезных ископаемых и определяются их признаки. Для месторождений твердых полезных ископаемых и подземных вод используются категории А, В, С₁, С₂, Р₁, Р₂ и Р₃, для месторождений нефти и газа — А, В, С₁, С₂, С₃, Д₁, Д₂. При этом инструкциями

ГКЗ требования к категориям могут изменяться в зависимости от вида полезного ископаемого и практики геолого-разведочных работ.

Так, инструкцией ГКЗ по применению классификации к месторождениям нефти и газа существенно повышены требования к категориям C_1 и C_2 . К категории C_1 теперь относятся только те запасы, в пределах которых выполнена опытно-промышленная разработка с положительными результатами. Получения промышленного притока уже недостаточно для отнесения запасов к категории C_1 .

В результате значительная часть запасов углеводородов переведена в более низкие категории изученности и даже в перспективные ресурсы.

По промышленному значению или экономической эффективности освоения запасы полезных ископаемых подразделяются на три группы: балансовые; условно балансовые и забалансовые; промышленное значение которых не установлено.

Балансовые — запасы, которые на момент оценки в соответствии с технико-экономическими расчетами можно экономически эффективно добыть и использовать при современной технике и технологии добычи и переработки минерального сырья, которые обеспечивают выполнение требований рационального, комплексного использования полезных ископаемых и охраны природы. Балансовые запасы могут выделяться в процессе детальной (ГЭО-1) или предварительной (ГЭО-2) геолого-экономической оценки месторождения на основе технико-экономических расчетов.

Условно-балансовые — запасы, эффективность добычи и использования которых на момент оценки не может быть однозначно определена, а также запасы, которые отвечают требованиям к балансовым запасам, но по разным причинам не могут быть использованы на момент оценки. К ним могут относиться только разведанные и детально технико-экономически оцененные запасы на месторождениях, подготовленных к промышленному освоению, и используются как ближайший резерв для прироста балансовых запасов. Таким запасам присваивается код 211.

Забалансовые — запасы, добыча и использование которых на момент оценки экономически нецелесообразны, но в будущем они могут стать объектом промышленного

значения. Эти запасы могут выделяться в процессе как детальной, так и предварительной геолого-экономических оценок, и тогда их коды будут 221 или 222.

К группе запасов и ресурсов, промышленное значение которых не установлено, относятся запасы и ресурсы полезных ископаемых, для которых проведена только начальная геолого-экономическая оценка. В зависимости от степени геологической изученности они могут обозначаться кодами 331, 332, 333, 334.

Отдельно следует остановиться на вопросе о соотношениях геологической и технико-экономической изученности. Так как технико-экономические исследования и геолого-экономические оценки выполняются для геологоразведочного объекта (месторождения) в целом, то для определения степени технико-экономической изученности каждого отдельного блока запасов (ресурсов) следует учитывать степень его геологической изученности. Принимается очевидный принцип: степень технико-экономической изученности не может превышать уровень геологической изученности. Применительно к кодам таксонов классификации это значит, что код, например, 112, невозможен, так как невозможно детально технико-экономически оценить запасы, предварительно изученные геологически. Исключение допускается для кода 334. Так, на месторождении, для которого составлен ТЭД о целесообразности перехода к его разведке, балансовые запасы категории C_1 будут отнесены к классу 121, C_2 — к классу 122, ресурсы P_1 — 333.

Именно так, в общих чертах, мы применяем принципы РК ООН для классификации запасов и ресурсов полезных ископаемых Украины.

В табл. 4 сопоставлены Международная РК и Классификация Украины.

В настоящее время ГКЗ Украины утверждает запасы как в таксонах классификаций СССР, так и в таксонах новой классификации. Государственный баланс полезных ископаемых ведется в классификациях СССР. Разработаны инструкции по применению Классификации к месторождениям нефти и газа, урана, черных металлов, строительного и блочного камня, подземных вод и др.

В этом году разрабатывается порядок перевода в новую классификацию всех полезных ископаемых.

4. Сопоставление Классификации запасов и ресурсов полезных ископаемых государственного фонда недр Украины с Международной рамочной классификацией ООН 1997 г.

Международная РК ООН		Детальная разведка	Предварительная разведка	Поиски	Рекогносцировка
	Классификация Украины, 1997 г.	Разведанные запасы	Предварительно разведанные запасы	Перспективные ресурсы	Прогнозные ресурсы
Детальная оценка (ТЭО или горный доклад)	Детальная оценка, ГЭО-1 (ТЭО)	1 (111)			
		2 (211)			
Предварительная оценка (ТЭД, ТЭР)	Предварительная оценка, ГЭО-2 (ТЭД)	1 (121)	1 (122)		
		2 (221)	2 (222)		
Начальная оценка (на основе геологических параметров)	Начальная оценка, ГЭО-3 (ТЭС)	1—2 (331)	1—2 (332)	1—2 (333)	1—2 (334)

Примечание. РК ООН: категории экономической эффективности: 1 — экономическая, 2 — потенциально экономическая, 1—2 — от экономической до потенциально экономической; Украина: группы промышленной значимости: 111), (121), (122) — балансовые запасы, (211) — условно балансовые, (221), (222) — забалансовые запасы, (332), (333), (334) — промышленное значение не определено.

Опыт применения Классификации запасов и ресурсов полезных ископаемых государственного фонда недр Украины (1999 г.), адаптированной к Международной рамочной классификации ООН и Классификации МАГАТЭ, для идентификации запасов Ватутинского месторождения урана

А.Х.БАКАРЖИЕВ, Ю.А.БАКАРЖИЕВ, В.И.ЛОВИНЮКОВ, В.Н.НИЗОВСКИЙ

Ватутинское месторождение урана расположено в центральной части Украинского кристаллического щита, сложенной палингенными и ультраметаморфическими гранитоидами нижнепротерозойского возраста. Рудовмещающие породы — натриевые метасоматиты (альбититы), образовавшиеся в результате метасоматического замещения материнских гранитов, мигматитов и гнейсов. В соответствии с перечнем основных геолого-промышленных типов урановых месторождений, приведенным в Красной книге МАГАТЭ и принятым в Украине, Ватутинское месторождение относится к типу метасоматических.

Общая протяженность оруденения по простиранию составляет 950 м, по падению — до 850 м. Ширина рудоносной зоны в плане изменяется от 15 м на окраинах до 300 м в центральной части месторождения.

Подсчет запасов балансовых руд выполнен в 1973 г. по 18 залежам, включающим рудные и безрудные участки, оконтуренные по требованиям кондиций.

Размеры рудных залежей по простиранию 50—690 м, по падению — 25—415 м. Мощность рудных залежей также изменчива и составляет 0,5—82 м.

Содержание урана по отдельным пересечениям изменяется от 0,05 до 0,606%. Средние содержания по залежам изменяются в значительно более узких пределах — от 0,069 до 0,150%.

Рудные залежи разведаны по сети 50х50 м бурением скважин с поверхности, вскрыты они разведочными горизонтальными горными выработками и подземными скважинами по сети 50х25 м на горизонтах с отметками –115 м и –55 м. Подсчет запасов руды и металла на месте залегания выполнен методом параллельных вертикальных сечений. Оконтуривание рудных залежей и подсчетных блоков производилось в соответствии с кондициями, разработанными на основании технико-экономических расчетов (ТЭО).

В результате повариантных расчетов бортовое содержание было принято равным 0,03%, минимально промышленное — 0,06%, сквозное извлечение урана в оксид (III)—(II) — 85%.

Подсчитанные и утвержденные Государственной комиссией по запасам полезных ископаемых балансовые запасы урана составили: по категории: C_1 — 22 988,1 т; C_2 — 2398,9 т; всего C_1+C_2 — 25 387 т.

Кроме того, утверждены забалансовые запасы урана в количестве 1348,7 т при содержании 0,031% без разделения по категориям и залежам.

К настоящему времени балансовые запасы месторождения, расположенные выше горизонта –460 м (отметка –270 м) отработаны на 70%. Подсчитанные по результатам геологоразведочных работ запасы подтверждаются с высокой точностью.

Для того, чтобы показать применение классификаций ООН и МАГАТЭ к запасам урана Ватутинского месторождения, приняты подсчитанные и учтенные в категориях классификации СССР по состоянию на 15.02.1973 г. разведанные запасы урана в количестве 25 387 т.

Перевод осуществлялся в соответствии со следующими положениями:

1. Промышленное значение рудных залежей.

1.1 Себестоимость добычи и переработки определялась методом экспертных оценок и на основе технико-экономических расчетов, выполненных в ТЭО кондиций 1973 г.

К запасам, себестоимость добычи и переработки которых меньше 40 долл./кг урана в форме оксидов (III)—(II), отнесены рудные залежи или их части с содержанием урана в рудах (*in situ*) больше 0,12%.

К запасам себестоимостью добычи и переработки 40—80 долл./кг отнесены рудные запасы с содержанием урана в рудах 0,12—0,08%.

1.2. В соответствии с рекомендациями Международного совещания МАГАТЭ по гармонизации классификаций урановых ресурсов в Киеве 7—9 июля 1998 г. к группе балансовых (экономических, код 1..) отнесены запасы с себестоимостью добычи и переработки меньше 80 долл./кг, т.е. все запасы залежей с содержанием урана больше 0,08%.

2. Техничко-экономическая изученность рудных залежей.

2.1. При определении степени технико-экономической изученности принималось во внимание, что месторождение в целом получило детальную геолого-экономическую оценку (ГЭО-1) с определением экономической эффективности производственной деятельности горнодобывающего предприятия.

2.2. Учитывая, что месторождение было подготовлено к промышленному освоению, балансовые (экономические) запасы категории C_1 отнесены к группе детально технико-экономически оцененных (код .1.). Балансовые (экономические по содержанию урана) запасы категории C_2 отнесены к группе предварительно технико-экономически оцененных (код .2.), так как предварительно геологически изученные запасы не могут быть оценены детально экономически.

2.3. Забалансовые запасы также отнесены к группе предварительно оцененных (код .2.) вне зависимости от категории геологической изученности, так как в будущем эти запасы могут стать объектом промышленного значения.

2.4. Коэффициент сквозного извлечения балансовых запасов урана определен с учетом потерь и разубоживания в процессе добычи и переработки руд по оптимальной технологической схеме, принятой в ТЭО.

3. Геологическая изученность рудных залежей.

3.1. По степени геологической изученности (разведанности) запасы категории C_1 по классификации 1981 г. относятся к группе разведанных (код .1.) по классификации 1997 г. и к категории *достоверно определенных ресурсов* (RAR) по классификации МАГАТЭ.

3.2. Запасы категории C_2 классификации 1981 г. относятся к группе предварительно разведанных (код .2.) классификации 1987 г. и к *дополнительно подсчитанным ресурсам* — категории I (EAR-I) по классификации МАГАТЭ.

3.3. Забалансовые запасы урана 1981 г. запасы урана, утвержденные СССР без разделения по залежам и категориям разведанности, относятся к предварительно разведанным забалансовым (код 222).

4. Результаты перевода запасов урана Ватутинского месторождения к таксонам Международной РК ООН и классификации МАГАТЭ показаны в таблице. Из таблицы видно, что балансовые запасы Ватутинского месторождения категорий C_1 и C_2 , подсчитанные по классификации 1981 г. в количестве 25 387 т, распределились следующим образом:

4.1. Достоверные балансовые запасы (*Proved reserves*) класса 111 по РК ООН составляют 19 440,4 т или 76,5% от

Перевод запасов урана Ватутинского месторождения к таксонам Международной РК ООН и МАГАТЭ

Orebody №	Classification USSR (1981)			Recovery ration, %	UN Classification (1997)					
	Geological Assessment	% U	t U (in situ)		Proved reserves		Probable reserves		Prefeasibility resources	
					111		122		221	222
					Classification IAEA					
					RAR (t U)		EAR-I (t U)			
				>\$40 kg U	\$40—80 kg U	<\$40 kg U	\$40—80 kg U	>80 kg U in situ		
1	C ₁	0,135	2511,2	85	2134,5	—	—	—	—	—
1	C ₂	0,127	202,1	85	—	—	171,8	—	—	—
1-б	C ₂	0,099	43,0	85	—	—	—	36,6	—	—
1-г	C ₂	0,134	36,1	85	—	—	30,7	—	—	—
IV	C ₁	0,150	9241,1	85	7854,9	—	—	—	—	—
IV	C ₂	0,094	26,3	85	—	—	—	22,4	—	—
IVa	C ₁	0,138	970,8	85	825,2	—	—	—	—	—
IVa	C ₂	0,083	23,1	85	—	—	—	19,6	—	—
IVб	C ₁	0,069	117,0	—	—	—	—	—	117,0	—
IVB	C ₁	0,148	1784,3	85	1516,6	—	—	—	—	—
IVB	C ₂	0,139	423,0	85	—	—	359,6	—	—	—
IVr	C ₁	0,144	4218,7	85	3585,9	—	—	—	—	—
IVr	C ₂	0,149	834,0	85	—	—	708,9	—	—	—
IX	C ₂	0,100	50,2	85	—	—	—	42,7	—	—
V	C ₁	0,097	2987,6	85	—	2539,5	—	—	—	—
Va	C ₁	0,104	447,1	85	—	380,0	—	—	—	—
Vб	C ₂	0,099	52,6	85	—	—	—	44,7	—	—
VB	C ₁	0,123	180,2	85	153,2	—	—	—	—	—
Vr	C ₁	0,141	321,7	85	273,4	—	—	—	—	—
VI	C ₁	0,094	98,2	85	—	83,5	—	—	—	—
VII	C ₁	0,085	110,2	85	—	93,7	—	—	—	—
VIII	C ₂	0,087	176,3	85	—	—	—	149,8	—	—
ЮB	C ₂	0,098	532,1	85	—	—	—	452,3	—	—
Σ	C ₁ +C ₂		25387,0	85	<u>16343,7</u> 64,3%	3096,7—12,2%	<u>1271,0</u> 5,0%	<u>768,1</u> 3,0%	<u>117,0</u> 0,5%	
	C ₁		<u>22988,1</u> 90,6%		<u>19440,4</u> 76,5%		<u>2039,1</u> 8,0%		<u>117,0</u> 0,5%	
	C ₂		<u>2398,9</u> 9,4%	85						
	out of balanced	0,031	1348,7	—	—	—	—	—	—	1348,7

запасов в недрах, вероятные запасы (*Probable reserves*) класса 122 составляют 2039,1 т или 8,0%. Всего балансовых запасов — 84,5% от общего количества подсчитанных запасов в недрах.

В забалансовые переведена только залежь IVб с запасами 117 т при содержании урана 0,069%, которые отнесены к предварительно оцененным ресурсам класса 221 по РК ООН.

Забалансовые запасы, подсчитанные по классификации 1981 г. в количестве 1348,7 т при содержании урана 0,031% отнесены к предварительно оцененным ресурсам класса 222.

4.2. В соответствии с классификацией МАГАТЭ разведанные балансовые запасы относятся к достоверно определенным ресурсам (RAR), в т.ч. с себестоимостью меньше 40 долл./кг 16 343,7 т (64,3%) и 40—80 долл./кг — 3096,7 т (12,2%).

К дополнительно подсчитанным ресурсам — категории 1 (EAR-I) относятся 8% подсчитанных запасов в т.ч. с себестоимостью меньше 40 долл./кг — 5% (1271 т).

К категории EAR-I относятся и забалансовые запасы себестоимостью добычи и переработки больше 80 долл./кг, в т.ч. разведанные класса 221 — 117 т и предварительно разведанные класса 222 — 1348,7 т.

