

СОВЕТСКАЯ ГЕОЛОГИЯ

11 • 1979

Да здравствует 62-я годовщина Великой Октябрьской социалистической революции!

Советские ученые! Повышайте эффективность исследований, укрепляйте связь науки с производством!

(Из Призывов ЦК КПСС)

Пролетарии всех стран, соединяйтесь!

11 • 1979

СОВЕТСКАЯ ГЕОЛОГИЯ

**Ежемесячный научный журнал
Орган Министерства геологии СССР**

Основан в 1933 году

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор Н. П. Лаверов

В. В. Белоусов, К. Д. Беляев, Т. В. Билибина, В. А. Вахрамеев, В. Г. Гарьковец, А. А. Геодекан, Л. Ф. Думлер, А. Н. Еремеев, А. И. Жамойда (зам. главного редактора), Б. М. Зубарев, П. Ф. Иванкин, Г. А. Израилева (зам. главного редактора), А. Б. Каждан, Е. В. Карус, А. И. Кринари, А. М. Палий, А. В. Пейве, Н. И. Погребнов, В. Н. Полуэктов (зам. главного редактора), Н. Н. Предтеченский, Н. В. Роговская, Д. А. Родионов, В. В. Семенович, Л. Н. Смирнов, М. А. Фаворская, Н. И. Хитаров, А. Д. Щеглов, А. Л. Янин, В. А. Ярмолюк



МОСКВА · НЕДРА

© Издательство «Недра»
«Советская геология» 1979

Содержание

674	Повышать эффективность механизма хозяйствования на геологоразведочных работах	3	489	Фаворская М. А., Гольдверт Г. С., Лобанченко А. Н.	89
4632	Косыгин Ю. А., Салин Ю. С.			Металлогеническое значение меридиональных дислокаций территории Киргизии	
3902	Стратиграфия и геологическое время	7			
	Глезер Э. И.			КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ	
109	Зональное расчленение палеогеновых отложений по диатомовым водорослям	19	364	Трубников Л. М.	
	Буллин Н. К.			Совершенствование систем разведки сложных месторождений цветных металлов (на примере Рудного Алтая)	103
2523	Глубинное строение дна океанов.	30	285	Аршинов В. В., Богуславский А. Н., Корольков Ю. С., Потапов О. А.	
	Неволин Н. В., Козлова Е. Ф., Патрушева В. А.			Результаты электроразведочных и гравиметрических работ в Прикаспийской впадине	110
381	Рельеф поверхности Мохоровичича Восточно-Европейской платформы и прилегающих территорий	42		ХРОНИКА НАУЧНОЙ ЖИЗНИ	
	Аммосов И. И.		490	Аблаев А. Г., Беляева Г. В., Симанов К. В.	
436	Петрографические особенности твердых органических веществ как показатель палеотемператур и нефтеносности	53		Третье стратиграфическое совещание по Дальнему Востоку	119
	Готман Я. Д., Мигута А. К., Петросян Э. В., Прусс А. К., Смилкстын А. О.			КРИТИКА И РЕЦЕНЗИИ	
	Главные типы урановых месторождений щитов докембрийских платформ	65	270	Федорчук В. П.	
343	Архипов Г. И.			Полная систематика разрывных структур	123
	Перспективы зоны Байкало-Амурской магистрали на железные руды.	78			

Художественный редактор Л. Э. Немировский
Технический редактор А. Г. Иванова
Корректор В. А. Бобринская

Сдано в набор 24.09.79. Подписано в печать 19.10.79. Т-14398. Формат 70×108¹/₁₆. Печать высокая. Усл. печ. л. 11,2. Уч.-изд. л. 12,39. Тираж 3620 экз. Заказ № 578

Адрес редакции: 123812, ГСП, Москва, Бол. Грузинская, д. 4/6
Телефон 254-29-56
Ленинградская картографическая фабрика объединения «Аэрогеология»

УДК 553.042.003.1

Повышать эффективность механизма хозяйствования на геологоразведочных работах

Шестьдесят вторую годовщину Великого Октября советские геологи встречают полные творческих сил. Претворяя в жизнь исторические предначертания XXV съезда КПСС, научные и производственные коллективы отрасли успешно завершают четвертый год десятой пятилетки.

В 1979 г. геологами страны открыты месторождения различных видов минерального сырья, разработаны и внедрены в производство образцы новой более современной геофизической аппаратуры, лабораторного оборудования, горно-разведочной и буровой техники; усовершенствованы основы прогноза и поисков месторождений нефти, газа и твердых полезных ископаемых; создаются и внедряются принципиально новые, более экономичные методы и схемы технологической переработки минерального сырья; осуществляются мероприятия по охране природы и окружающей среды; расширяются исследования по экономике геологоразведочных работ.

Наша экономика ныне достигла такого уровня развития, когда особую актуальность приобретает дальнейшее улучшение управления народным хозяйством. Все более высокие требования к управлению предъявляются возросшими масштабами производства, усложнившимися экономическими связями, современной научно-технической революцией. XXV съезд КПСС определил основные направления совершенствования хозяйственного механизма. Важность усиления внимания к вопросам планирования подчеркивалась на последующих Пленумах ЦК КПСС, в выступлениях Генерального секретаря ЦК КПСС, Председателя Президиума Верховного Совета СССР товарища Л. И. Брежнева.

Во исполнение решений XXV съезда партии Центральный Комитет КПСС и Совет Министров СССР приняли постановление «Об улучшении планирования и усилении воздействия хозяйственного механизма на повышение эффективности производства и качества работы».

В этом постановлении первостепенное значение придается дальнейшему повышению роли государственного плана, и прежде всего пятилетнего, как важного инструмента реализации экономической политики партии, обеспечению сбалансированности планов, их большей ориентации на решение социальных задач. Должна быть усилена концентрация ресурсов на выполнение общегосударственных целевых программ, улучшена система планируемых показателей с тем, чтобы они всемерно побуждали трудовые коллективы на борьбу за повышение производительности труда, максимальное использование основных фондов, за экономию материальных ресурсов. Необходимо теснее увязывать решение перспективных и текущих проблем, а также задач отраслевого и территориального развития, полнее учитывать интересы потребителей при формировании производственных заданий. Требуется значительно усилить действенность экономических рычагов и стимулов, поставить материальное поощрение в прямую зависимость от эффективности и качества работы, выполнения плановых заданий и результатов производственной деятельности.

В постановлении подчеркнута необходимость повышения организации и слаженности работы всех звеньев экономики, достижения большей деловитости в деятельности аппарата министерств и других органов управления, оперативности в принятии решений, неуклонного укрепления государственной, производственной и трудовой дисциплины, повышения ответственности кадров за выполнение установленных планов и договорных обязательств.

Министерством геологии СССР определен комплекс мер, направленных на выполнение этого постановления. На центральный аппарат Министерства и научно-исследовательские организации возложена разработка предложений по совершенствованию планирования и экономического стимулирования геологоразведочных работ.

Министерствам и управлениям геологии союзных республик и организациям союзного подчинения поручено разработать и представить Министерству геологии СССР

организационные мероприятия, обеспечивающие осуществление мер по совершенствованию планирования и экономического стимулирования в деятельности геологоразведочных и промышленных предприятий и самостоятельных строительных подразделений с учетом особенностей геологического производства.

Все организации отрасли при разработке планов должны обеспечивать:

— комплексное решение экономических и социальных проблем, концентрацию сил и ресурсов на выполнение важнейших программ и задач развития минерально-сырьевой базы страны, не допуская узковедомственного подхода;

— ускорение реализации научно-технических открытий и разработок, направленных на повышение эффективности геологоразведочных работ, темпов роста производительности труда и качества промышленной продукции и строительства;

— рациональное использование производственных фондов, материальных, трудовых и финансовых ресурсов, усиление режима экономии и устранение потерь;

— правильное определение объемов геологоразведочных работ по стадиям, направлениям и экономическим районам для более полного обеспечения народного хозяйства минеральными ресурсами;

— образование материальных и финансовых резервов, необходимых для пропорционального и сбалансированного развития.

Для рассмотрения мер по совершенствованию планирования и экономического стимулирования, предусмотренных постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР, и разработки рекомендаций с учетом особенностей геологоразведочного производства в Министерстве геологии СССР создана экспертная комиссия. Утверждены составы комиссий, которые должны оказывать методическую помощь организациям Министерства геологии СССР в реализации мероприятий по совершенствованию планирования и экономического стимулирования и осуществлять систематический контроль за их внедрением.

Комиссиям поручено определить показатели, утверждаемые промышленным предприятиям отрасли в пятилетних и годовых планах, которые более точно отражали бы динамику производства, повышение его эффективности и рост производительности труда. Необходимо разработать и внести в действующие нормативные документы по планированию и финансированию геологоразведочных работ изменения, вытекающие из основных принципов постановления.

В целях повышения уровня планирования в отрасли подразделениям центрального аппарата Министерства геологии СССР поручено подготовить предложения о порядке составления перспективных и годовых планов геологоразведочных работ с учетом особенностей их планирования, обратив особое внимание на обеспечение сроков доведения контрольных цифр и сроков разработки проектов планов до организаций Министерства, на повышение научного уровня планирования, недопустимость установления плановых заданий только из сложившейся динамики соответствующих показателей, на необходимость привлечения к участию в разработке проектов планов широкого круга трудящихся и их составления на всех уровнях управления с учетом наказов избирателей.

Планово-экономическому управлению Министерства геологии СССР поручено рассмотреть вопрос о целесообразности установления заданий по прибыли на геологоразведочных работах в пятилетних планах.

Центральный аппарат Министерства геологии СССР в ближайшее время должен рассмотреть результаты научных исследований ВИЭМСа по разработке норм и нормативов, необходимых для планирования фонда заработной платы, показателей финансовой деятельности и материально-технического снабжения и представить предложения по усилению этих исследований с тем, чтобы планы XI пятилетки были научно более обоснованными и учитывали нормы затрат труда, материалов, топливно-энергетических ресурсов, а также нормативы использования основных видов оборудования.

Выполнение заданий пятилетнего плана геологическими организациями и предприятиями всех уровней должно оцениваться нарастающим итогом с начала пятилетки, а годовых планов — нарастающим итогом с начала года.

В положения о премировании работников геологоразведочных и топографо-геодезических организаций по результатам хозяйственной деятельности будут внесены изменения, предусматривающие премирование за выполнение основных показателей нарастающим итогом с начала года.

Министерство геологии СССР совместно с министерствами и управлениями геологии союзных республик и организациями союзного подчинения должны предусмотреть в планах геологоразведочных работ сводные разделы по всему комплексу мероприятий в области социального развития, включая меры по улучшению условий труда, повышению квалификации и профессионального мастерства работников, их общеобразовательного и культурного уровня, по улучшению жилищных и культурно-бытовых условий жизни, медицинского обслуживания и др., увязав их с заданиями по развитию геологоразведочных работ, строительству за счет всех источников финансирования и повышению их эффективности. На отдельные подразделения Министерства возложена разработка пятилетних планов повышения технического уровня геологоразведочных работ, промышленного производства и строительства.

Пятилетние планы будут включать планы работ по охране природы и окружающей среды.

Управлению по перспективному развитию геологоразведочных работ и Планово-экономическому управлению поручено установить порядок разработки проектов планов развития отрасли в территориальном разрезе с тем, чтобы представлять Советам Министров союзных республик контрольные цифры, основные показатели проектов и утвержденных планов по находящимся на территории соответствующей республики организациям союзного подчинения.

Министерствам и управлениям геологии союзных республик и организациям союзного подчинения поручено:

— совместно с местными плановыми органами и органами по труду, а также подведомственными организациями и предприятиями разрабатывать планы обеспечения их рабочей силой;

— обеспечивать представление подведомственными объединениями и организациями, наделенными правами социалистического государственного производственного предприятия (по месту их нахождения), контрольных цифр, основных показателей планов и утвержденных планов в краевые, областные и городские плановые комиссии и госпланы автономных республик, а в союзных республиках, не имеющих областного деления, — в госпланы этих республик.