Из сказанного можно сделать следующие выводы:

1. Запасы урана, подсчитанные в таксонах классификации 1981 г. относительно просто переводятся как в таксоны РК ООН, так и таксоны классификации МАГАТЭ с использованием показателей ТЭО постоянных кондиций.

2. Опыт работы по применению Международной РК ООН (UNFC) в Украине показывает, что ее положения могут применяться как для месторождений урана, так и для других полезных ископаемых.

Сравнительный анализ применения классификаций запасов и ресурсов используемой в Украине, РК ООН и Классификации бывшего СССР (на примере отдельных залежей Украины)

В.Я.СИНИЦЫН (Львовское отделение Украинского геологоразведочного института)

Задача о переходе всех отраслей хозяйственной деятельности Украины на международную систему учета и стандартов была сформулирована в 1993 г. в Государственной программе, которая утверждена кабинетом министров Украины. В этой программе обязательным условием перехода на международную систему учета и статистики был «переход на международные классификации и в первую очередь их адаптации к международным стандартам отраслевых классификаций всех видов экономической деятельности...».

В плане реализации данной программы в геологоразведочной области и оценки имеющейся минерально-сырьевой базы полезных ископаемых с позиции международных стандартов была разработана новая, действующая в настоящее время «Классификация ресурсов и запасов полезных ископаемых государственного фонда недр Украины», которая введена в действие в мае 1997 г. Эта классификация ресурсов и запасов универсальна и, как показывает 5-летний опыт ее использования, она применима для всех видов полезных ископаемых.

В основу украинского варианта классификации были положены принципы и предложения экспертной группы по углю ООН по использованию международной РК ООН запасов и ресурсов для месторождений различных полезных ископаемых (твердые горючие ископаемые, минеральное сырье, углеводороды), опубликованные в 1995 г.

К этим принципам и рекомендациям были отнесены: рыночные отношения в недропользовании и экономике геологоразведочных работ, что потребовало введения вида и понятия товара для каждой стадии и этапов геологоразведочного процесса;

требования к полноте геологической, технико-технологической и экономической изученности полезных ископаемых для выделяемых категорий или групп запасов и ресурсов;

обязательность проведения геолого-экономической оценки (ГЭО) результатов каждого этапа геологоразведочных работ и определения экономической целесообразности дальнейших работ (в украинской классификации предусматривается составление трех видов ГЭО: ГЭО-1, детальная; ГЭО-2, предварительная, и ГЭО-3, начальная);

обязательное технико-экономическое обоснование извлекаемой части запасов основных и попутных полезных ископаемых;

введение трехмерного кода классов запасов и ресурсов.

В новой украинской классификации при определенных условиях были сохранены основные положения классификации СССР (1983 г.), часть из которых также используется в РК, — подразделения геологоразведочного процесса на этапы геологической и промышленной изученности; принципы разделения полезных ископаемых по геологической изученности на две большие группы: ресурсы и запасы; индексы отдельных (групп) категорий запасов и ресурсов в соответствии с геологической изученностью (А, В, С₁, С₂, С₃ и Д) и, следовательно, отраслевая терминология.

Из приведенного следует, что украинская классификация полностью соответствует РК ООН в части требований к комплексной изученности разных групп запасов и ресурсов. Отдельные необходимые условия применения классификации для месторождений различных групп полезных ископаемых (углеводороды, твердое топливо, металлы, вода и т.д.) отражались в соответствующих инст-

рукциях по ее применению и в дополнительных стандартах по определению необходимых параметров и составлению геолого-экономической отчетности.

Без дополнительных нормативно-методических инструкций и стандартов новая классификация не может быть дееспособной и, главное приемлемой для оценки минерально-сырьевой базы (МСБ) не только для месторождения, но и для залежей.

Так, для углеводородного сырья (нефть и горючие газы) были составлены и введены в действие начиная с 1999 г. дополнительные нормативные документы на уровне отраслевых стандартов, из которых следует отметить:

этапы и стадии геологоразведочных работ на нефть и газ; инструкция по применению классификации ресурсов и запасов полезных ископаемых государственного фонда недр к геолого-экономическому изучению ресурсов перспективных объектов и запасов месторождений нефти и газа;

порядок учета запасов нефти, горючего газа и попутных полезных компонентов в государственных балансах;

инструкция о содержании, оформлении и порядке представления в ГКЗ Украины материалов геолого-экономической оценки месторождений нефти и газа;

составление начальной (ГЭО-3) и предварительной (ГЭО-2) геолого-экономических оценок геологоразведочных работ на нефть и газ;

опытно-промышленная разработка нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождений; порядок проведения; определение коэффициентов извлечения газа и конденсата;

определение коэффициентов извлечения нефти для геолого-экономической оценки запасов и ресурсов прогнозных и выявленных залежей.

В стадии согласования и утверждения находятся еще несколько документов, среди которых:

порядок составления кадастра нефтегазоперспективных объектов, в котором главным признаны экономические ожидаемые результаты от их освоения;

инструкция об обязательном перечне необходимых геолого-геофизических и промышленно-экономических материалов для обоснования ежегодных приростов запасов по результатам проведенных геологоразведочных работ. В этой инструкции предложено проводить приемку и оценку ежегодных (оперативных) приростов запасов, которые предлагается для учета в государственных балансах в ГКЗ Украины, что предотвратит учет низкодостоверных и недостаточно изученных запасов в группах высоких категорий.

Таким образом, в Украине практически создано правовое и нормативное поле, необходимое для проведения переоценки ресурсной базы углеводородов с позиций рыночно-экономических принципов.

Фактически эта переоценка была начата ГКЗ Украины, в которой материалы геолого-экономической оценки месторождений нефти и газа (материалы бывшего подсчета запасов) принимались с учетом новых требований классификации 1997 г. для принятия решения о промышленном значении запасов, и подготовленности их либо к промышленной, либо к опытно-промышленной разработке. Одновременно с этим представленные на рассмотрение материалы оценивались с позиции «старой» классификации СССР (1983 г.) с целью их временного учета в государственном балансе, который пока что ведется по старой схеме.

За последние 5 лет (1997—2001 гг.) ГКЗ Украины рассмотрены материалы по 39 месторождениям углеводородов различной степени изученности. Среди них были месторождения (залежи), находящиеся в стадии разведки, опытно-промышленной разработки, законченных разведкой и подготовленных к промышленной разработке, были и месторождения на завершающей стадии разработки. Опыт применения новой классификации не выявил особых трудностей, однако размер общих запасов по залежам их разведанных запасов во многих случаях был намного ниже тех, которые оценивались по классификации 1983 г. Нужно также отметить, что при этом не было трудностей в процессе установления кодов классов с различной геологической и технико-экономической изученностью.

Снижение запасов разведанной группы (категорий $A+B+C_1$) было обусловлено преимущественно отсутствием по залежи или месторождению подстадии разведочного этапа опытно-промышленной разработки, необходимых материалов опробования и промыслово-геофизических исследований для подтверждения продуктивной площади, неувязки сейсмической основы морфологии и данных бурения, некорректными расчетами коэффициентов извлечения, а также отсутствием необходимого технико-экономического обоснования.

Самым значительным несоответствием цифр разведанных запасов по старой классификации и этой же группы запасов по новой после проведения опытно-промышленной разработки было отмечено по газоконденсатному месторождению, по которому не было подтверждено 94% запасов, числящихся на балансе (24,9 из 26,5). Причина — отсутствие коллекторов промышленного значения.

По остальным объектам различие в общих и разведанных запасах, оцененных по разным классификациям меньше, но они существенны для конкретных залежей. Необходимо также отметить, что по многим мелким по запасам и глубоко залегающим залежам не проведено геолого-экономическое обоснование экономической рентабельности их разработки.

В государственном балансе Украины сейчас учтено более 300 месторождений углеводородов и поэтому те изменения в распределении запасов по группам разведанности месторождений, прошедших экспертизу ГКЗ Украины, не могут отражать общую по Украине картину. По этой группе месторождений можно привести лишь общие цифры разведанных запасов нефти, газа и конденсата, которые учитывались в балансе и не были подтверждены необходимыми материалами. По нефти не было подтверждено около 12 млн.т извлекаемых (≈ 28 млн.т общих) запасов категорий $A+B+C_1$, что равнозначно 4—4,5 годовой добычи. По газу (газ свободный+газ газовых шапок) не подтверждено материалами около 34 млрд.м³, что соответствует 2-годовой добыче.

Приведенные результаты подтверждают необходимость проведения переоценки запасов государственного баланса нефти, газа и конденсата с позиций требований новой классификации. При этом речь не идет о «повальном» рассмотрении в ГКЗ Украины материалов подсчета запасов всех месторождений с учетом абсолютно всех требований ко всем аспектам новой классификации.

Это задача скорее всего далекой перспективы, так как невозможно не только подготовить, но даже рассмотреть материалы геолого-экономической оценки по большому числу месторождений в ГКЗ Украины в ближайшие 10 лет. И в то же время проведение такой переоценки запасов месторождений после принятия новой классификации и ввода в действие дополнительных руководящих документов — первоочередная задача, т.к. цифры баланса запасов должны отражать реальный рыночный потенциал, который служит базой не только для геологоразведочной от-

рабатки. Учитывая это, параллельно с оценкой запасов месторождений углеводородов в ГКЗ Украины, проводилась с позиции новых требований переоценка запасов залежей (месторождений), которые учитывались государственным балансом. Отсутствие такой переоценки запасов с позиции международных стандартов делает невозможным объективное планирование объемов геологоразведочных работ для подготовки месторождений к промышленной разработке, а также определение сроков их ввода в разработку. Все это ухудшает инвестиционный климат за счет низкой достоверности цифр запасов и искажает роль государства в освоении ресурсной базы углеводородов.

Переоценка запасов месторождений баланса проводилась по значительно упрощенной схеме, разработанной научно-исследовательскими, геологоразведочными, добывающими и государственными организациями и предприятиями. Такая схема, которая представлена в таблице, была согласована и одобрена Экспертно-техническим советом ГКЗ Украины. Переоценку по этой схеме решено рассматривать как первую, приближенную к «первому чтению» и подлежащую учету в государственном балансе на 01.01.2004г.

Основные принципы переоценки следующие:

1. Не пересматриваются общие контуры нефтегазоносности, положение ГВК, ВНК, ГНК и величин коэффициентов извлечения углеводородов.

2. Не пересматриваются подсчетные параметры, которые были приняты раньше.

3. Не округляются и не меняются цифры запасов, если не меняются подсчетные параметры.

4. Не меняется общая нефтегазоносность, остается без изменения сумма запасов и ресурсов или площадей их залежей в обычных случаях.

5. Пересматриваются в соответствии с Инструкцией:

5.1. Категории разведанности и достоверности запасов и ресурсов

5.2. Положения границ между категориями

5.3. Количество запасов и ресурсов разных категорий

5.4. Запасам и ресурсам новых категорий даются коды Международной кодификации

5.5. Коэффициент извлечения газа не применяется.

6. Не меняется промышленное значение общих запасов углеводородов. Если они относились к экономическим, то такими их и нужно рассматривать. В то же время к балансовым запасам следует относить только извлекаемую часть.

7. Ресурсы углеводородов относятся к группе, промышленное значение которых не установлено, так как достоверность их параметров не позволяет сделать более точную ГЭО. Соответственно, предварительно разведанные запасы не могут иметь детальную технико-экономическую оценку.

8. Переоценке подлежат только те запасы и ресурсы, которые учтены в балансе. При этом соответствие их действительным запасам не проверяется.

9. Арифметические ошибки сначала согласовываются с недропользователями, Геоинформом и ГКЗ Украины и только потом учитываются.

10. При несовпадении данных на графиках и таблицах предпочтение отдается таблицам и то после согласования с недропользователями, Геоинформом и ГКЗ Украины.

11. Если проведена опытно-промышленная разработка, то вначале оконтуриваются запасы категории В или C_1 и извлекаемые запасы имеют код класса 111.

12. Если «остатки» площади запасов старой категории $C \gg 10\%$, то они относятся к новой категории C_2 (код класса 122), если $<10\%$, то они включаются в блок новой категории C_1 .

13. Если опытно-промышленная разработка не проведена, то все запасы категории C_1 переводятся в категорию

Запасы Баланса Классификации 1983 г.			Определяющие условия, которые учитываются в первую очередь в процессе приведения запасов	Классификация 1997г.					
Промыш- ленное значение	Категория	Геол. Извл.		Катего- рия	Код класса	Запасы			
						Общие (геологи- ческие)	Извлека- емые (балансо- вые)	Условно- балансовые и забалансовые	Промышлен- ное значение не определено
Балан- совые	А; В	Геол. Извл.	Запасы, утвержденные ГКЗ СССР, ЦКЗ Министерств СССР, ГКЗ Украины	А; В		Геол.			
					111	Извл.			
	А; В	Геол. Извл.	Запасы не утверждены в установ- ленном порядке	А; В		Геол.			
					121	Извл.			
С ₁	Геол. Извл.	Запасы утверждены, ОПР проведе- на*	С ₁		Геол.				
				111	Извл.				
									221
С ₁	Геол. Извл.	Запасы не утверждены, ОПР про- ведена*	С ₁		Геол.				
				121	Извл.				
									221
Балан- совые	С ₁	Геол. Извл.	ОПР не проведена. Независимо от утверждения запасов, они перево- дятся в кат. С ₂ (1997 г.)	С ₂		Геол.			
					122	Извл.			
	С ₂	Геол. Извл.	Изученность удовлетворяет требо- ваниям предварительно разведан- ных запасов кат. С ₂ (1997 г.). Залежь или ее часть расположены выше уста- новленного уровня продуктивности**	С ₂		Геол.			
					122	Извл.			
									222
Забалансо- вые	—	Геол. —	Технико-экономические расчеты нерентабельности разработки вы- полнены по данным ОПР или промышленной разработки	С ₁		Геол.			
					221		Геол.		
222		Геол.							
С ₃	Геол. —	В новой Классификации (1997 г.) извлекаемые запасы не определя- ются, не учитываются в Балансе и не кодируются	С ₃		Геол.				
				333	—	—	Геол.		

* Для приведения запасов к таксонам новой классификации (1997 г.) ОПР условно считается проведенной, если извлечено >5% извлекаемых запасов залежи или установлено снижение пластового давления более чем на 5—10%.

** Граница продуктивности пласта, разведанного предварительно (кат. C₂ 1997 г.), может устанавливаться по данным опробования или по данным геофизических исследований скважин.

C₂ и оконтуриваются в соответствии с Инструкцией. Остатки запасов старой категории C₁ могут включаться в новую категорию C₂, если их мало, если их много, то они переводятся в группу перспективных ресурсов.

14. Запасы с кодом класса 332 могут выделяться на месторождении, на котором не проведена предварительная ГЭО и отсутствуют запасы классов 111, 121 или 122.

Переоценку запасов углеводородов по этой схеме проводили те предприятия (организации, фирмы, компании), за которыми они учтены в государственном балансе.

По всей Украине окончание этой работы планируется на конец 2003 г. В ней участвуют НАК «Нефтегаз Украины», НАК «Недра Украины» и профильные отраслевые институты.

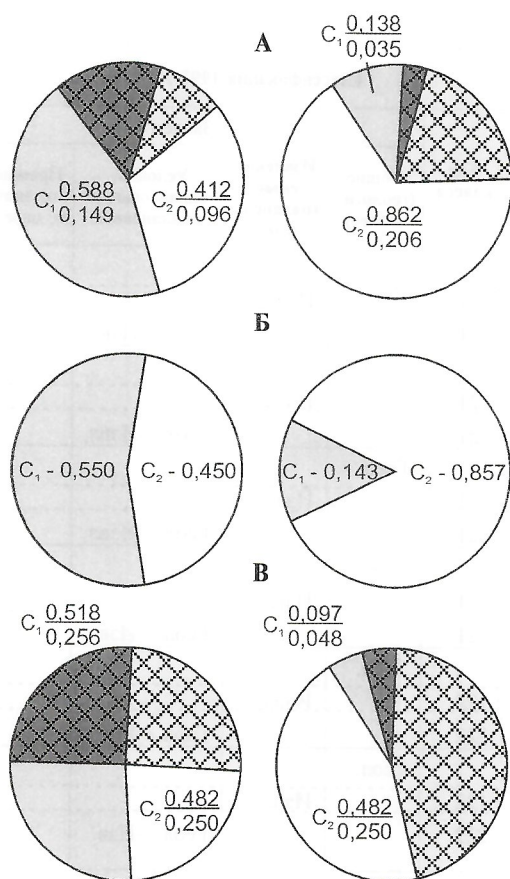
По месторождениям НАК «Недра Украины» работа закончена, согласована с предприятиями, прошла экспертизу со стороны ГКЗ Украины, рассмотрена и результаты протоколно утверждены решением Экспертно-техническим советом ГКЗ Украины.

Переоценка проведена по 76 месторождениям, что составляет около 25% месторождений баланса, из которых имели запасы: 25 — нефти (44 залежи), 63 — газа (169 залежей) и 24 — конденсата (61 залежь). Результаты переоценки запасов, представленные на рисунке классификацией СССР 1983 г. и Украины 1997 г., сводятся к следующему:

1. Общие запасы суммы категорий C₁+C₂ изменились незначительно: по газу увеличились на 5,9%; нефти не изменились и конденсату также увеличились на 3,8%. Увеличение запасов категорий C₁+C₂ произошло за счет включения в баланс запасов растворенного газа, который до этого учитывался по извлеченному на дату учета количеству.

СССР 1983 г.

Украины 1997 г.



Запасы нефти (А), горючего газа (Б) и конденсата (В) (в долях единицы от C₁+C₂):

Числитель — общие запасы, знаменатель — извлекаемые

2. По переоценке существенно изменилась структура запасов. Запасы нефти разведанной группы (кат. С₁) по

новой классификации уменьшились в 4,26 раза или на 76,5%. Запасы горючего газа этой же категории снизились в 3,85 раза или на 74% и извлекаемые запасы конденсата также уменьшились в 5,33 раза или на 81,3%.

3. Количество запасов, на которые уменьшились объемы категории С₁ по новой классификации (коды классов 111+121) в соответствии со схемой переоценки отнесены к тем, которые на дату переоценки не подтверждены необходимыми материалами, а не к тем, которые отсутствуют. При переоценке это количество запасов переведено в группу предварительно разведанных запасов (код класса 122).

4. Наибольшее снижение извлекаемых запасов нефти категории С₁ отмечено по месторождениям суши Южного нефтегазоносного региона, где все запасы переведены в группу 122; по Западному региону (Карпаты) они снизились в 4,57 раза и Восточному (Днепровско-Донецкая впадина) — в 1,99 раза.

5. Запасы газа разведанной группы (кат. С₁) по Западному региону снизились в 8,52 раза, Южному — в 2,88 раза и Восточному — в 3,5 раза.

Следует повторить, что эти изменения в размерах запасов углеводородов получены при применении упрощенной схемы приведения, в которой не были учтены коэффициент извлечения газа, изменения в подсчетных параметрах и промышленное значение по данным опытно-промышленной разработки.

Привлекательность месторождений или объектов оценивается инвесторами полнотой и достоверностью материалов геолого-промышленной изученности и экономическими показателями прогнозного освоения запасов.

С этих позиций подавляющее большинство рассмотренных месторождений не подтвердили свою привлекательность из-за отсутствия необходимых материалов, определяющих таксоны кодов классов.

В соответствии с решением Экспертно-технического совета ГКЗ Украины, переоцененные запасы по этой группе месторождений учитываются в новом балансе (для нефти, газа, конденсата и попутных полезных ископаемых) и рекомендуются для планирования и проектирования дальнейших работ по геологическому и технико-экономическому их изучению.

УДК 553.04:553.9

© Коллектив авторов, 2003

Методологические проблемы классификации запасов (ресурсов) углей

М.И.ЛОГВИНОВ, А.Е.ВИНИЦКИЙ, Б.И.ЖУРБИЦКИЙ, О.Е.ФАЙДОВ (ВНИГРИуголь)

В условиях современной глобализации мировой экономики важную роль играют процессы стандартизации и унификации показателей, систем учета в промышленности, горнодобывающей промышленности, торговле. Одно из направлений этих общих тенденций — процесс унификации оценок ресурсов полезных ископаемых. Для решения такой задачи экспертной группой ООН в 90-х годах была разработана и рекомендована к практическому использованию Международная рамочная классификация запасов (ресурсов) месторождений (МРК ООН-97) [17]. В последующие годы к этому процессу присоединились Китай [9] и некоторые страны СНГ [2]. Проблема достаточно широко обсуждалась в зарубежной и российской печати, однако возможности классификации МРК ООН-97 не получили однозначной оценки [1, 7, 8, 20 и др.].

В мае 2002 г. Правительство РФ своим распоряжением поручило Министерству природных ресурсов России разработать на основе МРК ООН новые классификации за-

пасов (ресурсов) для основных видов энергетических полезных ископаемых — нефти, газа, урана, угля и твердых негорючих полезных ископаемых. В сентябре 2002 г. в Ставангере (Норвегия) прошел международный семинар, посвященный созданию Международной рамочной классификации ООН для запасов и ресурсов углеводородного сырья (включая уголь) и вероятностных методов их оценки.

Для угольной отрасли задача эффективной оценки ресурсной базы весьма актуальна в силу ряда причин. Традиционно уголь занимает существенную долю в энергетике страны. В 2001 г. в ресурсах российского топлива 48,6% пришлось на нефть, 31,4% — естественный газ и 20% — уголь. Общие ресурсы углей оценены в 4250 млрд.т, что составляет около 70% мировых ресурсов. Однако структура размещения запасов (ресурсов) углей на территории России крайне неравномерна, а их существующие оценки (в рамках действующей Классификации запасов место-

рождений и прогнозных ресурсов ТПИ РФ-97) не вполне отражают реальную картину в части возможных объемов и направлений экономической оправданной добычи и использования. Недостаточно ясны и позиции российской сырьевой угольной базы в мировой торговле.

С учетом сказанного при разработке эффективной системы оценок угольной сырьевой базы России можно обозначить две основные задачи:

1. Адекватный перевод параметров ресурсной базы углей России в рубрики МРК ООН-97 и классификационные системы основных стран-производителей углей (США, Китай, Австралия и др.) — для обеспечения их сопоставимости, содействия мировой торговле и инвестициям.

2. Разработка новой классификации запасов (ресурсов) углей России (КУ РФ-03) — для согласования с международными стандартами, учета требований внутреннего и внешнего рынка, устранения недостатков действующей классификации РФ-97, учета специфики поисков, оценки, разведки, государственного учета твердых горючих ископаемых.

Сопоставительная взаимная увязка запасов (ресурсов) углей в различных классификационных системах. Хотя международная РК запасов (ресурсов) месторождений ООН-97 разрабатывалась в качестве базовой, экспертами-разработчиками было признано, что «обеспечение согласования возможно лишь с помощью национальной основы классификации» и что «используемые термины основаны на столь глубоко укоренившихся традициях, что заменить их не представляется возможным» [17]. Поэтому решение задачи должно сводиться к тому, чтобы в балансах запасов (ресурсов) углей РФ (их электронных вариантах) содержались одновременно сведения в нескольких классификационных системах — в действующей Российской классификации РФ-97; Международной рамочной классификации ООН и национальных классификациях основных стран-производителей углей.

Методика решения задачи включает:

анализ существующей терминологической базы классификационных систем разных стран;

анализ используемых классификационных признаков, их градаций и разработку обобщенной таблицы;

построение сводной матрицы характеристик таксонов основных классификаций (РФ, МРК, США, Китай и др.);

разработку табличной и компьютерной методик для перекрестной взаимной увязки номинаций запасов (ресурсов) классификационных систем разных стран.

Терминологический и таксономический анализы выполнялись для классификационных систем МПР РФ, ООН, США, Китая и других стран [10–15, 17], включающих более 100 наименований разного уровня и назначения.

Терминологический анализ был направлен на выделение в используемых дефинициях всего перечня характеристик, оценки их относительной значимости (информативности), определение терминообразующих признаков. Множество всех характеристик, образующих содержание термина-понятия, составляет признаковое пространство. Анализ показал, что для описания всех терминов запасов (ресурсов) углей используются в общей сложности более девяти основных признаков [5], в т.ч.:

степень геологической изученности — максимально 7 градаций — в системе РФ-97 — от запасов категории А до ресурсов Р₃;

экономическая эффективность разработки — 4–6 градаций;

группа кадастрового учета — 3 градации;

подготовленность к освоению — 7 градаций;

способ установления запасов (ресурсов) — 7 градаций;

предназначение — 6 градаций;

доля массы в недрах — 7 градаций;

максимальные сроки освоения — 5 градаций;

степень экономической обоснованности — 4 градации.

Для всей исследуемой совокупности терминов была составлена таблица-матрица (терминологическая база данных), в которой каждому термину соответствует девятизначный цифровой код. Обработка подготовленных данных включала: оценку корреляционных связей между признаками; расчет матриц коэффициентов корреляции и величин мер близости (подобия) между терминами, а также их классификацию по эталонам национальных классификаций.

Анализ корреляционной матрицы терминов позволил установить, что более 45% всех терминов имеют синонимы в других классификациях — 1–5, с коэффициентами парной корреляции +1. Около 50% терминов имеют 1–3 неполных синонима (КК=+0,99...+0,98) и более 55% — сопоставимые термины, частично перекрывающиеся по объему понятия. В то же время установлена достаточно большая группа терминов (более 10%), не имеющих аналогов по содержанию понятия в других классификациях.

Хотя общее число признаков, используемых при оценке запасов (ресурсов), составляет несколько десятков (включены в анализ девять), непосредственно в самих классификациях их значительно меньше — обычно 2–4. Так, в классификации России (1997) и США (1983) их два (степень геологической изученности запасов (ресурсов) и экономическая эффективность их освоения), в классификациях ООН и Китая — три основных (степень геологической изученности запасов (ресурсов), экономическая эффективность их освоения, этапность технико-экономического обоснования разработки), дополнительно использован еще один параметр — двойное обозначение способа учета запасов («базовые» — «извлекаемые»), что отражает только разные формы учета одних и тех же запасов.

Существенные различия в числе используемых характеристик во всех терминах запасов (ресурсов) углей (девять признаков и более) и в классификационных параметрах (четыре признака и менее) свидетельствуют о неявной «подгруппке» последних дополнительными характеристиками. Кроме того, расхождения содержательного объема однотипных по названиям таксонов разных классификационных систем обусловлены следующими причинами:

различное число градаций одного и того же параметра в разных классификациях и, соответственно, разница в объемах заключенных в них понятий, (например, 7 категорий геологической изученности в классификации МПР РФ и 4 — в МРК ООН);

различное число классификационных параметров в сопоставляемых системах учета: 4 — в классификации КНР, по 3 — в классификациях США и МРК ООН;

разный набор классификационных параметров при одинаковом их числе: в МРК — экономическая эффективность, этапность технико-экономического обоснования, геологическая изученность; в классификации США — экономическая эффективность, геологическая изученность, способ учета запасов (ресурсов);

разная степень зависимости между классификационными параметрами, например, жестко детерминированная между параметрами геологической изученности и этапности технико-экономической обоснованности в РФ-97 и ограничительная — между ними же в МРК ООН.

Задачу взаимной увязки номинаций различных классификационных систем можно решить двумя вариантами:

на основе содержательного интерактивного анализа и составления специальных переводных таблиц;

путем формализованного автоматизированного подсчета.

Во-первых, в качестве результата решения задачи по первому (интерактивному) варианту в табл. 1 приведены выборочные данные по взаимной увязке классов-таксонов классификаций РФ-97 и МРК ООН-97. Здесь каждому из 19 классов в

1. Выборочные данные по взаимной увязке таксонов запасов (ресурсов) углей в классификационных системах РФ-97 и МРК ООН-97

Укрупненные классификационные показатели						Классы запасов (ресурсов)	
Геологическая изученность		Технико-экономическое обоснование		Экономическая эффективность			
РФ	МРК	РФ	МРК	РФ	МРК	РФ	МРК
1. Категория А	Детальная разведка (1)	ТЭО постоянных условий	ТЭО или Горный доклад (1)	Балансовые	Экономические (1)	Балансовые запасы категории А (при наличии ТЭО освоения)	Достоверные экономические минеральные запасы (111)
9. Категория С ₁	Детальная разведка (1)	ТЭО постоянных условий	ТЭО или Горный доклад (1)	Балансовые	Экономические (1)	Балансовые запасы категории С ₁ (при наличии ТЭО освоения)	Достоверные экономические минеральные запасы (111)
10. Категория С ₁	Детальная разведка (1)	ТЭО временных условий и ТЭД	ТЭД, ТЭР (2)	Балансовые	Экономические (1)	Балансовые запасы категории С ₁ (при наличии ТЭД)	Вероятные экономические минеральные запасы (121)
18. Категория Р ₂	Поиски (3)	Экономическая оценка по укрупненным показателям	Начальная оценка по геологическим показателям (3)	Балансовые — забалансовые	Возможно экономические (3)	Прогнозные ресурсы категории Р ₂ (ГЭО)	Предполагаемые минеральные ресурсы (333)
19. Категория Р ₃	Рекогносцировка (4)	Начальная оценка на основе аналогий	Начальная оценка по геологическим показателям (3)	Балансовые — забалансовые	Возможно экономические (3)	Прогнозные ресурсы категории Р ₃ (ГЭО)	Прогнозные минеральные ресурсы (334)

русской системе квалификации запасов и прогнозных ресурсов поставлен в соответствие таксон-аналог из МРК. Аналогичные таблицы составлены для перевода запасов (ресурсов) РФ в классификации США и Китая.