Подразделения центрального аппарата Министерства геологии СССР должны подготовить материалы, необходимые для разработки Госпланом СССР программ по решению крупных региональных проблем, формированию и развитию территориально-производственных комплексов и составления по ним сводных планов капитального строительства.

В проектах планов будут выделяться основные показатели экономического и социального развития организаций, входящих в состав территориально-производственных комплексов Сибири и Дальнего Востока, а при разработке направлений развития геологоразведочных работ в этих районах должны учитываться предложения Советов Министров автономных республик, исполнительных комитетов краевых и областных Советов народных депутатов.

Одной из серьезных задач, поставленных перед отраслью на XI пятилетку, является завершение разработки и внедрения автоматизированной системы плановых расчетов.

Министерства и управления геологии союзных республик, организации союзного подчинения, управления и отделы Министерства геологии СССР обязаны доводить до подведомственных организаций планы по всем показателям (включая материально-технические ресурсы) не позднее, чем за полтора месяца до начала планируемого года.

В целях совершенствования планирования промышленного производства и улучшения качества продукции министерствам и управлениям геологии союзных республик, объединениям, имеющим в подчинении промышленные предприятия, а также управлениям и отделам Министерства геологии СССР необходимо обеспечить стабиль-

ность утвержденных производственным объединениям (предприятиям) и организациям годовых и квартальных планов, не допускать их корректировки в сторону снижения.

Управлению организации труда, заработной платы и рабочих кадров поручено подготовить предложения о внесении соответствующих дополнений в положение о премировании работников промышленных предприятий и производственных объединений отрасли.

Техническому управлению совместно с Управлением главного механика, энергетики, транспорта и связи, Управлением геофизических работ и объединением «Союзгеотехника» поручено пересмотреть действующие стандарты и технические условия на продукцию, выпускаемую промышленными предприятиями отрасли, и при выявлении устаревших положений изменять их, включать в новые стандарты наряду с другими качественными характеристиками требования, направленные на снижение расходов материалов и экономии энергии, унификацию узлов и приборов, улучшение их эксплуатационных характеристик.

В 1979—1980 гг. предстоит провести оценку технического уровня выпускаемых машин, оборудования и другой техники, разработать и осуществить мероприятия по повышению технико-экономических показателей изготавливаемых и вновь осваиваемых изделий, снять с производства устаревшую продукцию (такую оценку намечено в дальнейшем проводить периодически). Министерством геологии СССР будет практиковаться приемка новых важных видов продукции от промышленных предприятий отрасли; будет уточнен перечень головных организаций по государственным испытаниям новой геологоразведочной техники. Начиная с 1980 года, намечается разрабатывать перечни подлежащей изготовлению и поставке продукции производственно-технического назначения, в соответствии с которыми потребители будут заключать договоры на приобретение нужной продукции в пределах выделенных им фондов.

Планово-экономическому управлению и объединению «Союзкварцсамоцветы» поручено разработать мероприятия с целью ускорения организации сети фирменных магазинов по продаже продукции населению, а «Союзкварцсамоцветам» предложено заключить пятилетние соглашения с Министерством торговли СССР и оптовыми организациями министерств торговли союзных республик на поставку широкого ассортимента изделий торгующим организациям.

Крупные мероприятия предстоит осуществить в области проектирования и строительства. Для ускорения ввода в действие мощностей и объектов, повышения эффективности капитальных вложений всем организациям Министерства геологии СССР поручено снизить в ближайшие годы объемы незавершенного строительства до установленных нормативов. С этой целью в проекты пятилетних планов должны быть включены: плановые балансы и расчеты использования имеющихся производственных мощностей и основных фондов; сводные планы реконструкции и технического перевооружения действующих организаций и предприятий.

Отрасли предстоит осуществлять проектирование и строительство новых, расширение и реконструкцию действующих предприятий на основе высокоэффективной технологии производства и применения новейшей техники, обеспечить на вновь вводимых в действие мощностях выпуск продукции, которая по своему техническому уровню и качеству должна соответствовать лучшим зарубежным образцам или превышать их.

Управлению организации труда, заработной платы и рабочих кадров поручено представить предложения о премировании за выполнение работ по техническому перевооружению действующих предприятий работников строительно-монтажных и проектных, а также производственных организаций и предприятий-заказчиков.

Министерствам и управлениям геологии союзных республик и организациям союзного подчинения поручено в необходимых случаях создавать специальные строительно-монтажные организации, а также разработать и осуществить мероприятия по совершенствованию управления капитальным строительством с учетом того, что основным хозрасчетным звеном строительного производства должны стать производственные строительно-монтажные объединения, а в отдельных случаях — тресты.

Министерству геологии Украинской ССР, Министерству геологии Казахской ССР, Министерству геологии Узбекской ССР, Управлению геологии Киргизской ССР, объе-

динениям «Союзгеотехника», «Геофизика» поручено принять меры по экономическому стимулированию промышленного производства на предприятиях отрасли.

Министерству геологии СССР предстоит усовершенствовать порядок экономического стимулирования производства геологоразведочных работ с целью улучшения геологических результатов с минимально возможной затратой всех видов ресурсов.

Управлению научно-исследовательских организаций совместно с Планово-экономическим управлением и ВИЭМСом поручено до 1 июня 1980 года подготовить предложения о введении хозрасчета в научно-исследовательских и конструкторских организациях и опытных предприятиях Министерства геологии СССР на работах, связанных с созданием, освоением и внедрением новой техники и выполняемых по заказам нарядам и договорам.

Представляется целесообразным ориентировать научно-исследовательские организации отрасли на более широкое использование договорных работ, проводимых по заказам геологоразведочных организаций, что должно существенно приблизить выполняемые исследования к потребностям геологоразведочного производства и ускорить процесс внедрения в практику результатов научных разработок.

Министерствам и управлениям геологии союзных республик, организациям союзного подчинения поручено разработать и осуществить мероприятия по широкому развитию бригадной формы организации и стимулирования труда, имея в виду, что в XI пятилетке эта форма должна стать основной. Предстоит разработать экономически обоснованные нормативы оборотных средств по каждой подведомственной производственной организации и в целом по министерству, управлению, объединению, организации.

Всем звеньям отрасли необходимо усилить стимулирующую роль премиальных систем в повышении эффективности производства и качества работы, привести действующие в промышленности и строительстве положения о премировании в соответствие с порядком образования фондов материального поощрения и критериями оценки деятельности производственных объединений (предприятий) и организаций, предусмотренных постановлением Центрального Комитета КПСС и Совета Министров СССР. Начисление премий должно производиться в прямой зависимости от трудового вклада коллектива и каждого работника.

Осуществление всех указанных мероприятий потребует большой организаторской и идейно-воспитательной работы. Надо решительно преодолевать психологические барьеры приверженности к устаревшим методам хозяйствования. Основную подготовительную работу надо завершить безотлагательно, поскольку многие разработанные положения войдут в силу с начала следующего года.

Нет сомнения, что советские геологи, претворяя в жизнь решения XXV съезда КПСС, сделают все необходимое для реализации намеченных мероприятий по выполнению постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР «Об улучшении планирования и усилении воздействия хозяйственного механизма на повышение эффективности производства и качества работы» и внесут достойный вклад в развитие минерально-сырьевой базы народного хозяйства, укрепление могущества социалистической Родины и построение материально-технической базы коммунизма.

УДК 551.7+550.93

Ю. А. КОСЫГИН, Ю. С. САЛИН
(Ин-т тектоники и геофизики ДВНЦ АН СССР)

Стратиграфия и геологическое время

Стратиграфию можно считать фундаментом геологии. Действительно, исходный фактический материал геологи получают в виде разрозненного набора точек наблюдений, разрезов и профилей, а оперируют во всех своих построениях непрерывными телами — свитами, блоками,

складками и т. д. Построить непрерывное, полноопределенное геологическое тело по фрагментарным, неполным данным позволяют закономерности слоистой структуры. Неслоистые тела изучаются уже с помощью каркаса, полученного на материале слоистой структуры. Первой в цепи передачи научного продукта и важнейшей дисциплиной, объектом изучения которой служат слоистые геологические тела, является стратиграфия.

Поэтому любые попытки анализа и совершенствования геологии в целом неизбежно должны затрагивать и стратиграфию. Так оно и получается. Резко усилившаяся за последнее время тенденция к логико-математическому совершенствованию геологии и упорядочению деятельности геологических служб привела к появлению огромного количества работ по общим вопросам стратиграфии. Книг и брошюр по общей стратиграфии за последние 5—6 лет выпущено почти столько же, сколько за предыдущие 50—60 лет [3, 10, 19, 21, 24, 28, 31, 33, 39, 42, 43, 48]. Именно сейчас необходимо разобраться в состоянии этой ключевой геологической дисциплины, наметить пути ее дальнейшего развития.

Цели и средства стратиграфии. В процессе организационного и теоретического оформления стратиграфии, а также обособления как самостоятельной науки от исторической геологии, в основных фундаментальных ее вопросах выкристаллизовалось единое направление, наиболее четко отраженное в работе «Стратиграфическая классификация и терминология» [40]. Однако в последнее время созрела оппозиция, которая резко активизировалась после публикации полемической бескомпромиссной статьи Ф. Г. Гурари и Л. Л. Халфина [7]. Сейчас страсти как-будто улеглись, геологи примирились с существованием двух направлений в стратиграфии — классического и рационального [30—32] или, иными словами, европейского и американского [5, 8]. Даже в официальных документах Межведомственного стратиграфического комитета [42] можно усмотреть явные следы уступок оппозиции. Можно ли считать это достижением, той самой истиной, которая рождается в спорах? Проанализируем ход дискуссии и основные пункты разногласий.

«Принципы и критерии выделения для всех стратиграфических подразделений едины» [40, с. 19] — таков основной тезис сторонников «единой» стратиграфии. Другими словами, подразделения любых стратиграфических шкал — от местных, локальных, прослеживаемых как в пределах крупномасштабного съемочного планшета, так и небольшого разведочного участка, до планетарных — должны выделяться на основе одной и той же процедуры.

С точки зрения противников «единой» стратиграфии «... международная шкала является биологической по своей природе и, представляя собой особую систему счисления геологического времени, служит инструментом корреляции региональных схем и их подразделений. Региональные схемы являются геологическими по своей природе и представляют собой средство познания геологической истории региона» [7, с. 8]. Все другие разногласия следуют из этого исходного, фундаментального положения.

Одни исследователи считают, что «Всякое стратиграфическое подразделение является одновременно и «хроностратиграфическим» [40, с. 7], а название «хроностратиграфия» — плеоназм, ибо любая стратиграфия включает в себе понятие времени [35, 48]. Другие же «хроностратиграфические подразделения», «хроностратиграфическую шкалу» рассматривают как «излишние звенья в цепи исследований стратиграфа» [32, с. 159]. Следовательно, с одной стороны, стратиграфия —

наука о геологическом времени, а с другой — наука о прослеживании реальных геологических тел.

Но есть ли здесь противоречие? Вряд ли можно возражать против утверждения, что конечной целью стратиграфии, сферой ее практического применения является геологическое картирование, где на долю стратиграфии как раз и приходится прослеживание геологических тел (пластов, свит, пачек) от разреза к разрезу. Сторонники классического, геохронологического направления, считая время основным научным продуктом стратиграфии, решают внутреннюю ее задачу. Первая же попытка использовать результат решения внутренней задачи за пределами стратиграфии сводится к тому же картированию, против чего, кстати, не возражают и сторонники «европейского» подхода [12, 40—42]. Так что сторонники «американского» подхода к стратиграфии безусловно правы, подчеркивая картировочную цель стратиграфии.