При составлении табл. 1 учитывались различия в содержании понятий, обозначаемых одноименными или близкими терминами в разных классификационных системах. Так, в МРК ООН термином «предполагаемые минераль-

2. Результаты ранжирования классификационных признаков для автоматизированного сопоставления классификаций запасов (ресурсов)

Классификационные признаки	Градации признака	Ранги признаков
1. Экономическая эффективность разработки	Нормально экономические	1
	Ограниченно экономические	2
	Предельно экономические	3
	Запредельно экономические (субмаржинальные)	4
	Возможно экономические (условно экономические)	5
	Неопределенной экономичности	6
2. Степень технико-экономической обоснованности разработки	Детальная оценка (ТЭО освоения месторождения)	1
	Предварительная оценка (ТЭД)	2
	Начальная оценка (ГЭО)	3
	Без оценки (на основании геологических аналогий)	4
3. Степень геологической изученности	Запасы категории А	1
	Запасы категории В	2
	Запасы категории С ₁	3
	Запасы категории С ₂	4
	Прогнозные ресурсы категории Р ₁	5
	Прогнозные ресурсы категории Р ₂	6
	Прогнозные ресурсы категории Р ₃	7
4. Способ учета	Базовые (в недрах)	1
	Извлекаемые (с учетом потерь)	2

3. Фрагменты сводной базы данных для таксонов запасов (ресурсов) углей классификаций основных угледобывающих стран

Номер п/п	Классификация	Номинация (таксон)	Классификационные признаки			
			Экономическая эффективность (от-до) среднее (1)	Технико-экономическое обоснование (2)	Степень геологической изученности (3)	Способ учета запасов (4)
1	РФ-97	Балансовые запасы категории А при наличии ТЭО освоения	(1—2) 1,5	1	1	1
2	РФ-97	Балансовые запасы категории А при наличии ТЭД	(1—2) 1,5	2	1	1
3	РФ-97	Забалансовые запасы категории А при наличии ТЭО освоения	(3—4) 3,5	1	1	1
23	РК—ООН-96	Детально оцененные минеральные ресурсы (211)	(3—4) 3,5	1	(1—3) 2	1
24	РК—ООН-96	Предварительно оцененные минеральные ресурсы (221)	(3—4) 3,5	2	(1—3) 2	1
25	РК—ООН-96	Предварительно оцененные минеральные ресурсы (222)	(3—4) 3,5	2	4	1
33	США-80	Маржинальные запасы (исчисленные)	2	2	4	2
34	США-80	Подтвержденные субэкономические ресурсы (измеренные)	(3—4) 3,5	1	(1—3) 2	1
35	США-80	Подтвержденные субэкономические ресурсы (исчисленные)	(3—4) 3,5	2	4	1
60	КИТ	Ресурсы (332)	5	3	4	1
61	КИТ	Ресурсы (333)	5	3	(5—6) 5,5	1
62	КИТ	Ресурсы (334)	6	4	7	1

ные ресурсы (333)» обозначается таксон «начально оцененные на базе поисковых работ возможно экономические минеральные ресурсы», что в системе российской классификации соответствует прогнозным ресурсам категорий P_1 и P_2 на стадии поисков, подтвержденных ГЭО угледопроявлений.

Критерии квалификации запасов РФ по категориям А, В, C_1 мало различимы, в то же время критерии отнесения запасов к категории C_2 существенно от них отличаются. Эти обстоятельства послужили основанием в табл. 1 поставить совокупности запасов категорий А, В, C_1 (РФ-7) в соответствие градации «Измеренные минеральные ресурсы» стадии «Детальной разведки» (МРК), а запасам категории C_2 (РФ) — «Исчисленные минеральные ресурсы» стадии «Предварительной разведки» (МРК).

Критерии для квалификации прогнозных ресурсов по категориям P_1 и P_2 также близки; их объединяет прежде всего возможность количественной оценки на основании имеющихся проявлений полезного ископаемого в одиночных скважинах, горно-разведочных выработках или в естественных обнажениях, а также прямые указания на поисковую стадию геологоразведочного процесса. Поэтому совокупность прогнозных ресурсов категорий P_1 и P_2 можно поставить в соответствие градации геологической изученности «Предполагаемые минеральные ресурсы», выделяемой в МРК ООН на стадии «Поиски». Категория P_3 по критериям выделения соотносится с градацией РК «Прогнозные минеральные ресурсы» на стадии «Рекогносцировка».

Во-вторых, количественная компьютерная взаимная увязка классов запасов (ресурсов) разных классификационных систем выполнялась с использованием методов статистики, корреляционного анализа и распознавания образов. Подготовка исходных данных для формализованных расчетов включала ряд этапов. Вначале были унифицированы перечни классификационных признаков, их градаций (табл. 2), а затем на их основе составлена сводная база данных, в которой таксономические подразделе-

ния представлены в виде четырехрядных цифровых кодов. Совокупность рубрик запасов (ресурсов) в четырех классификациях составляет 62 наименования: РФ 1—19, МРК 20—29, США 30—46, Китай 47—62 (табл. 3).

Результаты сопоставления классификаций с использованием способа распознавания по эталонам представлены на рис. 1 в виде трех графиков, соответствующих различным вариантам информационных весов классификационных признаков. Полное соответствие (в виде линейных отрезков кривых) отмечается только для сопоставления МРК с МРК (контроль работы программы). Вторая наиболее близкая к линейной оказалась взаимосвязь классификаций МРК и Китая, что отражает факт разработки последней с учетом положений окончательного варианта МРК ООН. Максимальные расхождения (особенно при разной информативности признаков) наблюдаются для классификации США-80, наиболее ранней и несоглас-

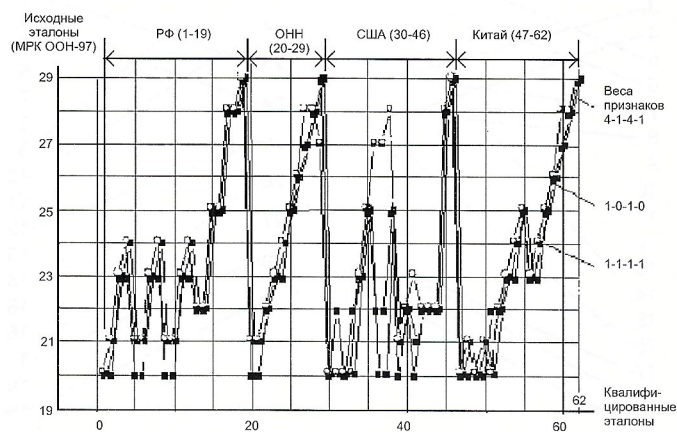


Рис. 1. Результаты компьютерной увязки таксонов классификаций РФ-97 (1—19), США-80 (30—46), Китая-99 (47—62) с системой МРК ООН-96 (20—29)

Расчетные данные по переводу таксонов классификаций РФ-97 в РК ООН-96 и РК ООН-96 в РФ-97 приведены ниже:

РФ-97 в РК ООН-96		
1,00	100 005—0,1881	100 020—0,1881
2,00	100 006—0,0542	100 021—0,0542
3,00	100 007—0,0542	100 023—0,0542
4,00	100 008—0,0542	100 024—0,0542
5,00	100 020—0,0000	100 009—0,0542
6,00	100 021—0,0000	100 002—0,0542
7,00	100 023—0,0000	100 003—0,0542
8,00	100 024—0,0000	100 004—0,0542
9,00	100 005—0,0542	100 013—0,0542
10,00	100 006—0,0542	100 014—0,0542
11,00	100 007—0,0542	100 015—0,0542
12,00	100 008—0,0542	100 016—0,0542
13,00	100 009—0,0542	100 005—0,1084
14,00	100 022—0,0000	100 010—0,0542
15,00	100 011—0,0542	100 007—0,1084
16,00	100 025—0,0000	100 012—0,0542
17,00	100 028—0,0271	100 018—0,0542
18,00	100 028—0,0271	100 017—0,0542
19,00	100 029—0,1801	100 018—0,2039
РК ООН-96 в РФ-97		
20,00	100 020—0,0000	100 009—0,0542
21,00	100 021—0,0000	100 002—0,0542
22,00	100 022—0,0000	100 010—0,0542
23,00	100 023—0,0000	100 003—0,0542
24,00	100 024—0,0000	100 004—0,0542
25,00	100 025—0,0000	100 012—0,0542
26,00	100 027—0,1084	100 017—0,1627
27,00	100 017—0,0542	100 028—0,0813
28,00	100 017—0,0271	100 018—0,0271
29,00	100 019—0,1801	100 018—0,2721

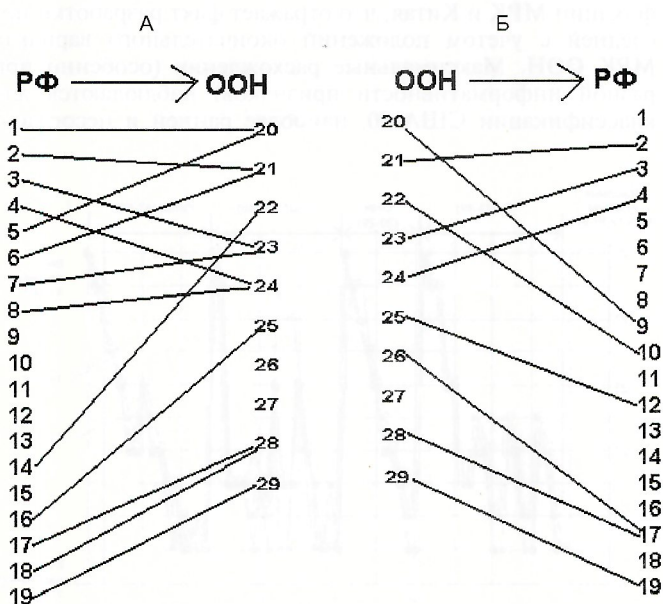


Рис. 2. Результаты компьютерной взаимной увязки таксонов классификационных систем РФ-97 (1—19) и РК ООН-96 (20—29)

ванной с международной. Сопоставительная диаграмма РФ-97 осложнена утроенным числом градаций разведанных запасов, представленных категориями запасов А, В и С₁ которым МРК соответствует один таксон.

На рис. 2 представлены более детальные результаты компьютерной увязки таксонов двух классификационных систем — России и ООН. На графиках хорошо виден нерегулярный характер сопоставимости таксонов двух классификаций (перекрестия, «пустые», взаимно неувязанные разряды), а также несовпадения данных прямого и обратного сопоставления. При изменении весовых нагрузок — информативности классификационных признаков — картина изменяется в деталях. Наличие «пустых» взаимно неувязанных таксонов на рис. 2 обусловлено отсутствием соответствующих классов в сопоставляемых классификациях. Например, российские запасы углей с кодом 112 фактически отсутствуют в МРК, и наоборот, таксонам МРК (331) и (332) нет аналогов в российской системе учета.

Из приведенных примеров видно, что использованные методологические подходы и практические методики обеспечивают уверенное решение первой из рассматриваемых задач — рациональный перевод параметров ресурсной базы углей России в рубрики МРК ООН-97 и классификационные системы основных стран-производителей углей. Однако соответствие между элементами различных классификаций достижимо только на вероятностном уровне, что связано с различиями в основаниях существующих классификаций:

различное число градаций одного и того же параметра в разных классификациях (например, 7 категорий геологической изученности в классификации РФ и 4 в МРК ООН);

несовпадение числа используемых параметров (4 в классификации КНР, по 3 в классификации США и МРК ООН);

разный набор параметров при одинаковом их числе (в МРК — экономическая эффективность, этапность технико-экономического обоснования, геологическая изученность; в классификации США — экономическая эффективность, геологическая изученность, способ учета запасов (ресурсов);

отличия взаимосвязей между классификационными параметрами (например, жестко детерминированный между параметрами геологической изученности и этапности технико-экономической обоснованности в российской системе учета запасов (ресурсов) и ограничительный — между этими же параметрами в МРК ООН).

Проблемы разработки новой российской классификации запасов (ресурсов) твердых горючих полезных ископаемых. Необходимость в разработке новой классификации запасов (ресурсов) углей России вызвана, по крайней мере, пятью факторами:

1) изменением отношений между государством и недропользователями, что должно быть отражено в нормативно-правовой базе, в т.ч. в системе оценки и учета полезных ископаемых в соответствии с Законом о недрах;

2) региональными и глобальными процессами интеграции в топливно-энергетической отрасли и потребностями в единых межнациональных системах оценки и учета запасов (ресурсов) углей;

3) возрастающей ролью экологических и качественно-технологических критериев при квалификационной оценке углей;

4) назревшей потребностью нормативного обеспечения объективных количественных характеристик классификационных параметров;

5) недостаточной согласованностью действующей классификации РФ-97 (твердые полезные ископаемые) с аналогичными документами по другим видам полезных иско-

паемых и недоучетом в ней специфики разведки и оценки запасов (ресурсов) углей и горючих сланцев.

Перечисленные факторы обуславливают ряд требований, предъявляемых к проекту новой классификации, причем эти требования часто носят противоречивый характер. В их числе назовем следующие:

необходимость максимального учета интересов недропользователя в части оценки эффективности капиталовложений и экономического риска;

сопоставимость с МРК ООН-97;

преимущество с классификацией РФ-97;

сопоставимость с разрабатываемыми классификациями запасов (ресурсов) других видов полезных ископаемых; возможность использования международных систем оценки качества углей в базе запасов (ресурсов);

совместимость с классификациями основных стран-производителей углей (США, Китай, Австралия — для перекрестной увязки таксонов существующих баз запасов углей разных стран);

однозначность и количественная определенность классификационных критериев, градаций классов—таксонов;

возможность включения в новую классификацию целевых таксонов непосредственного учета «высокоэкономичных» углей для мировой торговли, «экологически чистых» для энергетики, нескольких рубрик «высокотехнологичных» для промышленности, углей и горючих сланцев для мелких потребителей.

В связи с очевидным требованием учета запасов (ресурсов) углей не только по рубрикам объемов, но и направлениям их использования (энергетика, металлургия, химические технологии, сельское хозяйство и др.) возникает дополнительная задача разработки *новой российской классификации качества углей*, поскольку существующие национальные и международные классификации не совместимы с используемым в России ГОСТ 25543-88.

Перечисленные требования и условия поднимают вопросы принципов и параметров построения новой классификации: общей конфигурации, числа и содержания классификационных признаков, кодификации таксонов, терминологии и ряда других. Такие построения и решения целесообразно выполнить в два этапа:

максимальное приближение к традиционным решениям, используемым в классификациях РФ-97 и МРК ООН-97;

дальнейшая оптимизация с учетом всех перечисленных требований, прежде всего к геолого-экономическому обоснованию новой классификации, учету рыночного экономического содержания, особенностей геологического строения, современного технологического исполнения.

Классификация запасов (ресурсов) России, ориентированная на согласование с МРК и преимущество с РФ-97, может быть полностью основана на рассмотренном содержательном анализе этих классификаций и материалах таблиц 1—3. Предлагаемый для обсуждения вариант такой классификации представлен в виде табл. 4.

Наиболее существенное изменение здесь (по сравнению с классификацией РФ-97) — использование третьего классификационного параметра («технично-экономическая обоснованность» запасов (ресурсов) и цифрового кодирования таксономических подразделений. Методика кодирования принята в соответствии с МРК, где первая цифра отвечает рубрикам признака экономической эффективности, вторая — уровню технико-экономической обоснованности, третья — геологической изученности.

Для нового классификационного параметра — «технично-экономическая обоснованность» — принято деление на 4 градации: 1 — детальная, 2 — предварительная, 3 — начальная, 4 — геологическая, что отвечает нормативно принятым этапам технико-экономических оценок (ТЭО, ТЭД, ГЭО, без оценки).

Признак «геологической изученности» разделен на 5 градаций. В отличие от существующей классификации РФ-97, в новой объединены категории запасов А и В, а также исключены ресурсы категории Р₃. Терминология рубрик изученности выстроена по убыванию признака: 1 — запасы достоверно изученные, 2 — подтвержденные, 3 — предварительно изученные, 4 — предполагаемые, 5 — прогнозные.

Более сложную задачу представляет выбор и терминологическое обозначение градаций запасов (ресурсов) по экономической эффективности их освоения. Предлагаемых РК достаточно пять градаций для сравнительно полной ранговой оценки «экономичности» запасов (ресурсов) углей. Однако некоторые русскоязычные обозначения градаций экономичности (предельно экономические и за-предельно экономические) совершенно неадекватны по содержанию, так как позволяют первые считать экономическими, а вторые — граничащими с экономическими запасами, что не соответствует их назначению. Поэтому в проекте КУ РФ-03 для кодификации принят паллиативный цифро-буквенный вариант, близкий по содержанию к РФ-97. Используются следующие обозначения градаций: 1а — запасы нормально экономические, 1б — ограниченно экономические, 2а — субэкономические (маржинальные), 2б — субмаржинальные, 3 — возможно экономические.

В итоге, предлагаемый вариант классификации (см. табл. 4) отвечает искомым требованиям преимущественности с классификацией РФ-97 и согласованности с принципами принятой международной РК ООН (1996 г.).

Дальнейшая оптимизация классификации — более сложный и трудоемкий процесс, связанный с учетом оговоренных многочисленных и противоречивых требований, прежде всего экономических и технологических. Поэтому обоснованию подлежит и общая концепция, и основные параметры этой системы.

Общая конфигурация новой классификационной системы запасов (ресурсов) углей России должна иметь иерархическую структуру, два блока количественных оценок (геологических и экономических), кодовые обозначения классификационных ячеек и сопровождаться текстовой частью (определения терминов, таблицы количественных критериев, пояснения системы кодификации классов), примерами квалификации запасов (ресурсов) ТГИ по конкретным объектам.

Выбор классификационных признаков — ключевая задача построения любых классификаций, так как именно эти признаки обеспечивают эффективную оценку классифицируемых объектов по заданным целевым установкам.

Объектами классификации, согласно определению, являются подразделения запасов и ресурсов углей, т.е. весовые эквиваленты соответствующих тел полезного ископаемого. Тела полезных ископаемых, залегающие в недрах, имеют условные границы (определяемые условиями полезного ископаемого) и могут быть охарактеризованы достаточно широким множеством свойств.

Угольные тела имеют разную степень геологической изученности, во многом определяемой стадией работ. Результаты геологоразведки отображаются посредством моделей изучаемых объектов: одномерных интегральных (масса полезного ископаемого, площадь залежи, средняя мощность, зольность, содержание серы и токсичных элементов и др.); двумерных и трехмерных объемных (строение и условия залегания ТЗУ); многомерных комплексных. Здесь важно подчеркнуть, что речь идет о признаках и характеристиках геологических тел, а не о характеристиках массы этих тел — запасов (ресурсов).

В существующих классификациях, как было показано, используются обычно 2—4 классификационных признака — геологическая изученность, экономическая эффектив-

4. Классификация запасов (ресурсов) углей РФ-03 (проект)

				Геологическая изученность запасов (ресурсов)						
				Достовер- ные (A+B) (1)	Подтвер- жденные (C ₁) (2)	Предвари- тельно изученные (C ₂) (3)	Предпола- гаемые (P ₁) (4)	Прогноз- ные (P ₂) (5)		
Экономиче- ская эффек- тивность разработки	Запасы	Экономи- ческие	Нормально экономи- ческие (1a)	1a11	1a12	—	—	—	Детальная (ТЭО) (1)	Стадия техниче- ской оценки
				(1a21)	1a22	1a23	—	—	Предвари- тельная (ТЭД) (2)	
			Ограни- ченно эко- номиче- ские (1б)	1б11	1б12	—	—	—	Детальная (ТЭО) (1)	
				(1б21)	1б22	1б23	—	—	Предвари- тельная (ТЭД) (2)	
	Ресурсы	Потенциа- льно эко- номиче- ские	Субэконо- мические (маржина- льные) (2a)	2a11	2a12	—	—	—	Детальная (ТЭО) (1)	
				(2a21)	2a22	2a23	—	—	Предвари- тельная (ТЭД) (2)	
			Субмаржи- нальные (2б)	2б11	2б12	—	—	—	Детальная (ТЭО) (1)	
				(2б21)	2б22	2б23	—	—	Предвари- тельная (ТЭД) (2)	
			Возможно экономиче- ские (экономические— потенциально экономи- ческие) (3)	—	—	(333)	334		Начальная (ГЭО) (3)	
				—	—	—	—	445	Геологиче- ская оцен- ка (4)	
			Без экономической оценки (4)	—	—	—	—	—	—	
				—	—	—	—	—	—	

ность, технико-экономическая обоснованность, способ учета.

Первый из них отражает изученность объективных и «неизменных» (в рамках стадии геологоразведочных работ и погрешностей моделирования) особенностей естественных тел полезных ископаемых в недрах; второй — характеризует потребительскую ценность массы этого тела (его запасов (ресурсов)) и отражает рыночно-изменяемые экономические интересы потребителя и недропользователя, зависит от множества технико-технологических, хозяйственных, социальных факторов. Два последних признака (технико-экономическая обоснованность, способ учета) дополнительные и присутствуют не во всех классификациях, что уже само по себе говорит об их подчиненном значении.

Используемый в МРК признак — технико-экономическая обоснованность в градациях этапов оценки (ГЭО, ТЭД, ТЭО, ГД) не является независимым. Он характеризует степень достоверности основного параметра — экономической эффективности освоения, позволяет оцени-

вать экономические параметры, их возможные погрешности, величины экономических рисков. По-видимому, этот признак в дальнейшем должен использоваться в составе экономической оценки, характеризуя ее достоверность.

Применение характеристики — способ учета запасов (ресурсов) для классификации запасов (ресурсов) твердых горючих полезных ископаемых, по нашему мнению, излишне.

Градуирование шкал классификационных признаков должно быть основано на количественных мерах оценки. Признак геологическая изученность запасов (ресурсов) в существующих классификациях имеет достаточно подробную рубрикацию — 4—7 категорий (см. табл. 2). Однако привязка этих рубрик к стадиям разведки (как это имеет место в МРК ООН) неприемлема по двум причинам:

1. Изученность геологических тел в части полноты (по перечню характеристик) и достоверности (точности, надежности измерений) должна характеризоваться числовыми мерами, а не стадиями геологоразведочных работ.

2. В пределах одной разведочной стадии разные части изучаемых геологических тел имеют различную степень изученности (например, категории А, В, С₁ на стадии детальной разведки).

Методы количественной оценки геологической изученности достаточно разработаны, в т.ч. применительно к оценке разведанности углей. Предложенные и апробированные методики основаны на критериях единичной *доверительной вероятности* подтверждения запасов с учетом изменчивости угольного пласта, кажущейся плотности углей, углов падения пород и площади контура запасов [5].

При оценке достоверности геологической изученности запасов (ресурсов) углей может быть использован и более утилитарный подход, основанный на вероятностных оценках экономически оправданной извлекаемости полезного ископаемого и используемый в нефтегазовой отрасли (классификация SPE/WCP-1997).

Классификационный признак, синтезирующий все показатели, — экономическая эффективность. Используемые в существующих классификациях его градации — типа нормально экономические, предельно экономические, за пределами экономические (субмаржинальные) имеют произвольные качественные дефиниции и не определяют реальную ценность запасов полезных ископаемых (см. табл. 3). Для этих целей должны быть разработаны количественные критерии на основе общепринятых экономических категорий (цена, рентабельность, затраты, выражаемые в абсолютных или относительных единицах) и оценок их достоверности (риски, ставки страхования и др.).

Задача разработки методов количественной экономической оценки запасов (ресурсов) углей особенно актуальна в настоящее время в связи с сильно возросшими требованиями к таким их характеристикам, как технологичность для разработки, экологичность, а также ввиду необходимости более полного учета социальных вопросов работающих и ликвидируемых угольных предприятий.

Изложенные материалы затрагивают основные проблемы создания эффективной Классификации запасов (ресурсов) ТГИ. Ее разработка связана с многоаспектным согласованием противоречивых требований и интересов, с учетом теоретических положений и мнений широкого круга специалистов разведочной, угледобывающей, перерабатывающей и «углепотребляющих» отраслей экономики.

Из изложенных материалов можно сделать следующие выводы:

1. Используемые методологические подходы и разработанные практические методики обеспечивают решение задачи рационального перевода параметров ресурсной базы углей России в рубрики международной РК ООН и классификационные системы основных стран—производителей углей. Однако соответствие между элементами различных классификаций достижимо только на вероятностном уровне.

2. Задача разработки новой Классификации запасов (ресурсов) углей России может решаться в два этапа — с минимальным отклонением от традиционных решений, т.е. на основе РФ-97 и МРК ООН, и путем дальнейшей оптимизации с учетом многочисленных противоречивых требований в части экономического содержания, рыночной конъюнктуры и современного технологического исполнения.

3. Предлагается к рассмотрению табличный вариант классификации КУ РФ-03, по структуре и содержанию согласованный с существующими классификациями России и ООН. Использование этой классификации позволит получить оценки запасов-ресурсов углей России, в прак-

тическом отношении эквивалентные результатам прямого пересчета в номинации МРК по разработанной методике.

4. Дальнейшее совершенствование классификации запасов (ресурсов) углей России видится в использовании количественных оценок изученности тел запасов (ресурсов) углей в недрах и общепринятых экономических показателей (прибыль—рентабельность, инвестиционная привлекательность, величины страховых рисков) и современном технологическом исполнении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беневолюский Б.И., Карпенко И.А., Петраш Н.Г. Пути совершенствования классификации запасов в новых условиях недропользования // Разведка и охрана недр. 1993. № 4. С. 24—30.
2. Быкадоров В.С., Вилицкий А.Е., Журбицкий Б.И., Косинский В.А. Компьютерная методика оценки качества углей в классификационных системах России, США, Германии и других стран // Кокс и химия. 1996. № 10. С. 20—25.
3. Вилицкий А.Е., Журбицкий Б.И. Единая система оценки углей в недрах. // Отечественная геология. Тезисы докладов на XXXI МКГ. 2000. Спец. выпуск. С. 15.
4. Вилицкий А.Е., Журбицкий Б.И., Богачева Л.Д. и др. Сопоставительный анализ терминологии классификаций минеральных ресурсов угледобывающих стран / ВИНТИ. №11864 — В19.06.98.
5. Вилицкий А.Е., Внуков А.В., Портнов А.Г. Принципы количественной оценки изученности запасов месторождений твердых горючих ископаемых и методы обследования плотности разведочной сети. Геологическое изучение и использование недр / Научно-технический сборник. — М.: ЗАО «Геоинформ-марк», 2000. Вып. 1.
6. ГОСТ 25543-88. Угли бурые, каменные и антрациты. Классификация по генетическим и технологическим параметрам.
7. Денисов М.Н., Кавун К.П. Рамочная классификация ООН как инструмент глобального учета и оценки минеральных ресурсов // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2001. № 5. С. 28 — 37.
8. Заборин О.В., Коткин В.А. Российская Классификация запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых и Международная Рамочная классификация ООН // Минеральные ресурсы России. Экономика и политика. 1999. № 2. С. 29—37.
9. Кавун К.П. Новая классификация запасов твердых полезных ископаемых Китая // Разведка и охрана недр. 2002. № 2. С. 46—50.
10. Классификация ресурсов Бюро минеральных ресурсов Австралии. 1984 г. («Mineral sands in Asia and Pacific». 1985. Vol.4).
11. Классификация запасов и прогнозных ресурсов полезных ископаемых, принятая в Китае // Miner. Resour. China-Beijing. 1993.
12. Классификация запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. МПР РФ, 1997 г.
13. Классификация минеральных ресурсов и запасов Горного бюро и Геологической службы США. (US Geol Surv. Circ. 831. 1980г.)
14. Классификация ресурсов департамента энергетики, шахт и ресурсов Канады, 1975 // Resources policy. 1984. Vol.10. № 2.
15. Классификация ресурсов ЮАР. 1985.
16. Международная классификация углей в пластах: ООН ЕЭК. Экономический и Социальный Совет. Комитет по энергетике. Рабочая группа по углю. III сессия. 11—13 октября 1993 г. // Energy. III p.1/R. January. 1993.
17. Международная Рамочная классификация ООН запасов (ресурсов) месторождений. Твердые горючие ископаемые и минеральное сырье. Окончательный вариант. /ENERGY WP.1R. 10.1997
18. Международная система кодификации углей среднего и высокого рангов: Мировая торговля углем. Тепловые электростанции. Коксовые заводы. — Нью-Йорк: ООН ЕЭК, 1988.
19. Шаякулов Т.Ш., Исходжаев Б.А. и др. Совершенствование структуры геологоразведочного процесса, классификации запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых Республики Узбекистан. 1997
20. Твердохлебов В.Ф., Коткин В.А. Опыт критической оценки угольной сырьевой базы России. // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2001. № 1. С. 41—44.
21. ASTM Designation: D 388-91a — Stand. Classific. Of Coal by Rank. Ju: 1991. Annual Book of ASTM Standards Sect. 5. Petrol. Products, Lubricants and Fossil Fuels. Vol.05.05. Gaseous Fuels: Coal and Coke. P. 202—205. American Society for Testing and Materials — ASTM. — Philadelphia. Pa., 1991.

Информационные модели угольных месторождений

Н.Н.ПОГРЕБНОВ, Г.Н.ПРОЗОРОВА, В.В.ТРОЩЕНКО, Т.В.БУДАРИНА (ВНИГРИуголь)

Актуальность разработки информационных моделей объектов угольной геологии и разработки угольных месторождений связана с тем, что они являются составными элементами современных систем поддержки принятия решений, основой информационного обеспечения баз и банков данных, используемых для оценки состояния и управления развитием минерально-сырьевой базы угольной промышленности. Информационные модели служат формой представления данных и знаний в информационно-поисковых, информационно-аналитических системах и банках данных тематического и межотраслевого содержания.

Понятия и определения. Моделирование, по определению Н.Г.Преображенского [3], есть одна из форм познания, специфическое средство отображения материального мира человеком и, следовательно, имеет прямое отношение к теории информации. Моделирование — одна из основных категорий теории познания: на идее моделирования, по существу, базируется любой метод научного исследования.

Под моделью понимается такая мысленно представляемая или материально реализованная система, которая, отображая или воспроизводя свойства объекта исследования, способна замещать его так, что ее изучение дает нам новую информацию об этом объекте (по В.А.Штоффу).

Моделирование в геологии — создание при помощи графических, математических, физических и других методов условных материальных или идеальных образов — моделей естественных или искусственных объектов, систем и процессов, передающих с той или иной степенью детальности и адекватности избранные свойства моделируемого объекта (системы, процесса).

Основная задача моделирования — изучение распределения в одномерном, двумерном, трехмерном (в общем случае n -мерном) пространстве различных параметров месторождений и характера изменчивости этих параметров.

Моделирование — понятие достаточно обширное и многочисленные виды его могут быть расклассифицированы по разным принципам. Так, Б.В.Смирнов [2] выделял такие виды моделирования как содержательное (оно же логическое), подразумевая под этим словесное описание объектов моделирования, присущих им свойств и поведения при различных условиях, знаковое — представление объектов в форме знаковых моделей, т.е. специальных карт, разрезов, блок-диаграмм и т.п., т.е., по существу, графическое; математическое с разновидностями аналитическое, статистическое, параметрическое и др., подразумевающее построение, отображение и анализ информационных, математических и гносеологических моделей объекта исследования с использованием обратной связи и моделей управления.

Из приведенных определений видно, что все виды моделей содержат аспект формализации исследуемого объекта (явления) и получения новой, дополнительной информации. Исходя из более общего методологического подхода, все они попадают под определение понятия модели в информационном анализе.

Все наиболее существенные стороны объекта отражены в его информационной модели.

Под информационной моделью объекта понимается формализованное представление совокупности характеристик объекта, систематизированных и взаимосвязанных по виду и уровню [4].

Для корректного моделирования необходимо определить предметную область моделирования.

Предметная область (ПО) — это часть реального мира (в нашем случае — угольное месторождение), которая представляется, отображается и используется в ИС. Тогда информационная модель — это предметная область, отображаемая с помощью различных форм представления информации.