Но каковы средства достижения этой цели? Еще в 1873 г. К. Циттель [47] писал: «Если вышеуказанный факт мы формулируем в следующем положении, что одинаковые окаменелости доказывают одинаковую древность двух пластов, то приобретем безошибочное основание к распознаванию в изолированных клочках одного непрерывного слоя и соединим таким образом разбросанные элементы в стройный последовательный ряд» (с. 37). Прослеживание пластов как установление их непрерывных объектов производилось еще Р. Мурчисоном, Г. Спенсером [36] и общепринято в американской стратиграфии [22, 51]. Конечно, использование «одинаковой древности», одновременности геологического времени для прослеживания и установления непрерывности началось не с К. Циттеля, не на нем и закончилось.

Начало использования понятия геологического времени для прослеживания тел совпадает с первой постановкой задачи прослеживания и с конструированием именно для решения этой задачи. Время в качестве единственного средства, инструмента для корреляции, верой и правдой служит геологии до сих пор. Просто в современных работах намного труднее найти формулировку, подтверждающую это.

Таким образом, и сторонники «классического» «европейского», направления совершенно правы, утверждая, что без времени нет стратиграфии. Противоречие устраняется: стратиграфия — наука, целью которой является стратиграфическая корреляция (прослеживание, установление непрерывности) слоистых геологических тел, а единственным инструментом, средством корреляции — временные понятия и конструкции.

К близкому выводу пришел Г. П. Леонов [21, т. I]: «Если при этом вообще отбросить термин «стратиграфия», а оперировать лишь понятиями «местная стратиграфия» и «биостратиграфия», то тогда взгляды представителей разных направлений (картировочного и геохронологического. — Ю. К., Ю. С.) окажутся, как это нетрудно видеть, почти тождественными» (с. 74).

Понятие времени в стратиграфии. Практически все существующие возражения и недоразумения связаны с разночтением, неопределенностью, расплывчатостью имеющихся представлений о геологическом времени.

Обычно признается, что геологические временные характеристики существуют сами по себе, независимо от методов их определения и целей, что любые установленные нами границы могут скользить относительно «истинной изохроны». Но как в таком случае определяется та одновременность, относительно которой могут скользить любые границы? Откуда вообще могло появиться мнение об ее существовании?

Во времена Ньютона тоже допускалось, что любые реальные физические процессы могут лишь верно или неверно отражать время, существующее независимо ни от процессов, ни от чего-либо «внешнего». Но уже Лейбниц, современник Ньютона, пришел к выводу, что время — это порядок событий и любой способ измерения времени на основании наблюдаемых событий может быть принят за определение времени, тогда истинны одновременность и разновременность, установленные этим эталонным способом.

Повсеместно используемыми и прошедшими проверку столетиями в геологической практике являются методы, которые позволяют разновременность устанавливать на основе закона Стено (выше — значит моложе), а одновременность — по закону Смита (палеонтологическое сходство истолковывается как геологическая одновременность). Но даже если сопоставляемые отложения совсем не содержат окаменелостей, геолог все равно выделяет и прослеживает от разреза к разрезу разновозрастные группы слоев, толщи, свиты. В этом случае он руководствуется литологическим сходством. Установление одновременности по сходству литологических признаков обычно связывают с именем А. Г. Вернера, называя этот способ «предположением Вернера» [36] или «положением Вернера» [9].

Однако и в такой простейшей аксиоматической системе, содержащей в качестве исходных посылок лишь два закона — Стено и Смита — Вернера — возникают внутренние противоречия. Представим себе очень распространенную ситуацию: в одном из разрезов признак *A* (литологический или палеонтологический) встречен один раз, а в другом разрезе дважды. Оба слоя с признаком *A* во втором разрезе разновозрастны по закону Смита — Вернера, они порознь эквивалентны третьему, но по закону Стено не могут быть разновозрастными, так как один из них залегает выше, а значит, моложе другого. Чтобы ликвидировать противоречия, ограничим действие законов только такой последовательностью признаков, при которой любая пара (*A* или *B*) удовлетворяет требованию: в каждом разрезе, где встречены как признак *A*, так и признак *B*, либо *A* всегда выше *B*, либо наоборот [18, 33]. Близкие требования предъявляли к «отличительным признакам» Г. Бронн [49], к зональным видам — В. И. Бодылевский [1] и Г. Харрингтон [51].

В построенной таким образом последовательности можно однозначно ввести отношения возрастной последовательности и эквивалентности на основе законов Стено и Смита — Вернера. В последовательности *A, B, C, D, E*, например, точку, обладающую признаком *C*, можно считать разновозрастной любой другой точке с признаком *C*; более молодой, чем все точки с признаками *A* и *B*, и более древней, чем точки с признаками *D, E*.

Однако принятых ограничений недостаточно. По любому фиксированному набору послойно описанных разрезов, в которых изучено распределение всех обнаруженных здесь признаков, можно построить много внутренне непротиворечивых последовательностей, но возрастные отношения, выявленные с помощью одной из них, будут противоречить отношениям, установленным с помощью другой. Необходимо выбрать из них одну, наилучшую, и определяемые этой последовательностью одновременность и разновременность считать истинными, эталонными.

Наилучшая для картирования, — позволяющая производить детальное расчленение и на наиболее далекое расстояние прослеживать выделенные подразделения, — последовательность ортохронологических, архистратиграфических или руководящих форм, что по существу одно и то же [13, 26, 44, 46, 48, 50]. Ничем иным как последовательностью

руководящих форм являются очень популярные в настоящее время зональные последовательности [14, 21, 25, 27, 29, 37, 38]. На этой же основе базируется и способ непосредственного проведения биохронологических границ — например, границы силура и девона по подошве зоны *Monograptus uniformis* — типичного руководящего вида. По мнению некоторых исследователей [15, 16, 23], руководящими могут быть не только виды, но и другие, например литологические, признаки.

Наиболее часто к руководящим признакам предъявляются следующие требования: быть членом последовательности, иметь широкое географическое и ограниченное стратиграфическое распространение. Мы принимаем указанные требования, но с одним уточнением: все эти признаки должны присутствовать на данном фиксируемом материале. Например, если коррелируются разрезы пятидесятитысячного планшета, то материал именно этого планшета должен обладать соответствующими признаками: быть членом последовательности, иметь наиболее широкое среди всех остальных представленных в данном материале географическое распространение в пределах планшета и наименьшее стратиграфическое распространение. Точно такие же требования необходимо предъявлять к отбору наилучших (руководящих) признаков, если коррелируются разрезы крупного региона, континента, планеты в целом. Всем этим требованиям и понятиям дана однозначная математическая формулировка, на их использовании построена строгая процедура логического вывода всех временных геологических понятий, реализованная в качестве алгоритма и программы для ЭВМ [3, 6, 34]. Алгоритмы и программы апробированы на материале корреляции неогеновых разрезов Усть-Камчатского и Олюторского районов Камчатки.

Так как с помощью найденной наилучшей последовательности устанавливаются возрастные отношения, назовем ее геохронологической шкалой, а ее подразделения — геохронологическими подразделениями. Для построения шкалы всегда привлекаются все фиксированные в описанных разрезах признаки — литологические, палеонтологические, геохимические, геофизические и др. Процедура построения не меняется в зависимости от размера исследуемой территории — шкала для небольшого нефтеразведочного участка строится так же, как и планетарная. Для небольших участков руководящими чаще будут литологические признаки. При расширении изучаемой территории они перестают удовлетворять предъявленным требованиям и постепенно выбывают из игры. Геохронологические шкалы для больших регионов строятся обычно на основе только палеонтологических признаков.

Чтобы не ограничиваться использованием единичных руководящих признаков, а привлечь к корреляции весь комплекс имеющихся признаков, введем понятие возрастного диапазона. Если какой-то признак *K* находится выше второго и ниже четвертого членов шкалы, его возрастным диапазоном охватывает третье геохронологическое подразделение. Если же признак *M* расположен выше первого, но ниже пятого членов шкалы, то его возрастным диапазоном охватывает второе, третье и четвертое геохронологические подразделения. В каком-либо слое могут быть встречены, например, два признака с диапазонами (3—7) и (7—11). Тогда его возраст, т. е. положение в геохронологической шкале, устанавливается как область пересечения возрастных диапазонов всех фиксированных здесь признаков, в данном случае (7).

Следовательно, стратиграфическое подразделение объединяет все слои любых разрезов, получивших одинаковые возрастные индексы. В результате могут быть сопоставлены, отнесены к одному и тому же стратиграфическому подразделению не только одинаковые, но и различные по литологии фации, свиты, толщи, — разные геологические тела.

Таким образом и получается «полный скоррелированный свод... подразделений (свит, серий, горизонтов) любого региона» — его «стратиграфическая схема» [35] или «сводная стратиграфическая шкала» [43].

Предложенная процедура построения определений временных геологических понятий поможет разобраться во многих дискуссионных вопросах стратиграфии.

Шкала-модель и шкала-инструмент. Прежде всего попробуем выяснить смысл противопоставления международной стратиграфической шкалы (МСШ) как системы счисления геологического времени и как инструмента для корреляции региональным стратиграфическим схемам, геологическим по своей природе [7, 44, 45].

О двух типах шкал (или схем) в стратиграфии говорили многие исследователи. По Ч. Б. Борукаеву [2], надо различать шкалы *sensu stricto*, играющие роль инструмента для упорядочения положения тел, и шкалы *sensu lato*, в идеале являющиеся «высшим стратиграфическим синтезом» (с. 4). По мнению Ю. А. Воронина и др. [4], а также авторов работы «Стратиграфия и математика» [43], существуют сводные шкалы признаков и сводные шкалы геологических тел. Можно придать этим определениям единую трактовку: шкала первого типа (*sensu stricto*, шкала признаков) — геохронологическая в нашем понимании, она как раз и представляет собой последовательность признаков, предназначенных для использования в качестве инструмента корреляции. Можно назвать ее шкалой-инструментом. Шкала второго типа является просто результатом корреляции, это шкала геологических тел, — «полный скоррелированный свод свит, серий, горизонтов любого региона». Можно назвать ее в соответствии с определением Б. С. Соколова [35] шкалой-моделью.

Нельзя считать, как предлагают Ф. Г. Гурари и Л. Л. Халфин [7], шкалой-инструментом только МСШ. Какую бы область геологического пространства мы ни изучали, мы всегда строим сначала геохронологическую шкалу по материалам, полученным в данной области, а затем используем ее как инструмент для корреляции геологических тел именно этой области. Если изучаемый объем пространства охватывает крупные регионы, континенты или планету в целом, если мы занимаемся обобщениями, строим карты именно для них, то и для построения геохронологических шкал привлекаются материалы соответственно по региону, континенту, планете в целом. Процедуры же построения геохронологических шкал, корреляции и составления стратиграфических шкал-моделей едины и не зависят от размеров изучаемой территории.

Геологическое время отражено не только в МСШ. Геохронологическая шкала любой части геологического пространства характеризует собственное время этого пространства. Соотношение этого времени с общепланетным такое же, как соотношение локального времени в физике с мировым временем.

«Принципы и критерии выделения для всех стратиграфических подразделений едины» — тезис СКТ [40, с. 19], и отступление от него в последующих официальных документах Межведомственного стратиграфического комитета можно считать шагом назад, а не вперед.

Уточним интерпретацию этого тезиса: региональные стратиграфические подразделения должны выделяться с помощью региональных геохронологических шкал, полученных на материале региона по тем же принципам и критериям, что и общепланетные подразделения — с помощью МСШ на общепланетном материале. Такое уточнение необходимо, потому что бытовала практика выделения региональных стратиграфических подразделений с помощью МСШ, т. е. практика подгонки

региональных схем под международную геохронологическую шкалу, что представляет собой явное нарушение принятой основной посылки.

Борьбу оппозиции против выделения в региональных схемах единиц МСШ [7, 30—32, 44, 45] можно считать направленной не против основных ее принципов, а против отступлений от них.

Биохронология и литостратиграфия. Существует много высказываний о том, что для построения временных геологических конструкций и проведения изохронных границ палеонтологические признаки обладают несравнимыми преимуществами перед литологическими и любыми иными. Поэтому только среди них ведется целенаправленный отбор наилучших признаков, фиксирующих изохронные границы.

Но если действительно палеонтологические признаки лучше всех остальных, нуждаются ли они в привилегии по сравнению с другими, не правильнее ли предъявлять одни и те же требования ко всем признакам? Лучшие выявятся сами собой без всякого предварительного предпочтения, кстати, предварительное предпочтение все равно не решает проблемы. Хорошо, мы выбрали именно палеонтологические признаки, но ведь этого недостаточно для однозначного решения.

Разные палеонтологические признаки дают разные границы, а в качестве изохронной можно принять лишь одну. И даже если мы разбили всю фауну на группы (остатков донных и пелагических организмов) и отдали предпочтение второй, все равно среди пелагических придется выбирать такие виды или роды, которые дают изохронные границы, отбраковывая от них менее надежные, парахронологические признаки. Формулировки критериев выбора избежать не удастся. Показательно, что даже такой сторонник биохронологии, как О. Шиндewolf [48], следуя давним традициям, приводит перечень вполне формальных требований к отбору ортохронологических признаков: они должны быть членами последовательности исторически уникального эволюционного процесса, легко распознаваться, обладать широким региональным распространением и обеспечивать наиболее детальное расчленение (с. 41, 55).

Нетрудно видеть, что эти требования практически совпадают с принятыми нами для руководящих признаков. Приняв их, мы избавляемся от необходимости предварительной разбраковки.

Априорное предпочтение палеонтологических признаков мало того что не решает проблему, но еще и оставляет за бортом стратиграфии немые слоистые толщи. Литостратиграфия — это простратиграфия, или, буквально, достратиграфия. Таково мнение сторонников биохронологии. Однако и противники этого направления считают, что немые толщи расчленяются и коррелируются по литологическим признакам, а не по временным характеристикам.

Все эти противоречия устраняются, если принять предложенные нами критерии выбора руководящих, ортохронологических признаков среди всех имеющихся (литологических, палеонтологических и любых других). Тогда и биохронология, и литостратиграфия становятся частными случаями стратиграфии. Дальняя, межрегиональная корреляция — это область безраздельного господства биохронологии, а местная, локальная — может в основном обеспечиваться литологическими марками времени, это уже сфера литохронологии, хотя и здесь возможно сохранение роли некоторых палеонтологических признаков — скорее всего количественных палеонтологических, палеоэкологических, комплексных литолого-палеонтологических.

Представлять литостратиграфию как науку, обходящуюся без понятия времени, неверно и по другой причине. Мы можем расчленить разрезы по литологическим признакам на одномерные тела, но как, не

используя понятия времени, скоррелировать их в разных разрезах, построить трехмерные, объемные тела? Всегда будет возникать вопрос, с какой из десяти песчаных пачек сравниваемого разреза сопоставить данную песчаную пачку данного разреза? Геохронологическая шкала сразу дает ответ — с той, которая имеет тот же возраст. При этом неважно, литологическими или палеонтологическими марками определяется само время. Так что и литостратиграфия становится хроностратиграфией, или просто стратиграфией.

Стратиграфия и геологическое картирование. Практически все исследователи основным методом геологического картирования признают стратиграфию. Тем не менее, некоторые из них говорят и о геологической съемке как о методе стратиграфии [21, 31]. Нет ли здесь логического круга, каковы функциональные связи между этими важнейшими видами геологических исследований?

Для построения своих объектов и определения своих понятий стратиграфия не нуждается в существовании двух- или трехмерных геологических тел. Ее единственный исходный материал — точки наблюдения, которые могут группироваться в виде отрезков линий, фрагментов обнаженных поверхностей, но и это не обязательно. Фундаментальное стратиграфическое отношение «выше—ниже» определяется на точечных объектах.

Разрез (стратиграфическая колонка) понимается как вертикаль, на которой отсчет точек ведется снизу вверх. Если две точки *a* и *b* находятся в одном и том же разрезе, то они имеют стратиграфические отношения, при этом, если *a* следует на разрезе за *b*, то *a* выше *b*, а *b* ниже *a*. Если большими буквами *A* и *B* обозначить какие-либо признаки, а маленькими *a* и *b* — точки, обладающие этими признаками, то отношения между признаками *A* и *B* определяются через отношение между точками *a* и *b*: если во всех разрезах, где есть и точки *a*, и точки *b*, все *a* выше любой *b*, то признак *A* выше *B*, а *B* ниже *A* [34].

Далее в процедуре логического вывода определяются понятия последовательности признаков, геохронологической шкалы как наилучшей среди всех имеющихся последовательностей, и возраста слоя — его места в геохронологической шкале. Затем в одну непрерывную область геологического пространства (в стратиграфическое подразделение) объединяются все слои любых разрезов, имеющие один и тот же возраст.

В результате получаем стратиграфическую схему данного региона, по выражению Б. С. Соколова [35], своеобразную модель, отражающую положение изученных тел в пространстве. Своеобразие модели заключается в том, что в ней учтены только такие геометрические свойства построенных объектов, как непрерывность и последовательность, т. е. их топологические свойства. Поэтому стратиграфическую схему можно назвать топологической моделью полноопределенного геологического пространства.

Это предельно бедная в информационном отношении конструкция. Построение геологической карты по стратиграфической схеме можно представить как пополнение топологической основы информацией о дифференциальных, проективных, аффинных и метрических свойствах выделенных стратиграфических подразделений — о соотношениях мощностей, плавности или резкости границ, их параллельности или непараллельности, размерах и точном географическом положении тел. Математическая постановка и построение цепи всех задач — дело дальнейших исследований, здесь лишь заметим, что перечисленные задачи решаются после создания стратиграфической схемы и что в конечном итоге получается метрическая модель полноопределенного геологического пространства — геологическая карта.

В связи с этим использование геологического картирования как средства стратиграфии нельзя истолковать иначе, чем использование средств взаимности у будущих результатов.

Геологическая карта дает материал для решения следующих задач — реконструкции физико-географических условий осадконакопления в пределах каждого стратиграфического подразделения, восстановления истории развития органического и неорганического мира, выделения этапов развития. Так как все эти задачи решаются после стратиграфической корреляции и построения геологической карты, их результаты не могут учитываться при решении стратиграфических и картографических задач; противоположный подход приводит к логическому кругу. Конечно, это не исключает того, что в результате проведения геологической съемки или картографических построений различных видов могут быть получены новые факты, существенно влияющие на стратиграфические модели.

Отметим, что палеогеографические и историко-геологические реконструкции могут производиться не только по материалам геологических карт, но и на основе построенной региональной стратиграфической схемы, т. е. не только в метрическом, но и в топологическом полноопределенном пространстве.

Выделение «этапостратиграфических» подразделений возможно до восстановления истории и ее этапов — в стратиграфической схеме легко выявляются наиболее резкой смены признаков; на геологической карте также можно показать не границы отдельных стратиграфических подразделений, а только поверхности — рубежи. Тогда выделенные на схеме и карте геологические тела будут отвечать требованию «этапности», включаемому некоторыми исследователями и авторами официальных документов в определение самого понятия «стратиграфическое подразделение» [12, 25, 40—42]. Задачи выделения таких стратиграфических подразделений (этапостратиграфических, по В. А. Зубакову [11], геостратиграфических, по Г. П. Леонову [21]) решаются после корреляции и проведения границ стратиграфических (хроностратиграфических) подразделений в принятом здесь определении.

Геохронология и хроностратиграфия. Начиная со II сессии Международного геологического конгресса, хронологические подразделения рассматриваются как производные от стратиграфических [21]; не подвергается сомнению, что «геохронологическая шкала основывается на стратиграфической» [40, с. 10]. Можно, конечно, наделять геохронологические понятия какими-то дополнительными характеристиками сверх необходимых и достаточных, полученных в процессе построения и анализа наблюдаемых данных. Можно говорить о «течении времени» вместо временной последовательности, писать, что «...любое подразделение времени в истории Земли может быть распознано в любой точке земной поверхности, всюду оно оставило свой след» [20, с. 21], очень образно представлять непрерывность, необратимость, направленность времени, не включенные в само понятие времени строгими формулировками. В результате приходим к многогранному, даже противоречивому представлению о времени, которое уже можно мыслить как объективно существующее, определяющее ход и результат процессов. Подразделения такого «времени» в самом деле первичны по отношению к стратиграфическим подразделениям. Но ведь само это представление и есть мысленное время идеалиста А. Бергсона, это скорее образ, чем научное понятие, оно не построено однозначно на основании «позитивных документов региональной истории Земли» [35, с. 158].

Если же говорить о геологическом времени как о теоретической конструкции, выводимой из наблюдений, то становится ясно, что любые

геохронологические понятия предшествуют в последовательности построения стратиграфическим подразделениям и схемам. Последние строятся с их помощью и потому производны от геохронологических.

Чтобы возражать против предложенной интерпретации геохронологической шкалы как последовательности ортохронологических руководящих признаков и ее значения для стратиграфической корреляции, нужно ответить на вопрос: а как же тогда строятся стратиграфические подразделения? Попытка представить корреляцию, не использующую понятия времени, лишает стратиграфию всякой методической основы.

Закон Уилера — Бислея и закон Циттеля. Установление возрастного скольжения геологических границ было неприятным открытием для геологов. Выявленные факты, дополненные умозрительными соображениями, привели некоторых исследователей к формулировке всеобщего закона, которому А. М. Садыков [31] присвоил имя Уилера—Бислея: граничным поверхностям геологических тел присуще скольжение во времени. Нетрудно видеть, что закон Уилера—Бислея сводится к утверждению, что геологические и хроностратиграфические границы пересекаются. Прямо противоположное утверждение следует из уже приведенного выше высказывания К. Циттеля. Справедливым же может быть только один из двух законов.

Признание истинности закона Уилера—Бислея лишило бы стратиграфию ее единственного инструмента. В самом деле, если границы литологических тел пересекают возрастные, то мы не можем соединять разновозрастные пласты разных разрезов в единое непрерывное тело [17, 33]. Закон Уилера—Бислея, по существу, лишь негативная формулировка. Он говорит только о том, чего мы не можем делать, но совсем не отражает то, что мы можем. Закон Циттеля в этом смысле диаметрально противоположен.

Однако имеем ли мы право, пытаясь сохранить столь необходимый инструмент, настаивать на истинности формулировки о пересечении границ, тогда как сторонники «скольжения» приводят довольно многочисленные и бесспорные факты пересечения? Попробуем оценить соотношение количества этих и противоположных фактов.

Задача корреляции — прослеживание реальных геологических тел — имеет проверяемое решение. Приводя геологическую границу от скважины к скважине, от маршрута к маршруту, можно пробурить для проверки третью, дополнительную скважину, пройти промежуточный маршрут. Наблюдение подтвердит или опровергнет результат корреляции. Такая проверка осуществляется многократно при любой геологической работе. И то, что возрастные конструкции не были отброшены как негодные, а применяются до сих пор, служит лучшим подтверждением эффективности используемых инструментов. Подсчитать число всех фактов, подтверждающих закон Циттеля, просто невозможно.

Пересечения же геологических и возрастных границ следует рассматривать как исключение из общего правила. Никаких искажений в используемые средства эти исключения не вносят. Та же геохронологическая шкала и построенная с ее помощью система изохронных границ на карте позволит установить пространственные закономерности «возрастного скольжения», что и будет затем использовано для прослеживания тела.