Предметная область угольного месторождения включает следующие группы признаков:

- топографическая привязка, координаты;
- геологическая обстановка (возраст, детальная стратиграфия, геотектоническое положение угольных объектов);
- структура месторождения (локальная тектоника);
- морфология угольных залежей;
- вещественный состав, качественные показатели, сопутствующие и техногенные полезные ископаемые;
- горно-геологические, инженерно-геологические, гидрогеологические показатели;
- экологическая обстановка;
- ресурсы, запасы, добыча и движение запасов;
- предприятия и инфраструктура угледобычи и углепотребления;
- геолого-экономические ситуации.

Каждая группа включает более или менее обширный комплекс различных сущностей и их атрибутов, определяющих местоположение, размеры, форму и другие особенности месторождения, влияющие на его геолого-промышленную, геолого-экономическую оценку и перспективы дальнейшего изучения и освоения.

Средством информационного моделирования предметной области является аппарат показателей. Показатели — основные (информационные) единицы предметной области, между ними устанавливаются математические взаимосвязи. От них можно просто переходить к таблицам, базам данных и электронным картам.

Этапы информационного моделирования при изучении угольного месторождения. $\{ПО\} \rightarrow \{ОП\}$ — описательная КМ $\rightarrow \{ЛМ, ММ\}$, где ПО — предметная область, КМ — концептуальная модель, ЛМ — логическая модель (инфо-логическая), ММ — математическая модель,

Концептуальная модель предметной области — модель, которая отображает знания специалиста в предметной области о ее объектах и их взаимосвязях, процессах и результатах деятельности. Для ее изображения используются тексты, таблицы, графики, графы, блок-схемы (рис. 1).

Информационная модель дает информацию предметной области в формализованном виде и состоит из элементов, в качестве которых по одной из наиболее распространенных методик информационного анализа принимаются ключевые понятия (сущности) и их атрибуты, вычлененные из предметной области. Модель выстраивается из классов сущностей различных видов, экземпляров классов (размещаемых в словарях, классификаторах), атрибутов сущностей и отношений между сущностями. Информационная модель представляется в виде описания, или изображается графически специальными, унифицированными условными знаками и образует логический вид (логическую модель).

Весь информационный спектр, участвующий в построении информационной модели, определяется отраслевыми целевыми установками и задачами, способствующими достижению целей. Информационная модель угольного месторождения направлена на решение основных отраслевых задач — надежной оценки ресурсов угля по каждой из групп углей, выделенных по показателям качества,

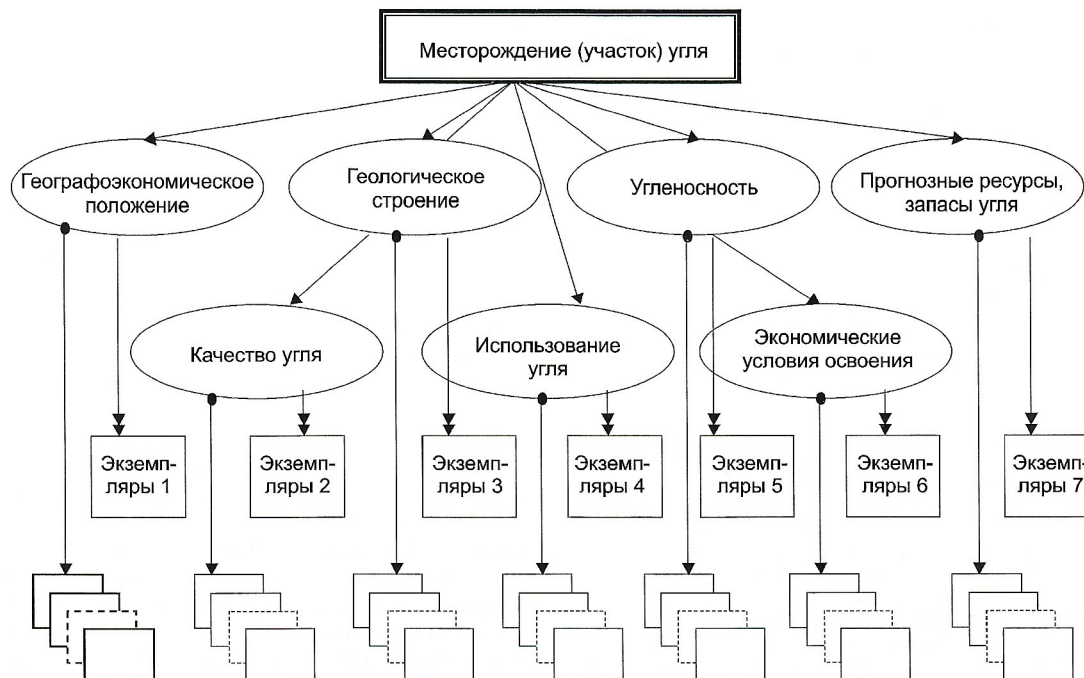


Рис. 1. Общая схема информационной модели предметной области «Месторождение угля»

конъюнктуры угля на внутреннем и международном рынках; оценки геологических, экологических условий отработки углей.

Логическая модель (ЛМ) отображается с помощью инструментария анализа и проектирования ИС.

В информационной модели угольного месторождения важнейший пункт — формализация информации о ресурсах угля [1]. В этом разделе данных выделены: сущности: месторождение, дата оценки, тип объекта оценки, категория изученности, геологический возраст угленосной толщи, марка (группа, подгруппа) угля, класс использования угля, глубина залегания, угол наклона угольных пластов, способ отработки, форма учета ресурсов;

атрибуты сущностей — количество ресурсов, запасов, добыча угля. Аспекты соотношений между сущностями следуют из следующих положений: ресурсы угля подсчитываются, оцениваются на месторождении неоднократно (учитывается несколько дат оценки); на каждую дату оценки получают данные на несколько типов объектов оценки (техническая граница, охранные целики и др.); на каждую дату оценки в пределах технической границы шахтного поля запасы подсчитываются по нескольким категориям изученности. Подобного типа положения распространяются на все перечисленные сущности и свидетельствуют о сложном взаимоотношении сущностей, относимом в информационном анализе к типу «один ко многим». Этот тип определяет отношение пары сущностей, а общая схема связей дополняется позицией в ней всех перечисленных информационных элементов. Графический вид инфологической модели раздела данных о ресурсах угля представлен на рис. 2.

Математическая модель (ММ) — это записанные с помощью математического аппарата зависимости между параметрами (показателями) моделируемых объектов и процессов.

Математическая модель зависимости объемной массы угля от его зольности и влажности для конкретных условий данного угольного объекта обычно выражается формулой вида:

$$d=K_1+K_2A^c+K_3(Wp-W_0)$$

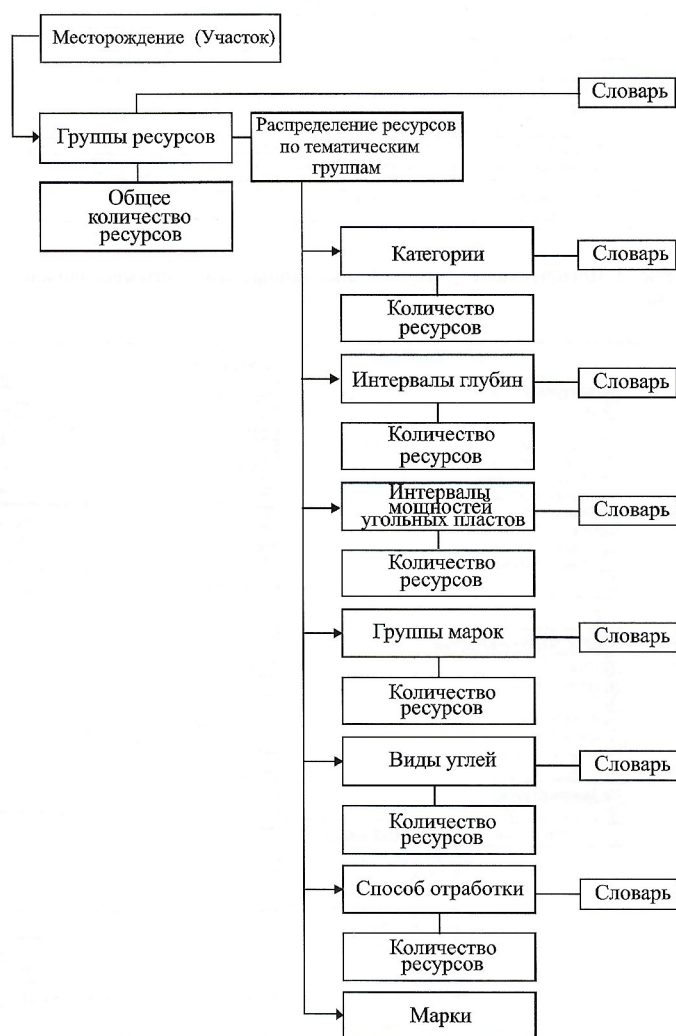


Рис. 2. Инфологическая модель раздела данных «Прогнозные ресурсы угля»

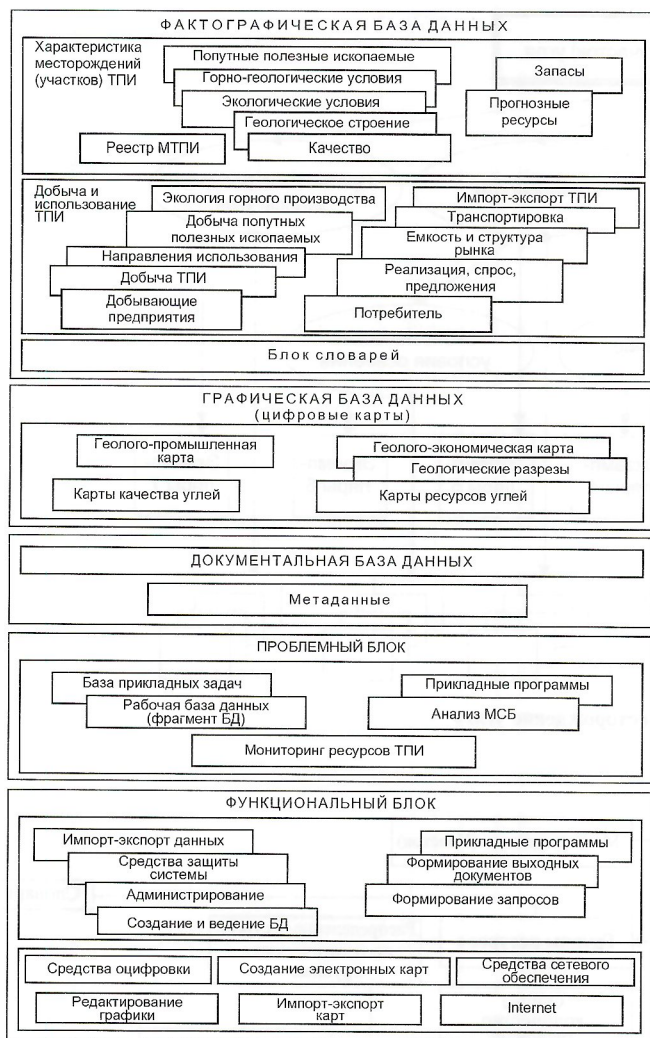


Рис. 3. Физическая структура Банка данных угольного месторождения

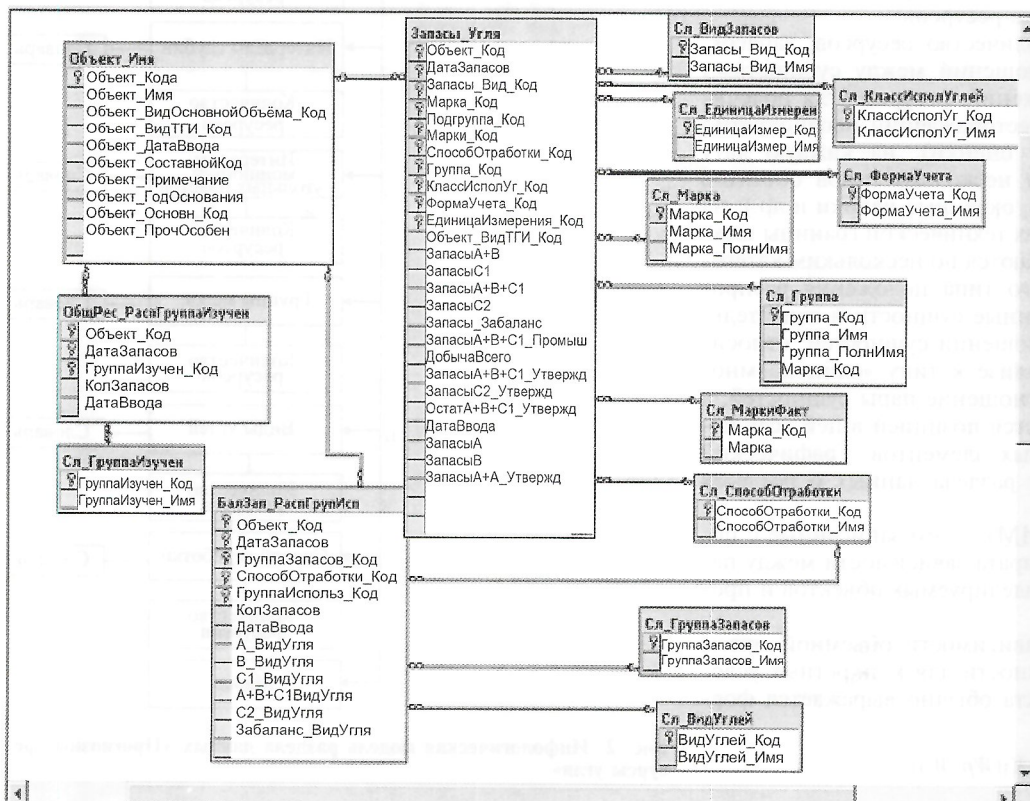


Рис. 4. Физическое представление информационной модели угольного месторождения (фрагмент раздела «Прогнозные ресурсы угля»)

где d — объемная масса, A^c — зольность, K_1 , K_2 и K_3 — эмпирические коэффициенты, W_p — рабочая влажность угля, объемная масса которого определяется, W_0 — процент влажности, принятый за стандартный для данной марки угля; сходными формулами выражаются и зависимости между выходом летучих и теплотворной способностью угля, отражательной способностью витринита и выходом летучих и т.д. Для антрацитовых пластов Донбасса объемная масса в целике вычисляется по формуле

$$d=1,60+0,009A^c+0,017(W_p-4)$$

Математическая модель пластовой поверхности может быть построена по исходным координатам пластопересечений x , y , z как функциональная поверхность $z=F(x, y)$, где $F(x, y)$ — алгебраический полином или другой вид функции двух переменных.

Математическая модель пластовой поверхности сохраняется в виде параметров применяемой функции, например, коэффициентов интерполирующего или аппроксимирующего полинома. Математические модели аналогичного вида используются для отображения площадного распределения таких параметров угольного месторождения как мощность пласта, зольность угля и другие показатели, которые могут быть представлены топографической поверхностью. Более сложные математические модели используются для отображения многофакторных зависимостей между параметрами месторождения.

Физическое представление информационных моделей. Примером физического представления информационной модели является Банк данных минерально-сырьевых ресурсов твердых горючих полезных ископаемых Российской Федерации (БнД МСР ТГИ РФ) [5], содержащий формализованные данные по всем угленосным бассейнам и месторождениям, учтенным Государственным балансом запасов, а также по всем угленосным площадям и другим объектам, для которых имеются данные о прогнозных ресурсах ископаемых углей (рис. 3).