Единая и многоаспектная стратиграфия. При разведочных и эксплуатационных работах, среднемасштабной геологической съемке, когда надо знать поведение конкретного тела, подлежащего оконтуриванию и разработке, геохронологические шкалы и стратиграфические схемы нужны для прослеживания, установления непрерывности этого тела. При расширении изучаемой территории число отдельных геологи-

ческих тел быстро возрастает и возникает необходимость найти закономерности их размещения в пространстве.

Чтобы разобраться в хаосе бесчисленных свит, пачек, слоев, линз, фаций, блоков, на них набрасывают временную координатную сетку. Все геологические объекты упорядочиваются прежде всего по главной координатной оси — по их возрасту или положению в геохронологической шкале. Упорядочение по латеральным координатам производится после — при построении палеогеографических карт, фациальных схем, латеральных рядов формаций, на которые наносятся только объекты одного и того же возраста. Выявленные таким образом пространственные закономерности используются для прогноза. Для надежного обоснованного предсказания необходимо учесть данные о распределении геологических объектов на больших территориях, в идеале на всем земном шаре, т. е. нужно упорядочение по всей планете с помощью единой временной координатной системы. Так оно и делается в настоящее время. Некоторые исследователи предлагают производить геологические построения, в том числе расчленение и корреляцию разрезов, геологическое картирование по каждому списку свойств отдельно [17]. Однако такие операции очень трудоемки, их окажется невозможным реализовать для сколько-нибудь значительных территорий. То же самое можно сказать и о многочисленных проектах фацио-, био-, климато-, петро-, эко-, ритмо-, тектоно- и радиостратиграфии, а также о других возможных стратиграфиях. Если упорядочить в разных координатных системах большие объемы региональной информации невозможно (малые объемы не дают достаточного материала для прогнозирования), то все эти проекты в значительной мере теряют смысл. Максимум, на что хватит сил и средств, — выяснить закономерности пространственного поведения всех геологических объектов в единой (временной) координатной системе. И незачем гоняться за многими зайцами сразу. Лучше довести до совершенства, математической однозначности и строгости доставшееся нам бесценное наследство — единую временную стратиграфию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бодылевский В. И. О стратиграфической зоне. — В кн.: Общие проблемы стратигр. и биостратигр. палеогеона Турция и Средней Азии. Л., Недра, 1964, с. 25—32.
2. Борукаев Ч. Б. Проблема общей геохронологической шкалы докембрия. — Геология и геофизика, 1972, № 1, с. 3—14.
3. Варнавский В. Г. и др. Расчленение и корреляция осадочных толщ. М., Наука, 1978.
4. Воронин Ю. А. и др. Совершенствование теоретических построений стратиграфии с помощью моделирования на ЭВМ. — В кн.: Применение математич. методов и ЭВМ при поиске полезных ископ. Новосибирск, Наука, 1972, с. 45—79.
5. Воронин Ю. А., Еганов Э. А. Методологические вопросы применения математических методов в геологии. Новосибирск, Наука, 1974, 86 с.
6. Гончарова Е. И., Салин Ю. С., Солдатов О. Б. Алгоритм построения сводных стратиграфических шкал и корреляция разрезов. — В кн.: Принципы тектонического анализа. Владивосток, 1977, с. 34—41.
7. Гулари Ф. Г., Халфин Л. Л. Реформа правил стратиграфической классификации необходима. — Геология и геофизика, 1966, № 4, с. 3—14.
8. Жамойда А. И., Меннер В. В. Две основные тенденции разработки стратиграфической классификации. В кн.: Пробл. геол. и полезн. ископ. на XXIV сессии Междунар. геол. конгр. М., Наука, 1974, с. 144—151.
9. Жижченко Б. П. Методы стратиграфических исследований нефтегазоносных областей. М., Недра, 1969.
10. Жижченко Б. П. Теоретические основы стратиграфии и палеогеографии. М., Недра, 1979.
11. Зубаков В. А. О стратиграфической систематике новейших отложений. — Мат-лы к симпозиуму. «Периодиз. и геохронол. плейстоцена». Л., Недра, 1970, с. 35—39.
12. Зубович М. Е. Методы палеонтолого-стратиграфических исследований. Основы биостратиграфии. М., Высшая школа, 1968.
13. Кваша Г. И. Краткий словарь геологических терминов. — В кн.: И. Вальтер «История Земли и жизни». СПб, 1911, с. 21—29.
- 2 Советская геология № 11 — 1979

14. Келлер Б. М. Стратиграфические подразделения. — Изв. АН СССР. Сер. геол., 1950, № 6, с. 3—25.
15. Келлер Б. М. Рифейские отложения краевых прогибов Русской платформы. М., Изд-во АН СССР, 1952.
16. Коровин М. К. Историческая геология. М., Госгеолиздат, 1941.
17. Косыгин Ю. А. Основы тектоники. М., Недра, 1974.
18. Косыгин Ю. А., Салин Ю. С., Соловьев В. А. Философские проблемы геологического времени. — Вопросы философии, 1974, № 2, с. 96—104.
19. Красилов В. А. Эволюция и биостратиграфия. М., Наука, 1977.
20. Крымгольц Г. Я. О значении некоторых понятий в стратиграфии. В кн.: Общие проблемы стратигр. и биостратигр. палеогена Турция и Средней Азии. Л., Недра, 1964, с. 20—34.
21. Леонов Г. П. Основы стратиграфии. Т. 1—2. М., Изд-во МГУ, т. 1, 1973; т. 2, 1974.
22. Лоумен С. Выступления в дискуссии на сессии Американского геологического общества. — В кн.: Осадочные фации в геол. истории. М., Изд-во иностр. лит., 1953, с. 205—214.
23. Македонов А. В. Принципы и методы региональной стратиграфии угольных бассейнов, корреляции разрезов и синонимии угольных пластов. — В кн.: Методы корреляции угленосных толщ и синонимии угольных пластов. М., Наука, 1969, с. 10—50.
24. Мейен С. В. Введение в теорию стратиграфии. М., ВИНТИ, 1974, деп. № 1749—74.
25. Меннер В. В. Биостратиграфические основы сопоставления морских, лагунных и континентальных свит. М., Изд-во АН СССР, 1962.
26. Мирчинк Г. Ф. Историческая геология, ч. 1. Приемы и методы. М.—Л., ОНТИ, 1935.
27. Ог Э. Геология. М.—Л., ГОНТИ, 1938.
28. Проект стратиграфического кодекса СССР. Л., 1970, 35 с. Второй вариант. Л., 1974, 40 с.
29. Раузер-Черноусова Д. М. Зоны фузулиид и их соотношение с другими стратиграфическими подразделениями. — Бюл. МОИП. Отд. геол., т. 30, № 4, 1955, с. 67—70.
30. Садыков А. М. Система универсальной стратиграфической классификации. — Изв. АН КазССР. Сер. геол., 1969, № 1, с. 19—28.
31. Садыков А. М. Идеи рациональной стратиграфии (на примере Центрального Казахстана). Алма-Ата, Наука, 1974.
32. Садыков А. М. О двух направлениях в стратиграфии и некоторых терминах. — Сов. геология, 1978, № 8, с. 153—160.
33. Салин Ю. С. Стратиграфическая корреляция на ЭВМ. — В кн.: Вопросы общей и теорет. тектоники. Хабаровск, 1974, с. 48—67.
34. Салин Ю. С. Конструктивная стратиграфия. М., Наука, 1979.
35. Соколов Б. С. Биохронология и стратиграфические границы. — В кн.: Проблемы общей и регион. геологии. Новосибирск, Наука, 1971, с. 155—178.
36. Спенсер Г. Нелогическая геология. Научные, политические, философские труды, т. III. СПб, 1866, с. 277—335.
37. Степанов Д. Л. Методика стратиграфических исследований. — В кн.: Спутник полевого геолога-нефтяника, т. 2. Л., Гостоптехиздат, 1954, с. 3—26.
38. Степанов Д. Л. Принципы и методы стратиграфических исследований. Л., Гостоптехиздат, 1958, 180 с.
39. Степанов Д. Л., Месежников М. С. Общая стратиграфия (принципы и методы стратиграфических исследований). М., Недра, 1979.
40. Стратиграфическая классификация и терминология. М., Госгеолтехиздат, 1956, 28 с.; 1960, 59 с.
41. Стратиграфическая классификация, терминология и номенклатура. Л., Недра, 1965, 70 с.
42. Стратиграфический кодекс СССР. Л., Недра, 1977, 79 с.
43. Стратиграфия и математика. Хабаровск, 1974, 207 с.
44. Халфин Л. Л. О тектоно-стратиграфическом направлении в геологии и о принципах стратиграфии. — В кн.: Осн. идеи М. А. Усова в геологии. Алма-Ата, Изд-во АН КазССР, 1960, с. 381—394.
45. Халфин Л. Л. Принципы Никитина — Чернышева — теоретическая основа стратиграфической классификации. — В кн.: Проблемы стратиграфии. Новосибирск, Наука, 1969, с. 7—42.
46. Халфин Л. Л. О методических основах стратиграфической классификации. — В кн.: Проблемы стратиграфии. Новосибирск, Наука, 1973, с. 3—21.
47. Циттель К. Первобытный мир. СПб, 1873, 391 с.
48. Шиндевольф О. Стратиграфия и стратотип. М., Мир, 1975, 136 с.
49. Эйхвальд Э. И. Палеонтология России. Древний период. СПб, 1854, 245 с.
50. Яковлев С. А. Учебник геологии. Л., Горгеонефтеиздат, 1933, 280 с.
51. Harrington H. J. Space things time and events an essay on stratigraphy. — Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., v. 49, N 10, 1965, p. 1601—1646.

УДК 551.781 : 551.353.3 : 561.26.001.33 (47+57)

З. И. ГЛЕЗЕР (ВСЕГЕИ)

Зональное расчленение палеогеновых отложений по диатомовым водорослям

Разработка зональной шкалы палеогена по диатомовым водорослям представляется весьма актуальной, поскольку в морских кремнистых отложениях панцири этих водорослей нередко являются единственными сохранившимися палеонтологическими остатками. Опубликованные данные о зональном расчленении палеогена по диатомеям основаны преимущественно на микроскопическом изучении донных осадков Атлантического и Тихого океанов, Норвежского моря. Для тропической области Атлантического океана по материалам о-ва Барбадоса А. П. Жузе [27] установила две зоны, соответствующие верхнему эоцену и нижнему олигоцену. Верхнеэоценовый зональный комплекс обнаружен также на плато Сьерра-Леоне [3]. В одном из разрезов палеогеновых отложений на Фалклендском плато А. М. Комбос [25] выделил семь зон: три для верхнего палеоцена, одну для верхнего эоцена, одну для нижнего и две для верхнего олигоцена.

Сводная зональная шкала для тропической области Тихого океана, разработанная А. П. Жузе [27], включает три зоны, соответствующие нижнему, среднему и верхнему олигоцену. В разрезе палеогеновых отложений приантарктической части Тихого океана описана одна нижнеолигоценовая зона [29]. М. Хайош [26] в донных осадках Тасманова моря (юго-западная часть Тихого океана) выделила два комплекса диатомей, характерных для верхнеэоценовых и нижнеолигоценовых отложений. Для палеогена Норвежского моря Х. И. Шрадером и Дж. Феннером [30] разработана зональная шкала, включающая пять зон: две в верхнеэоценовых и три — в верхнеолигоценовых отложениях. Верхнепалеоценовые и нижнеэоценовые отложения восточной части Индийского океана на зоны не расчленяются, хотя и охарактеризованы комплексами диатомей [14, 15].

При выделении зон их авторы руководствовались разными принципами. Так, А. П. Жузе [7] предлагает проводить нижнюю границу зоны по появлению какого-либо вида в большом количестве, а верхнюю — по исчезновению одного из видов. Х. И. Шрадер и Дж. Феннер [30] устанавливают объем зон по четырем возможным вариантам появления и исчезновения двух таксонов-индексов. Х. И. Шрадер и Дж. Феннер [30], А. М. Комбос [25], Д. В. Мак. Коллум [29] относят описанные ими зоны к категории биостратиграфических зон распространения (Range — Zones) или частичного распространения (Partial-Range-Zones). Практически же почти все эти зоны отражают лишь локальное распространение видов-индексов, выделены по отдельным разрезам и, как правило, не прослежены по простиранию. За небольшим исключением, они позволяют расчленять палеогеновые отложения только до подотдела. Для корреляции указанные зоны используются мало.

Анализ материалов по стратиграфическому распространению палеогеновых диатомей на территории СССР, накопленных рядом исследователей (кроме работ, библиография которых приведена в книге «Диатомовые водоросли СССР» [5]), и более новых работ [4, 8, 14, 15, 16, 17, 18, 21, 22] показал возможность расчленения в ряде случаев палеогеновых и эоценовых отложений на зоны меньшего объема, чем ярусы.

При послыном изучении разрезов морских кремнистых отложений палеоцена и эоцена на территории Средиземноморской палеобиогеографической области в пределах СССР* выявлены очень близкий систематический состав синхронных комплексов и одинаковая последовательность их смены в различных регионах. Это послужило основанием для выделения, согласно Стратиграфическому кодексу СССР [20], провинциальных биостратиграфических зон, отражающих наиболее короткие этапы в развитии морской диатомовой флоры указанной области. Смена зональных комплексов обусловлена эволюционными изменениями диатомей и непостоянным составом мигрирующих видов, вследствие ритмичного изменения биомической обстановки.

В качестве видов-индексов зон выбраны характерные виды, остатки которых присутствуют в данных отложениях всегда и в большом количестве. Отчасти выбор видов-индексов обусловлен желанием сохранить приводимые в литературе названия комплексов диатомей. Для определения возраста выделенных зональных комплексов использован принцип хроностратиграфической взаимозаменяемости признаков [13], поскольку в стратотипических разрезах палеогена Западной Европы и ярусов палеогена СССР остатки диатомей отсутствуют. Такая методика потребовала осторожного и критического подхода, так как в разных регионах определение возраста пород, содержащих створки диатомей, базируется на анализе разных групп организмов, и результаты часто не совпадают. Почти все выделенные зоны прослежены в двух и более регионах Средиземноморской палеобиогеографической области, и для большинства зон установлена их смыкаемость. В некоторых регионах, для которых приняты унифицированные региональные стратиграфические схемы, такие зоны представляют собой части региональных горизонтов.

Всего в разрезе палеоценовых и эоценовых отложений рассматриваемой палеобиогеографической области выделено восемь зон (рисунков)**.

Палеоцен. Самая нижняя зона *Trinacria heibergiana* характеризуется продолжающейся с позднего мела адаптивной радиацией родов сем. Biddulphiaceae Kütz. — *Hemiaulus* Ehr., *Sheshukovia* Gles. и *Trinacria* Heib. В число доминантов и субдоминантов входят близкородственные виды рода *Trinacria* — *T. pileolus* Ehr., *T. aries* A. S., *T. insipiens* Witt, *T. caudata* (Witt) Gles., *T. heibergiana* (Grun.) Gles. (*-Triceratium heibergii* Witt, 1886 [31]). Род *Sheshukovia* включает наиболее примитивные, генетически связанные друг с другом виды — *S. archangeliskiana* (Witt) Gles., *S. flos* (Ehr.) Gles., *S. fenestrata* (Witt) Gles., *S. weissii* (Grun.) Gles., *S. kinkeriana* (Witt) Gles., *S. duplicata* (A. S.) Gles. Из рода *Hemiaulus* многочисленны: *H. rossicus* Pant., *H. polymorphus* var. *pusilla* Grun., *H. ambiguus* Grun., а из рода *Eunotogramma* *weisse* — *E. weissii* Grun.

Представители порядка *Coscinodiscales* занимают подчиненное положение. Среди характерных видов высокой численности достигают только *Pseudopodocira aspera* (Jousé) Streln. и два вида рода *Coscinodiscus* Ehr. — *C. wittianus* Pant. и *C. symbolophorus* Grun., известные с позднего мела. Высокая численность присуща также одному из видов рода *Sceptroneis* Ehr. порядка *Arhaphinales* — *S. grunowii* Aniss.

* Средиземноморская палеобиогеографическая область понимается в границах, принятых в томе «Палеогеновая система» [19].

** Региональные стратиграфические схемы даны по тому «Палеогеновая система» [19] с дополнениями, принятыми на межведомственных стратиграфических совещаниях в г. Тюмени (1976 г.) и в г. Свердловске (1977 г.).

Общая шкала		Ярусы и зоны Средиземноморской палеобиогеографической области		Провинциальные биостратиграфические зоны диатомей Средиземноморской палеобиогеографической области
Отдел	Подотдел	Ярус	Зоны планктонных фораминифер	
Эоцен	Верхний	Альминский	<i>Bolivina antegressa</i>	Paralia oamaruensis
			<i>Globigerapsis tropicalis</i>	
		Бодракский	<i>Globigerina turkmenica</i>	<i>Pyxilla oligocena</i> var. <i>tenuis</i>
			<i>Hantkenina alabamensis</i>	<i>Pyxilla gracilis</i>
			<i>Acarinina rotundimarginata</i>	
		Средний Симферопольский	<i>Acarinina crassaformis</i>	<i>Coscinodiscus payeri</i>
			<i>Truncorotalia aragenensis</i>	<i>Coscinodiscus uralensis</i>
	Нижний	Батчисарайский	<i>Globorotalia subbotinae</i>	<i>Hemiaulus proteus</i>
	Палеоцен	Верхний Качинский	<i>Acarinina subsphaerica</i>	<i>Trinacria ventriculosa</i>
		Нижний Инкерманский	<i>Globorotalia angulata</i>	<i>Trinacria heibergiana</i>

Сопоставление схем зонального расчленения по диатомеям морских кремнистых палеоценовых и эоценовых отложений Средиземноморской палеобиогеографической области в пределах СССР (штриховкой показано положение зон в разрезах)

I—VIII — регионы: I — Литовская впадина, II — Ульяновско-Саратовское Поволжье, III — Днепровско-Донецкая впадина, IV — Воронежская антеклиз, V — Прикаспийская впадина, VI — Предмуроджарь, VII — Тургайский прогиб, VIII — Западно-Сибирская низменность

Группа *Trinacria exculpta* (Heib.) Hust., *T. excavata* f. *tetragona* A. S., *T. regina* Heib., предком которой, по-видимому, является *T. pileolus* Ehr., *Coscinodiscus uralensis* Jousé или *C. josephinus* Grun., возможно, происшедший от *C. symbolophorus* Grun., и *C. moelleri* var. *macroporus* Grun. Значительное место продолжают занимать некоторые характерные виды предыдущей зоны — *Hemiaulus elegans* (Heib.) Grun., *H. ambiguus* Grun., *Coscinodiscus wittianus* Pant., *C. symbolophorus* Grun., хотя большая часть видов этой группы исчезла.

Стратотип зоны *Trinacria ventriculosa* находится в разрезе диатомитов камышинской свиты на горе Граное Ухо, вскрытом в карьере Сенгилеевского кирпичного завода. Здесь к рассматриваемой зоне относится толща диатомитов, залегающая над прослоем песчаников мощностью 25 м (кроме ее верхней 5—6-метровой части). Описание и стратиграфическая колонка этого разреза приведены в книге Г. П. Леонова [12]. В разрезе выделяются две подзоны: нижняя, для которой еще характерно значительное содержание *Stephanopyxis ferox* Grev. и *Pseudopodosira aspera* (Jousé) Strelin., и верхняя с *Sheshukovia mirabilis* (Jousé) Gles. Нижней подзоне отвечают также диатомиты камышинской свиты центральной части Ульяновско-Саратовской синеклизы и песчаные диатомиты у с. Балашейки, отнесенные У. Г. Дистановым к верхнесызранской подсвите сызранской свиты. Верхняя подзона, кроме Приволжской полосы, распространена в Западно-Сибирской низменности, в Пур-Тазовском и Зауральском фациальных районах, где представлена диатомитами серовской свиты. Комплекс диатомей, типичный для этой подзоны, обнаружен также в диатомитах тыкбутацкой свиты Западного Предмугоджарья. Зоне *Trinacria ventriculosa* соответствуют серые слабослюдистые некарбонатные глины самбийской свиты Литовской впадины.

В различных частях ареала зоны палеоценозы диатомей имеют свои особенности. Так, в наиболее богатом среднеповолжском комплексе весьма разнообразны виды рода *Trochosira* Kitt., редки *Hemiaulus incurvus* Schibkova и *Coscinodiscus uralensis* Jousé. В западносибирском комплексе *H. incurvus* Schibkova присутствует иногда в значительном количестве вместе с близким *H. originalis* Krotov. Из них только последний вид найден в комплексе диатомей самбийской свиты, отличающемся, кроме того, высоким содержанием *Coscinodiscus uralensis* Jousé.

Отложения, относимые к зоне *Trinacria ventriculosa*, в упомянутых регионах датированы с помощью различных методов. Определение их возраста отчасти связано с историей изучения диатомей.

А. П. Жузе [6], исследовавшая диатомовые водоросли Среднего Поволжья, описала для камышинской свиты комплекс диатомей, в котором обнаружила некоторые виды, общие с комплексом диатомей формации Молер Дании. На этом основании она и датировала его ранним эоценом. Г. П. Леонов [2] принял эту датировку камышинской свиты, указав, однако, что существует мнение и о ее палеоценовом возрасте. Позднее А. И. Кротов и К. Г. Шибкова [11], исходя из установленного ими сходства комплекса диатомей серовской свиты на восточном склоне Урала со среднеповолжским, предложили считать возраст серовской свиты раннеэоценовым. Комплекс диатомей из самбийской свиты Литовской впадины по наличию общих видов с комплексами указанных выше регионов также рассматривается как раннеэоценовый [21, 22].

В настоящее время появились новые материалы, не позволяющие столь безоговорочно принимать раннеэоценовый возраст вышеупомянутых комплексов диатомей. Так, Е. Мартини [28] расчленил формацию Молер Дании на верхнепалеоценовые и нижнеэоценовые слои. В разрезе

зе камышинской свиты Среднего Поволжья тоже установлены разновозрастные комплексы водорослей [4]. Комплекс диатомей, характерный для зоны *Trinacria ventriculosa*, по этапности развития, несомненно, относится к позднему палеоцено. Присутствующие в нем эоценовые виды встречаются спорадически и в единичных экземплярах, т. е. новое, как обычно, зарождается в старом, не меняя его характера. Встречается, хотя и редкий, но весьма характерный для донных осадков позднего палеоцена восточной части Индийского и Атлантического океана *Hemiaulus incurvus* Schibkova. В Среднем Поволжье позднепалеоценовый возраст комплекса диатомей подтверждается данными изучения спор, пыльцы и радиолярий.

В разрезе палеоценовых отложений Западно-Сибирской низменности серовская свита (нижнелюлинворская подсвита) не содержит палеонтологических остатков, кроме водорослей, но залегает на отложениях верхнеталицкой подсвиты, охарактеризованных комплексом агглютинированных фораминифер. По мнению Н. Н. Субботина и др. [23], этот комплекс сопоставляется с фораминиферами из верхов монского яруса нижнего палеоцена, хотя верхнеталицкая подсвита и отнесена к верхнему палеоцено. Возраст же самбийской свиты Литовской впадины установлен лишь по аналогии с разрезом палеоценовых отложений Польши, так как никаких остатков организмов, кроме диатомей, в ней не обнаружено.