Информационная модель в физическом выражении представляет формализованную информацию в виде схемы реляционных таблиц и отношений между ними. Каждая реляционная таблица — это сущность с атрибутами (рис. 4).

Другая форма физического представления информационных моделей — электронные карты различного содержания (геолого-промышленные, геолого-экономические и др.), где графические образы угольных объектов, выраженные средствами цифровой электронной картографии, сопровождаются атрибутивными таблицами, в которых представлены цифровые и другие данные о запасах, прогнозных ресурсах углей, их качестве, направлениях использования и т.д. (рис. 5).

В них информация сгруппирована по темати-

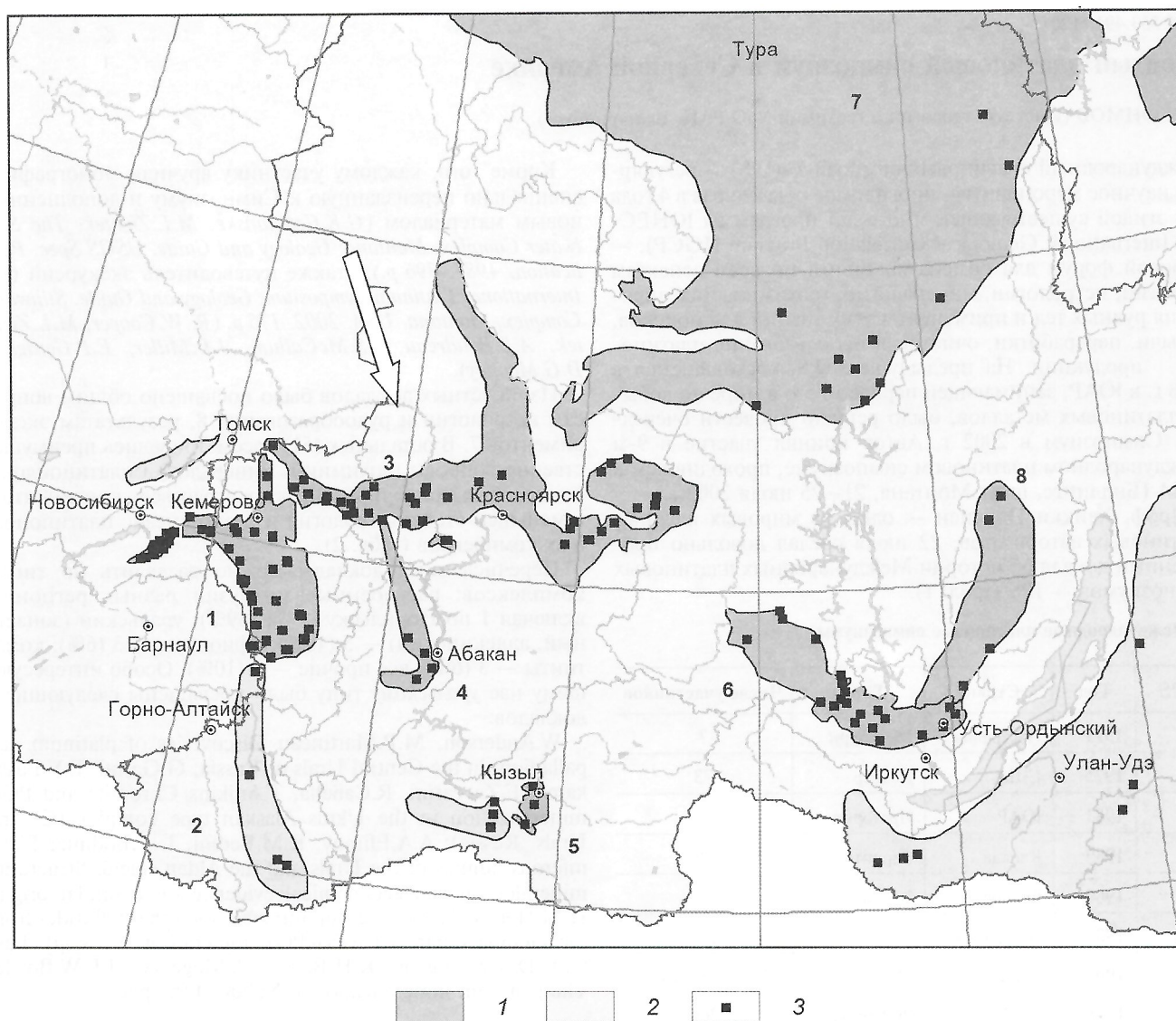


Рис. 5. Карта прогнозных ресурсов углей России (фрагмент):

1 — бассейны и угленосные площади; 2 — группы месторождений; 3 — месторождения и участки

ческим картографическим слоям, группам слоев; каждый слой содержит цифровое представление объектов и визуализацию их свойств. Для создания электронных карт применяются специализированные программные средства — ГИС-системы, дающие широкие возможности формирования разномасштабных карт с любой атрибутивной нагрузкой, к которым могут присоединяться самые различные базы данных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Быкадоров В.С., Попов В.В., Погребнов Н.Н. Концепция создания отраслевой автоматизированной подсистемы «Уголь» в

рамках государственной геосистемы / Ресурсы, качество, комплексное использование углей, экология. — Ростов-на-Дону, 1991.

2. Гайдин А.М., Певзнер М.Е., Смирнов Б.В. Прогнозная оценка инженерно-геологических условий разработки месторождений твердых полезных ископаемых. — М.: Недра, 1983.
3. Преображенский Н.Г. Математическое моделирование / Методологические проблемы современной науки. — М.: Политиздат, 1979. С. 90—103.
4. Смирнова А.С. Информационный анализ в геологии. — М., 1985.
5. Погребнов Н.Н., Прозорова Г.Н., Медведев А.Я. Концепция создания Банка данных по минерально-сырьевым ресурсам ТГИ / Ресурсный потенциал твердых горючих ископаемых на рубеже XXI века. — Ростов-на-Дону, 1999. С. 250—251.

Девятый платиновый симпозиум в Северной Америке

А.А.ЕФИМОВ (Институт геологии и геохимии УрО РАН, Екатеринбург)

Международный платиновый симпозиум (IPS) — регулярное научное мероприятие, проводимое обычно раз в 4 года под эгидой существующей много лет программы ЮНЕСКО International Geological Correlation Program (IGCP), — мировой форум для обмена знаниями по всем аспектам геологии, петрологии, минералогии, геохимии, моделирования рудных тел и применения этих знаний для поисков, добычи, переработки, очистки и использования платиновой продукции. На предыдущем IPS, состоявшемся в 1998 г. в ЮАР, занимающей первое место в мире по добыче платиновых металлов, было решено провести очередной Симпозиум в 2002 г. Автор принял участие в 9-м Международном платиновом симпозиуме, проходившем в США (Биллингс, штат Монтана, 21—25 июля 2002 г.).

Проф. Хейкки Папунен — один из мировых научных платиновых авторитетов, 22 июля сделал довольно пространственный доклад об истории Международных платиновых симпозиумов — IPS (табл. 1).

1. Международные платиновые симпозиумы

IPS	Год	Страна	Город	Число участников
1	1971	Австралия	Мельбурн	?
2	1975	США	Денвер	73
3	1981	ЮАР	Претория	?
4	1985	Канада	Торонто	?
5	1989	Финляндия	Эспоо	?
6	1991	Австралия	Перт	104
7	1994	Россия	Москва	235 (192 россияне)
8	1998	ЮАР	Рустенбург	260
9	2002	США	Биллингс	Около 150?

Девятый симпозиум был в высшей степени интернациональным. К сожалению, оргкомитет не обнародовал полного списка участников. Присутствовали мировые научные платиновые авторитеты: А.Налдретт, Л.Кабри, Х.Папунен, С.Барнс, Г.Кауторн и др. Отсутствовали ведущие российские специалисты по платине, что, без сомнения, связано с финансовыми трудностями. Получилось так, что единственным ученым, представляющим Россию, был автор настоящей статьи. Были еще К.Малич из Петербурга (Австрия), Р.Латыпов из Кольского НЦ (Финляндия), экспериментаторы А.Перегоедова (Канада), Н.Верховцева (Новосибирск), Билл Андерсон (Екатеринбург), представлявший работающую на Урале компанию «Eurasia Mining».

Симпозиум продолжался с 22 по 25 июля. При отсутствии секционных заседаний и жестком регламенте (каждому докладчику давалось 15 мин.) было заслушано 66 устных докладов (в программе значилось 70); продемонстрировано также 60 стендовых докладов. Преобладали презентации с использованием мультимедийного проектора, оверхед использовали немногие. Каждый участник получил том с приложением компакт-диска, в котором опубликовано 138 расширенных тезисов — кратких статей объемом до 4 страниц (*9th International Platinum Symposium: Extended Abstracts* (A.Boudreau, Editor). 21—25 July, Billings, Montana. US. 2002. 500 p.).

Кроме того, каждому участнику вручили монографию, специально переизданную к Симпозиуму и дополненную новым материалом (G.K.Czamanske, M.L.Zientek. *The Stillwater Complex, Montana: Geology and Guide*. USGS Spec. Publication. 1985. 396 p.), а также путеводитель экскурсий (*9th International Platinum Symposium: Geology and Guide. Stillwater Complex, Montana. USA. 2002. 175 p.* (R.W.Cooper, M.L.Zientek, A.E.Boudreau, I.S.McCallum, J.D.Miller, E.P.Geraghty, D.G.Mooney).

Из 66 устных докладов было посвящено общим вопросам петрологии и рудообразования 8, результатам экспериментов 7. В остальных (51) рассматривались преимущественно вопросы геохимии и минералогии платиноидов в конкретных природных объектах стран всех континентов, в меньшей степени геология и петрогенезис платиноносных комплексов (табл. 2).

Перечисленные доклады можно разделить по типам комплексов: расслоенные интрузии разных регионов, включая 1 по Норильску — 34 (69%); уральский (зональный, аляскинский) — 5 (10%); офиолиты — 3 (6%); коматиты — 3 (6%); все прочие — 5 (10%). Особо интересующему нас уральскому типу были посвящены следующие 5 докладов:

W.Anderson, M.P.Martineau Discoveries of platinum and palladium in the Central Urals of Russia; G.Garuti, E.V.Pushkarev, F.Zaccarini, R.Cabella, T.Anikina Chromite and PGE mineralization in the Uktus Alaskan type complex (Central Urals, Russia); A.A.Efimov, R.M.Bedini, J.-L.Bodinier Platiniferous dunites of the Urals and the Aldan shield: Structural, mineralogical and geochemical evidence for a similar origin; H.M.Helmy Platinum-group minerals and other tellurides from the Genina Gharbia Cu-Ni-PGE mineralization, South Eastern Desert, Egypt; K.H.Belete, A.Mogessie, J.F.W.Bowles The platinum mineralization at Yubdo, Ethiopia.

2. Доклады 9-го IPS

Континент	Страна	Число докладов
Азия	Китай	3
Азия	Индия	5
Америка Северная	Гренландия	3
Америка Северная	США	8
Америка Северная	Канада	7
Америка Южная	Бразилия	2
Африка	Египет	1
Африка	Зимбабве	2
Африка	Малави	1
Африка	Оман	1
Африка	Сьерра Леоне	1
Африка	Эфиопия	1
Африка	ЮАР	6
Европа	Австрия	1
Европа	Россия	6
Европа	Финляндия	2

Из этих докладов 3 относятся к платиноносному поясу Урала — мировому эталону типа. По собственно Аляске, т.е. по платиноносному поясу Русской Америки — бледной копии уральского — ни одного доклада не было (впрочем, как и на предыдущем Симпозиуме в ЮАР, что означает отсутствие новых исследований). На этом фоне попытки наших молодых уральских авторов обратить внимание на сообщения об открытии «Alaskan type»-комплексов на Урале, в т.ч. в черте г.Екатеринбург (Уктусский массив), не вызвали интереса.

А.А.Ефимов, автор настоящей статьи, побывал на экскурсии по знаменитому Стиллиуотерскому комплексу, во многом (но не размерами) сходным с южноафриканскими платиноносными комплексами — Бушвельдский и др.

Мы прибыли в городок Коламбус, где находится аналитическая лаборатория, плавильное и аффинажное производства успешной платинопромышленной компании Stillwater Mining Co. (бывшей главным спонсором Симпозиума, а недавно, как стало известно, купленной «Норильским Никелем»). Экскурсия по всем этим подразделениям, где нам показали почти все, была довольно продолжительной. Мы прибыли на полевую базу экскурсии — ферму Кей-Си Рэнч (KC Ranch) в районе западной развилки р. Stillwater, расположенную в живописной долине у подножия горы. Владельцы семейной фермы (40 000 акров или 16 000 га частной земли, несколько миль частной реки, 450 голов скота, лошадей и т.д., не считая бродящих по полянам диких оленей, которых никто не тревожит) Пол и Кэти Донахью, помимо своей основной деятельности, содержат небольшой, внешне очень простой и традиционный, но вполне благоустроенный приют для любителей дикой природы Скалистых гор.

Состоялась экскурсия на Stillwater Complex, куда мы ехали по серпантину дорог, проложенным по крутым склонам в горах до 3000 м и выше. Проникаешься уважением к геологам, работающим на этом рельефе. Нашим главным руководителем был д-р Майкл Зинтек (*Michael Zientek*, Геологическая служба — USGS), около 50 лет, ветеран съемки, знаток комплекса и всей этой территории в Скалистых горах; затем проф. Роджер Купер (*Roger Cooper*, Lamar Univ., Texas, председатель оргкомитета Симпозиума), д-р Брюс Липин (*Bruce Lipin*, USGS) и проф. Алэн Будро (*Alan Boudreau*, Duke Univ., North Carolina, ответственный за все публикации Симпозиума).

Стиллиуотерский комплекс, уступающий по частоте упоминания в литературе лишь Бушвельдскому в ЮАР, многократно описан и широко известен всем петрологам и специалистам по платиноидам, промышленные концентрации которых, в основном палладия, обнаружены здесь лишь в 1973 г. Это объект около 47 км длиной и до 8 км шириной из категории расслоенных интрузий, сложный главным образом породами группы габбро. Его геологический возраст около 2,7 млрд лет; считается, что он образовался благодаря процессам расслоения первично-однородной жидкости в магматической камере и что в доступном наблюдению разрезе записан процесс фракционирования.

В первые два дня мы получили хорошее общее представление о разрезе комплекса и его главных единицах — от подошвы до середины. Узнали также и о знаменитом промышленно-платиноносном J-M Reef, представляющем собой зону рассеянной сульфидной вкрапленности в нижней части, так называемой Полосчатой серии. Можно было убедиться в том, что в разрезе чередуются мощные слои разного состава, но тонкая ритмичная полосчатость, по-видимому, большая редкость (это же свойственно и Бушвельду. Недаром на карте Н.Пейджа тонкая структура Стиллиуотера не изображена). Правда, в одном месте нам показали замечательную *inch-scale layering* — тонкую полосчатость с довольно загадочными двойными слоями. Несколько удивляет то, что под именем «ультрамафиты» американские геологи разумеют породы, содержащие до 20% плагиоклаза, т.е. разрез, по нашим понятиям, существенно габбровый.