Эоцен. Зона *Hemiaulus proteus* охарактеризована комплексом диатомей, в котором еще значительное место занимают представители сем. Biddulphiaceae. Широкое распространение получают виды, появление которых отмечалось в предыдущей зоне, — *Hemiaulus proteus* Heib., *Trinacria exculpta* (Heib.) Hust., *T. excavata* f. *tetragona* A. S., *T. regina* Heib., *Coscinodiscus moelleri* var. *macroporus* Grun., *C. uralensis* Jousé, *Grunowiella gemmata* (Grun.) V. Н. Еще многочисленны некоторые более древние виды — *Hemiaulus elegans* (Heib.) Grun., *H. polymorphus* var. *frigida* Grun., *Sheshukovia flos* (Grun.) Gles., *Trinacria pileolus* Ehr., *Stephanopyxis broschii* Grun., *Coscinodiscus symbolophorus* Grun., *Actinopteryx heterostrophus* A. S. и др. Тем не менее, большинство палеоценовых видов исчезло, появились новые виды — *Stephanopyxis edita* Jousé и *Craspedodiscus moelleri* A. S.

Стратотипом зоны может служить верхняя часть толщи диатомитов мощностью 5—6 м в упоминавшемся выше разрезе камышинской свиты горы Граное Ухо у г. Сенгилея. Кроме Среднего Поволжья, эта зона прослежена также по разрезам скважин в Пур-Тазовском и на юге Курганского фациальных районов Западно-Сибирской низменности, где сложена диатомитами нижнеирбитской подсвиты среднего эоцена (среднелюлинворский подгоризонт). Среднелюлинворский горизонт отнесен к среднему эоцену и сопоставлен с симферопольским ярусом потому, что слои с радиоляриевым комплексом *Ellipsoxiphus chabakovi*, считающимся верхнеэоценовым, залегает выше.

Комплекс же диатомей, типичный для рассматриваемой зоны, вероятно, является раннеэоценовым. Почти все виды диатомей этого комплекса найдены Л. Бенда [24] в формации Молер Дании и описаны им для нижней части ипрского яруса нижнего эоцена. Принадлежность к ярусу основана на сопоставлении разрезов Дании и Бельгии по планктонным фораминиферам. Раннеэоценовый возраст комплекса хорошо согласуется с этапностью развития не только диатомей, но и силикофлагеллят, а для верхов камышинской свиты, относящихся к зоне *Hemiaulus proteus*, подтверждается и результатами изучения радиолярий.

Следующая зона *Coscinodiscus uralensis* по систематическому составу диатомей близка к предыдущей, вследствие продолжающегося

господства тех же видов рода *Coscinodiscus* — *C. moelleri* var. *macroporus* Grun. и *C. uralensis* Jousé, а также *Grunowiella gemmata* (Grun.) V. H. и *Stephanopyxis broschii* Grun. Однако участие представителей сем. Biddulphiaceae значительно сокращается; исчезает *Hemiaulus proteus* Heib., уменьшается встречаемость *Hemiaulus elegans* (Heib.) Hust., *Trinacria regina* Heib., *T. exculpta* (Heib.) Hust., *T. pileolus* Ehr. Получает повсеместное распространение *Stephanopyxis edita* Jousé, начинает спорадически встречаться новый вид *Coscinodiscus payeri* Grun.

За стратотип зоны принимается разрез скв. 130 к югу от г. Ивделя Свердловской области, в котором в интервале 106,0—137,3 м вскрыта толща серых глинистых диатомитов, относящихся к среднеирбитской подсвите среднелюлинворского подгоризонта [1]. Зона *Coscinodiscus uralensis*, широко распространенная в Пур-Тазовском, Зауральском и Кураганском фациальных районах Западно-Сибирской низменности, установлена также в Западном Предмугоджарье, где к ней относятся диатомиты нижней части акчатской свиты. По стратиграфическому положению она включена для этих регионов в состав среднего эоцена, а по особенностям эволюционного развития флоры диатомей принадлежит еще к раннеэоценовому этапу.

Зона *Coscinodiscus payeri* содержит комплекс водорослей, характеризующийся усилением адаптивной радиации рода *Coscinodiscus*. Наряду с более древними *C. symbolophorus* Grun., *C. moelleri* var. *macroporus* Grun. и *C. uralensis* Jousé, встречаемость которого значительно уменьшилась, высокой численности достигают *C. decrescenoides* Jousé, сильно изменчивый *C. payeri* Grun. и близкие виды *C. argus* Ehr., *C. radiatus* Ehr. В сем. Biddulphiaceae новые виды не появляются, а некоторые древние виды (*Trinacria regina* Heib., *T. exculpta* (Heib.) Hust., *T. excavata* Heib., *T. pileolus* Ehr., *Sheshukovia excornata* (Grev.) Gles., *Hemiaulus polymorphus* var. *frigida* Grun.) продолжают встречаться в большом количестве. Широко распространены и древние *Stephanopyxis broschii* Grun., *S. edita* Jousé, *Grunowiella gemmata* (Grun.) V. H. Спорадически появляются новые виды: *Stephanopyxis megapora* Grun., *Paralia polaris* (Grun.) Grun., *Pyxilla gracilis* Temp. et Forti. Численность последнего неуклонно возрастает снизу вверх по разрезу эоценовых отложений.

Стратотип зоны находится в разрезе диатомитов акчатской свиты Западного Предмугоджарья. Здесь в 6 км к востоку от разъезда Красный Мадьярский в Киргизском месторождении диатомитов на дневную поверхность выходят:

- | | |
|--|-------|
| 1. Диатомит белый, рыхлый, легкий, с мелкими гнездами и линзами темноцветного минерала | 5 м |
| 2. Диатомит светло-серый, более плотный, легкий | 0,5 " |
| 3. Диатомит белый, рыхлый, маркий, легкий, в верхней части слоя светло-серый со слабым коричневатым оттенком, более глинистый, плитчатый | 6 " |
| 4. Диатомит светло-серый с очень слабым зеленоватым оттенком, глинистый, более тяжелый, слоистый, довольно плотный | 2,5 " |
| 5. Диатомит очень сильно глинистый плотный, слоистый с гнездами и линзами кварцевого песка с зернами глауконита. В верхней части слоя глины диатомовые светло-серые, с ясным зеленоватым оттенком, плитчатые | 2,5 " |
| 6. Диатомит сильно опесчаненный, светло-серый со слабым зеленоватым оттенком, с тонкими прослойками, линзами и гнездами мелкозернистого светло-серого кварцевого песка, содержащего зерна глауконита | 1,5 " |
| 7. Песок светло-серый с зеленоватым оттенком, тонкозернистый, кварцевый с тонкими прослойками светло-зеленовато-серых глин, в которых отмечаются многочисленные зерна глауконита и мелкие гнезда обугленного детрита | 3 " |
| 8. Песок светло-серый кварцевый с зернами глауконита, гнездами и линзами серовато-зеленой глины | 1,5 " |

Зона включает диатомиты слоев 1—4, повсеместно прослеживаясь в Западном Предмугоджарье в области распространения отложений акчатской свиты. Ее верхняя часть установлена также на юго-западе Тургайского прогиба в самых верхах нижнетасаранской подсвиты, представленной здесь коричневатыми опоковидными глинами. В Западно-Сибирской низменности — в Пур-Тазовском и Зауральском фациальных районах к этой зоне относятся диатомиты и диатомовые глины среднеирбитской подсвиты, а в Центральном и Приказахстанском — средне- и нижнелюлинворской подсвит. Указанные отложения в соответствующих стратиграфических схемах отнесены к бодракскому ярусу верхнего эоцена, поскольку содержат комплекс радиолярий с *Ellipsoxiphus chabakovi* кумского горизонта (Р. Х. Липман, 1972 г.). Однако это не подтверждено результатами исследования диатомей, о чем будет сказано ниже.

Для зоны *Pyxilla gracilis* характерно повсеместное присутствие нового доминантного вида *Pyxilla gracilis* Temp. et Forti — наиболее примитивного среди видов рода *Pyxilla* Grev., не известного в более древних комплексах и являющегося представителем одноименного семейства. Обновляется и видовой состав рода *Coscinodiscus*: его новые виды — *C. decrescens* A. S., *C. mirabilis* Jousé, *C. heteroporus* Ehr., *C. bulliens* A. S. встречаются в более или менее значительном количестве; встречаемость же более древних видов, за исключением *C. argus* Ehr., уменьшается. Типично появление примитивного вида *Brightwellia hyperborea* Grun., принадлежащего новому роду, происшедшему от рода *Coscinodiscus*. Характерными элементами зонального комплекса являются также *Paralia polaris* (Grun.) Grun., *Pxydicula cruciata* Ehr., *Hemiaulus weissflogii* Pant. и вид, известный в литературе как *Triceratium basilica* Grun., но относящийся, несомненно, к другому роду. В верхах зоны иногда появляются многочисленный *Coscinodiscus polyactis* A. Cl. и виды, свойственные уже следующей зоне.

Стратотип зоны устанавливается в упомянутом выше разрезе акчатской свиты в Киргизском месторождении диатомитов Западного Предмугоджарья, где ей отвечает слой 5. Зона прослежена также в юго-западной части Тургайского прогиба, сопоставляясь, по-видимому, частично со слоями с *Hopkinsina bykovaе* и *Spiroplectammina turgaica* верхнетасаранского подгоризонта. В Пур-Тазовском и Зауральском фациальных районах Западно-Сибирской низменности она сложена слегка зеленоватыми диатомитами, диатомовыми глинами ирбитской свиты, а в Центральном и Приказахстанском — аналогичными породами верхнелюлинворской подсвиты верхнелюлинворского подгоризонта. Находка зонального, хотя и сильно обедненного комплекса диатомей в бескарбонатных глинах Прикаспийской впадины, которые по планктонным фораминиферам являются аналогами куберлинского и керестинского горизонтов бодракского яруса [19], позволяет уточнить возраст комплекса с *Pyxilla gracilis*. Самый западный район распространения зоны — Среднее Поволжье, где ей соответствуют опоковидные породы вершаутских слоев среднего эоцена.

Зона *Pyxilla oligocaenica* var. *tenuis* охарактеризована комплексом диатомей, в котором доминирует второй, эволюционно более молодой вид рода *Pyxilla* — *P. oligocaenica* Jousé с более сложным строением панциря. По систематическому составу других родов комплекс зоны близок к предыдущему. Его особенности — почти полное исчезновение *Coscinodiscus payeri* Grun. и *Grunowiella gemmata* (Grun.) V. H., спорадическое появление новых видов, свойственных уже следующей зоне. Наибольшее количество этих элементов отмечается в южных частях ареала зоны.

Стратотип зоны в Киргизском месторождении диатомитов представлен диатомитами слоя 6, залегающими в кровле акчатской свиты. Западнее, в Прикаспийской впадине в разрезе палеогеновых отложений, вскрытых скважинами вблизи г. Уральска и на Северо-Эмбинской площади, эта зона представлена бескарбонатными глинами, являющимися по планктонным фораминиферам аналогом кумского горизонта бодракского яруса. В Тургайском прогибе зона сложена опоковидными глинами верхов верхнетасаранской подсвиты и нижней части саксаульской свиты, отвечая верхам верхнетасаранского подгоризонта и терменбесским слоям саксаульского горизонта.

В Западно-Сибирской низменности зона *Ruxilla oligocaenica* var. *terpui* сопоставляется с верхами верхнелюлинворского подгоризонта. В Пур-Тазовском и Зауральском фациальных районах она включает зеленые диатомовые и опоковидные глины верхнеирбитской подсвиты, а в восточной части Центрального и Приказахстанского районов — аналогичные породы верхнелюлинворской подсвиты.