Мы посетили одно из хромитовых месторождений, где на высоте около 2000 м сохранились бараки, производственные строения и кернохранилище. Рудник несколько раз закрывался и несколько раз возобновлял работу (во время войн, когда прекращались поставки хрома из Турции и ЮАР). В США собственные запасы хрома очень невелики, и при этом 80% их сосредоточено в Стиллиуотере.

Посетили мы и верхнюю зону комплекса, где обнаружен еще один платиновый «риф» (непромышленный). Долго ехали по крутым горным дорогам до перевала, откуда поднялись до вершины Picket Pin Mountain — 3000 м над уровнем моря. Здесь в троктолитах наблюдается хорошо выраженная полосчатость, с очень убедительными, по моему мнению, следами пластического течения. Американские геологи употребляют ортодоксально кумулятивную терминологию, традиционно базирующуюся на морфологии кристаллов (кумулус, интеркумулус).

Нам также показали хозяйство Stillwater Mining Co. Здесь мы увидели контору, дробильное хозяйство и обогащательную фабрику, где получают концентрат сульфидов, содержащий металлы платиновой группы. Горнообогатительный комбинат, расположенный в долине, очень компактен. Аккуратные отвалы, пруд-отстойник. Все это рядом с чистой горной речкой Stillwater. Разделившись на 2 группы, мы в полной горняцкой амуниции спустились в шахту, а затем, передвигаясь на автомобиле по длинным горизонтальным туннелям, посетили забой J-M Reef, где добывают руду (вкрапленность сульфидов в габбро) с высоким содержанием палладия и платины (в среднем 20—25 г/т). Из подземных выработок непрерывно идет разведочное бурение. В рудной зоне пробурено больше 1800 скважин, общий метраж («миллидж») керна больше 960 миль. В конторе, в хорошо оборудованной керно-разделочной, тонкий алмазный керн, почти полированный, документируется, отобранные пробы отправляют в лабораторию, а через неделю получают высокоточные результаты анализа на платину и палладий. В руде содержатся также медь и никель, но к ним интереса не проявляют.

Затем мы поехали в Биллингс по крутым дорогам в живописнейших Скалистых горах, были на въезде в знаменитый Йеллоустонский национальный парк, на высокогорном перевале со смотровой площадкой. Посетили типичный городок Дикого Запада — Ред Лодж (Red Lodge), 100 лет назад — центр угольных разработок, с железной дорогой и т.д., а теперь очень благоустроенное захолустье.

Подводя итог, можно сказать, что главное внимание уделяется PGE и PGM в расслоенных интрузиях всего мира. Торжествуют ограниченно доступные нам точные аналитические методы. Все опробуется и измерится — от концентраций до изотопов. Петрогенетические основы, по существу, не обсуждались. Кумулятивная парадигма кажется непоколебимой, хотя некоторые загадочные вопросы геологии и петрологии расслоенных комплексов уже требуют объяснения. Общей дискуссии фактически не было. Каждый докладчик за свои 15 минут сказал то, что хотел, ответил на 1—2 вопроса и на этом все и закончилось.

Симпозиум завершился довольно скромным торжественным обедом, где состоялся президиум, на котором присутствовали организаторы и высокие лица. Были краткие выступления. В конце предоставили слово VIP-персоне — директору Геологической службы Соединенных Штатов (USGS). В своей речи директор подчеркнул важность амбициозной программы USGS «Глобальная оценка минеральных ресурсов» (в кратком изложении эту программу распространяли среди участников). Слово «ресурсы» звучало непрерывно.

Симпозиум закончился заседанием по судьбам программы IGCP. Решено 10-й IPS провести в 2005 г. в Финляндии. Избран новый лидер программы IGCP — финн М.Ильина (из Оулу). Председателем оргкомитета будущего Симпозиума будет профессор университета Оулу Т.Алапие.

Природные ресурсы и экология России*

Д.В.РУНДКВИСТ (Госгеолмузей им.В.И.Вернадского, РАН)

Федеральный атлас «Природные ресурсы и экология России» — исключительный по информативности, удобству пользования атлас-справочник по природным ресурсам России. Разделы атласа, составленные по единому плану, посвящены: минеральным ресурсам, почвам и земельным ресурсам, водным ресурсам, климатическим ресурсам и опасным природным явлениям, биологическим ресурсам и биоразнообразию, рекреационным ресурсам и ландшафтам, социально-экономическим условиям природопользования.

В целом эти разделы дают исчерпывающее представление по разнообразию и богатству природных ресурсов России. Проводится анализ и сравнение минерально-сырьевых ресурсов России с данными по всему миру. Наглядные графики и таблицы иллюстрируют значение природных ресурсов России для мировой экономики и проблем экологической безопасности.

Указанные на титуле атласа организации — Министерство природных ресурсов РФ, Национальное информационное агентство «Природные ресурсы», Российское экологическое федеральное информационное агентство, Институт фундаментальных проблем биологии РАН, Фонд природно-ресурсной и экологической информации «Инфосфера», а также коллектив авторов и состав редколлегии, позволяют использовать это издание (включая многочисленные фактические данные, сведенные в таблицы, графики, карты) как проверенный достоверный материал природных ресурсов России по состоянию на 2000 г.

Ценно, что все природные ресурсы по всем разделам атласа рассматриваются с учетом административного деления России на федеральные округа и субъекты Федерации. Это делает данное издание полезным не только для министерств, ведомств, высших учебных заведений, но и для администраций областей и регионов.

Работа выполнена в современной ГИС-технологии, открывающей большие возможности всестороннего анализа данных и создания ряда новых карт за счет совмещения отдельных слоев информации карт атласа, т.е. соединения, по желанию пользователей, данных по минеральным ресурсам, почвам, экологическому загрязнению и др., а также «выборки» данных с отдельных карт атласа.

Давая такую высокую оценку работе коллектива авторов, редакторов и редколлегии, в заключение хочется высказать два пожелания:

1. Представляется целесообразным, помимо целостного издания атласа как сводки по всем природным ресурсам, иметь отдельные издания по главнейшим разделам — «Минеральные ресурсы», «Почвы и земельные ресурсы» и др., — что расширит круг пользователей, сделав атлас более доступным для специалистов.

2. Было бы крайне желательно подробнее расшифровать ссылки на источники данных, использованных в атласе. Конкретно, пользователям атласа для ссылок во всех случаях важно знать первоисточник той или иной таблицы, графика, карты. Слишком важные и ответственные данные суммированы в атласе. Сейчас в одних случаях такие ссылки можно найти, в других они зашифрованы в общем перечне использованной литературы по разделу.

Хотелось бы также отметить и своевременность появления данного издания. Именно сейчас, в условиях реформирования всей экономики России, перед которой поставлены новые задачи по резкому увеличению ВВП и коренному улучшению социально-экономического положения населения страны, атлас будет необходим и полезен не только геологической общественности, но и непосредственным исполнителям проводимой государственной политики, а также подрастающему поколению.

*Федеральный атлас «Природные ресурсы и экология России» / Под ред. Н.Г.Рыбальского, В.В.Снакина. — М., 2002. С. 276.

Памяти Анатолия Александровича Шпака

13 июня 2003 г. скоропостижно скончался Анатолий Александрович Шпак — заместитель директора института, блестящий организатор науки, глубокий и многогранный исследователь, один из ведущих специалистов страны в области региональной гидрогеологии, изучения и освоения гидроминеральных ресурсов.

Анатолий Александрович родился 29 ноября 1937 г. в с.Сороковка Харьковской области, рано остался без отца, погибшего в Великой Отечественной войне. В 1959 г. окончил геологический факультет Харьковского государственного университета и был направлен по распределению в Читинское геологическое управление, где проработал до 1965 г. Уже через три месяца после начала работы он становится начальником геологической партии, а с 1961 г. занимает пост начальника партии Удоканской геологоразведочной экспедиции.

С 1965 по 1975 гг. А.А.Шпак работал в Государственном проектно-исследовательском институте «Востокгипрогаз» (г.Саратов) старшим инженером, заведующим сектором, заведующим лабораторией гидрогеологии месторождений. В 1972 г. защитил во ВСЕГИНГЕО диссертацию на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по теме «Особенности разведки и оценки эксплуатационных запасов подземных термальных вод». С декабря 1975 г. работал во ВСЕГИНГЕО старшим научным сотрудником, ученым секретарем, а с 1983 г. — заместителем директора по научной работе.

Анатолий Александрович был действительным членом Академии минеральных ресурсов, куратором Министерства геологии по вопросам разведки термальных вод, экспертом Государственной комиссии по запасам полезных ископаемых, заместителем председателя ученого совета ВСЕГИНГЕО, заместителем председателя секции научно-технического совета Министерства газовой промышленности, членом редакционной коллегии журнала «Отечественная геология». Ему удалось совместить нелегкую работу организатора научно-исследовательских работ с активной научной деятельностью.

А.А.Шпак был ученым, известным в стране и за рубежом, высококвалифицированным специалистом-гидрогеологом в области методики разведки и оценки запасов подземных вод, региональной гидрогеологии, а также оценки влияния хозяйственной деятельности на геологическую среду. Им выполнены методические разработки по методике разведки, оценке запасов и экологического состояния подземных вод, ресурсной и геолого-экономической оценке перспектив практического теплоэнергетического использования геотермальной энергии. Под его руководством и непосредственном участии выполнены поисково-разведочные работы на термальные воды и парогидротермы на таких крупных объектах, как Ханкальское и Мостовское месторождения на Северном Кавказе, Мутновское на Камчатке.

Значителен вклад А.А.Шпака в изучение формирования подземных вод Забайкалья, мерзлотно-гидрогеологических условий Удоканского месторождения меди. В последние годы под его руководством выполнены комплексные инженерно-геологические изыскания для обоснования строительства экспериментального комплекса малоотходной переработки твердых бытовых отходов в Ногинском районе, разработаны принципы и методы организации и ведения Государственного мониторинга состояния недр.



Научная деятельность А.А.Шпака получила мировое признание. Он достойно представлял нашу отечественную геологическую науку в международных научных организациях, являясь членом Международной ассоциации гидрогеологов, членом Российской и Международной геотермальной ассоциации.

Как высококвалифицированный специалист и эксперт, Анатолий Александрович оказывал методическую помощь по вопросам освоения ресурсов подземных вод геологам Чехии, Словакии, Венгрии, Югославии, Никарагуа, Южной Кореи, Республики Йемен. А.А.Шпак — автор более 100 научных работ. Среди них монографии: «Методы изучения и оценка ресурсов глубоких подземных вод», «Поиски, разведка и оценка прогнозных ресурсов и эксплуатационных запасов теплоэнергетических вод», «Методы изучения и оценки геотермальных ресурсов», «Подземные воды России», «Экогеология России» и др.

Анатолий Александрович за успехи в труде награжден медалью «За трудовое отличие», орденом «Дружба народов», званием «Почетный разведчик недр», юбилейным знаком «300 лет горно-геологической службе России».

А.А.Шпак пользовался заслуженным авторитетом, уважением и любовью среди сотрудников института и навсегда останется в памяти всех знавших его людей прекрасным ученым и руководителем, отзывчивым, интеллигентным человеком.

*Госгеолслужба МПР России
Ученый совет ВСЕГИНГЕО
Редколлегия журнала*

В списке первооткрывателей отечественных месторождений, опубликованном в № 5—6 за 2002 г., в первоисточниках содержались некоторые неточности, в связи с чем редакция публикует следующие исправления:

Фамилия, имя, отчество первооткрывателей	Страница	Напечатано	Следует читать
Баженов Леонид Анатольевич	71	Учалинское месторождение меди, никеля	Учалинское месторождение меди
Вареня Гавриил Дмитриевич	72	Октябрьское месторождение меди, цинка,	Октябрьское месторождение, меди, никеля
Долгаль Михаил Иванович	72	Учалинское месторождение меди, ванадия	Учалинское месторождение меди, цинка
Лобанов Петр Яковлевич	—	—	Молодежное месторождение меди, цинка, 1969 г
Отто Павел Иванович	73	Александровское месторождение	Александринское месторождение
Прокин Василий Александрович	73	Подольское месторождение, меди, цинка,	Подольское месторождение меди, цинка, Маканское месторождение меди, цинка, 1957 г. Юбилейное месторождение меди, цинка, 1962 г.
Скрипиль Валентин Иванович	74	Скрипиль Валентина Ивановна	Скрипиль Валентин Иванович

Contents

GEOTECTONICS, REGIONAL GEOLOGY, MINERAGENCY, ENVIRONMENTAL CONTROL

<i>Krasny L.I.</i> Evolution of tectonic ideas and some problems of minerageny	3
<i>Verba M.L.</i> Growth of the World Ocean floor as a consequence of the Earth spreading	11
<i>Beliy V.F.</i> Pacific marginal-continental tectono-magmatic belts	16
<i>Sarkov V.S., Smirnov L.V.</i> Tectonics of the lower plate petroleum structural level of the West-Siberian plate	22
<i>Chibrikova E.V., Olli V.A.</i> The Turat suite (Southern Urals) and its analogs	26
<i>Boyarko G.Yu.</i> Strategic mineral risks of mining industry	28
<i>Sobolev R.N., Starostin V.I.</i> Association of tin, tungsten and molybdenum deposits with a structure of continental earth crust	32
<i>Sharkov A.A.</i> Manganese mineral base of Russian Federation and prospects of its development in the 21-st century	39
<i>Pekin A.A.</i> Mineral resources of Moscow	43
<i>Krupoderov V.S., Ostrovsky V.N., Shpak A.A.</i> Actual problems of environmental geology	53
<i>Trofimov V.T., Krasilova N.S.</i> Exogeodynamic information on a map of the modern upper levels of the earth crust and its ecological value	57
<i>Blinova T.S.</i> Forecast of geodynamically unstable zones based on a set of geological-geophysical and seismological data from the West-Ural region	65

INFERRED RESOURCES AND RESERVES CLASSIFICATION

<i>Kavun K.P., Krivtsov A.I.</i> Regional Seminar — Practical Use of the UN Base Classification of Fuel Resources and Other Minerals, Moscow, RF MNR, April 24—25, 2003	70
--	----

<i>Shumilin M.V., Mashkovtsev G.A., Naumov S.S.</i> Some problems of compatibility between the Russian Classification of Reserves (Resources) and the UN Base Classification	71
<i>Komarov M.A., Denisov M.N., Kavun K.P.</i> Possible trends of further improvement of the UN Base Classification and increase of its compatibility with the Russian Classification of mineral reserves and resources	73
<i>Boitsov A.V.</i> Application of principles of the UN Base Classification for uranium reserves	78
<i>Lovinyukov V.I.</i> Application of principles of the UN Base Classification to the development of Classification of mineral reserves and resources of the Ukrainian state stock of mineral resources	79
<i>Bakorzhev A.H.</i> Experience in application of the Ukrainian Classification of mineral reserves and resources (1999) adapted to the UN Base Classification and Classification of IAEA to identification of the Vattutinsky uranium deposit reserves	83
<i>Simitsyn V.Ya.</i> Comparative analysis of the Ukrainian Classification of mineral reserves and resources, UN Base Classification and classification used in the former Soviet Union (case studies of some deposits in Ukraine)	85
<i>Logvinov M.I., Vinitsky A.E., Zhurbitsky B.I., Faidov O.E.</i> Methodological problems of coal reserves (resources) classification	88
<i>Pogrebnov N.N., Prozorova G.N., Troschenko V.V., Budarina T.V.</i> Information models of coal deposits	96
<i>Efimov A.A.</i> The 9-th Platinum Symposium in North America	100

BOOK REVIEWS

<i>Rundkvist D.V.</i> Natural resources and ecology of Russia	102
Memory of Anatoly Alexandrovich Shpak	103