Анализ стратиграфического положения зонального комплекса в разрезе палеогеновых отложений позволяет относить рассматриваемую зону к верхам бодракского яруса, хотя в Западно-Сибирской низменности ей соответствуют радиоляриевые слои с *Heliodiscus lentis*, которые, по данным Р. Х. Липман (1972 г.), принадлежат уже альминскому ярусу. Комплекс водорослей этой зоны, так же как и ниже лежащей зоны *Ruxilla gracilis*, отражает, по-видимому, две стадии единого подэтапа развития эоценовой диатомовой флоры, соответствующего бодракскому веку. Этот подэтап по особенностям эволюционного развития флоры водорослей может рассматриваться как среднеэоценовый, что вполне согласуется с данными об этапности развития кокколитофорид (Н. Г. Музылев, 1978 г.) и силикофлягеллят. Таким образом, вывод о среднеэоценовом возрасте бодракского яруса [9], полученный при сопоставлении фораминиферных и наннопланктонных зон палеогена СССР и Западной Европы, находит подтверждение и при анализе диатомей.

Следующая зона *Paralia oamaruensis* характеризуется появлением очень большого количества новых видов у древних родов и целого ряда новых родов, генетические связи которых пока не установлены. Возможно, в комплексе диатомей рассматриваемой зоны большое участие принимали иммигранты из бассейнов Тихого и Атлантического океанов. К ним относятся широко распространенные виды, отличающиеся высокой встречаемостью, — *Hemiaulus polycystinorum* Ehr., *Sheshukovia barbadensis* (Grev.) Gles., *Trinacria ventriculosa* Gr. et St., *Stephanopyxis charkovianus* Jousé, *Paralia oamaruensis* (Gr. et St.) Gles., *Melosira architecturalis* Brun и виды с меньшей численностью — *Pseudostictodiscus ovetschkinii* Gles., *Hemiaulus claviger* A. S., *H. subacutus* Grun., *Peponia barbadensis* Grev., *Corona retinervis* Sheshuk. et Gles., *Craspedoporus actinoptychoides* (Gles.) Gles., *Rutilaria areolata* Sheshuk., *Xanthiopyxis oblonga* Ehr., *X. acrolopha* Forti, *Mastogloia rutilans* Brun.

Стратотипом зоны может служить разрез верхнекиевской подсвиты в бассейне р. Северский Донец у с. Староверовки Купянского района [2].

Кроме северо-восточных окраин Днепровско-Донецкой впадины, северо-восточного склона Украинского кристаллического массива, окраин Донбасса, где зона представлена трепеловидными породами верхнекиевской подсвиты, она распространена также на территории Воронежской антеклизы. Здесь ей соответствуют аналогичные породы верхов тиштинской и касьяновской свит. В восточной части Прикаспийской впадины к этой зоне относятся бескарбонатные глины — аналоги бело-

глинского горизонта альминского яруса. В Западном Предмугоджарье зона представлена диатомовыми глинами кундыздзинской свиты, а на юго-западе Тургайского прогиба — диатомитами кабыргинских слоев саксаульского горизонта.

Все перечисленные стратиграфические подразделения, за исключением тиштинской свиты, принадлежат альминскому ярусу верхнего эоцена [19]. Следует заметить, что отнесение зоны *Paralia oamaruensis* к альминскому ярусу верхнего эоцена вполне согласуется с данными об этапности развития флоры диатомей. Интересно, что зональный комплекс имеет особенно большое сходство с позднеэоценовым комплексом водорослей из донных осадков Тасманова моря, которые включены в состав приабонского яруса верхнего эоцена [26].

Таким образом, диатомовые водоросли позволяют сопоставить морские кремнистые палеоэоценовые и эоценовые отложения, развитые в европейской и азиатской частях СССР, с ярусами и зонами, принятыми для палеогена Средиземноморской палеобиогеографической области (см. рисунок). Выделенные нами восемь провинциальных биостратиграфических зон на данном этапе не могут быть сопоставлены с зонами, описанными по материалам глубоководного бурения в бассейнах Атлантического и Тихого океанов и в Норвежском море, главным образом потому, что ни для одного из этих бассейнов пока не известна такая зональная шкала по водорослям, которая охватывала бы более или менее полный разрез нижней части палеогеновых отложений. Наличие общих видов диатомей в составе синхронных комплексов даже очень отдаленных районов земного шара позволяет надеяться, что в этих исследованиях будут достигнуты значительные успехи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глезер З. И. Кремневые жгутиковые водоросли (силикофлягелляты). — В кн.: Флора споровых растений СССР. Т. 7. М.-Л., Наука, 1966, с. 1—131.
2. Глезер З. И., Зосимович В. Ю., Ключников М. Н. Диатомовые водоросли палеогеновых отложений бассейна р. Северский Донец и их стратиграфическое положение. — Палеонтол. сб., т. 2, вып. 2, 1965, с. 73—87.
3. Глезер З. И., Жузе А. П. Диатомей и силикофлягелляты эоцена экваториальной Атлантики. — В кн.: Микропалеонтология океанов и морей. М., Наука, 1974, с. 49—62.
4. Глезер З. И., Кузнецова Т. А., Афанасьева Н. И. О возрасте и фациальной принадлежности диатомитов Среднего Поволжья. — Сов. геология, 1977, № 8, с. 113—119.
5. Диатомовые водоросли СССР, ископаемые и современные. Т. 1. Отв. ред. А. И. Прошкина-Лавренко. Л., Наука, 1974.
6. Жузе А. П. Диатомовые третичных отложений. — В кн.: Диатомовый анализ. Кн. 1. М.-Л., Госгеолгиздат, 1949, с. 114—152.
7. Жузе А. П. Диатомей. — В кн.: Атлас микроорганизмов в донных осадках океанов. М., Наука, 1977, с. 8—10.
8. Жузе А. П. Диатомей и силикофлягелляты позднего олигоцена Южного Мангышлака. — В кн.: Морская микропалеонтология. М., Наука, 1978, с. 49—56.
9. Крашенинников В. А. Значение океанических отложений для разработки стратиграфической шкалы мезозоя и кайнозоя (Тихий и Атлантический океаны). — В кн.: Вопросы микропалеонтологии. Т. 21. М., Наука, 1978, с. 42—161.
10. Кремнистые породы (диатомиты, опоки, трепелы) верхнего мела и палеогена Урало-Поволжья/У. Г. Дистанов, В. А. Копейкин, Т. А. Кузнецова, В. Н. Незимов. Казань, 1970 (Тр. Геол. ин-та, г. Казань, вып. 23).
11. Кротов А. И., Шибкова К. Г. Комплексы диатомовых и кремневых жгутиковых водорослей в верхнемеловых, палеогеновых и неогеновых отложениях восточного склона Урала и Зауралья. — В кн.: Мат-лы по геологии и полезным ископаемым Урала. Вып. 9. Свердловск, 1961, с. 191—249.
12. Леонов Г. П. Основные вопросы региональной стратиграфии палеогеновых отложений Русской плиты. М., Изд-во МГУ, 1961.
13. Мейен С. В. Введение в теорию стратиграфии. М., ВИНТИ, 1974.
14. Мухина В. В. Палеоэоценовые диатомовые илы в восточной части Индийского океана. — Океанология, т. 14, вып. 5, 1974, с. 852—858.

15. Мухина В. В., Свальнов В. Н., Ушакова М. Г. К стратиграфии дочетвертичных отложений восточной части Индийского океана. — В кн.: Морская микропалеонтология. М., Наука, 1978, с. 91—99.
16. Ольштынская А. П. Диатомовые водоросли стратотипического разреза тишкинской свиты. — Геол. журнал, т. 36, вып. 4, 1976, с. 148—151.
17. Ольштынская А. П. Позднеэоценовые диатомовые водоросли и силикофлагелляты северо-востока Украины. — Геол. журнал, т. 37, вып. 3, 1977, с. 46—52.
18. Палатная А. П. Новые данные о диатомовых водорослях стратотипического разреза касьяновской свиты. — Геол. журнал, т. 36, вып. 2, 1976, с. 144—147.
19. Палеогеновая система. Отв. ред. В. А. Гроссгейм, И. А. Коробков. — В кн.: Стратиграфия СССР. М., Наука, 1975, с. 1—524.
20. Стратиграфический кодекс СССР. Л., 1977.
21. Стратиграфия и корреляция палеогеновых отложений юго-запада Прибалтики/А. А. Каплан, А. А. Григалис, Н. И. Стрельникова, Л. С. Гликман. — Сов. геология, 1977, № 8, с. 30—43.
22. Стрельникова Н. И., Каплан А. А., Травина М. А. Палеогеновые диатомы, силикофлагелляты и эбриида Калининградской области. — В кн.: Морская микропалеонтология. М., Наука, 1978, с. 57—66.
23. Фораминиферы меловых и палеогеновых отложений Западно-Сибирской низменности/Н. Н. Субботина, Л. С. Алексейчик-Мишкевич, О. Ф. Барановская и др. Л., Недра, 1964. (Тр. ВНИГРИ, вып. 234).
24. Benda L. The diatomen of the Moler formation of Denmark (Lower Eocene). — Beihefte zur Nova Hedwigia, 1972, Ht. 39, S. 251—266.
25. Combs A. M. Jr. Paleogene and Neogene Diatoms from the Falkland plateau and Malvinas outer basin, DSDP Leg 36. — Init. Rep. Deep sea Drill. Project, 1977, v. 36, p. 575—687.
26. Hajos M. Upper Eocene and Lower Oligocene Diatomaceae, Archaeomonadaceae and Silicoflagellatae in Southwestern Pacific sediments, DSDP Leg. 29. — Init. Rep. Deep sea Drill. Projekt, 1976, v. 35, p. 817—883.
27. Jousé A. P. Diatoms in the Oligocene—Miocene Biostratigraphic Zones of the Tropical Areas of the Pacific Ocean. — Beihefte zur Nova Hedwigia, 1974, Ht. 45, p. 333—357.
28. Martini E. Neue Daten zum Paläozän und Unter-Eozän im südlichen Nordseebecken. — Newslett. Stratigr. Das Nordwestdeutsche Tertiärbecken. Beitr., Bd. 6, N 2, 1977, p. 97—105.
29. McCollum D. W. Diatom stratigraphy of the Southern Ocean. — Init. Rep. Deep sea Drill. Project, 1975, v. 28, p. 515—572.
30. Schrader H. I. and Fenner J. Norwegian sea Cenozoic diatom biostratigraphy and taxonomy. — Init. Rep. Deep sea Drill. Project, 1976, v. 38, p. 921—1099.
31. Witt P. Ueber den Polierschiefer von Archangelsk—Kurojedowo in Gouv. Simbirsk. — Verhandl. Russ. Mineral. Gesellschaft, Ser. 2, Bd. 22, 1886, S. 137—177.

УДК 551.24 : 550.83(26)

Н. К. БУЛИН (ВСЕГЕИ)

Глубинное строение дна океанов

За последние годы появилось много обобщающих работ по геологическому строению и геоморфологии дна океанов. Это монографии К. В. Боголепова и Б. М. Чикова, А. В. Ильина, М. В. Кленовой и В. М. Лаврова, М. В. Муратова, В. В. Орленка, Г. Б. Удинцева и др. В синтезированном виде геолого-геофизическая информация по строению океанического дна рассмотрена в курсах геотектоники В. В. Белоусова и В. Е. Хаина [3, 14].

Ниже на основе геологических, сейсмических, геоэлектрических и магнитометрических данных описывается строение океанического дна и более глубоких зон литосферы. Анализ геолого-геофизических материалов показывает, что принципиальные различия в строении земной коры континентов и океанов отсутствуют, и поэтому нет оснований для выделения особого «океанического» типа земной коры (подобные идеи

выдвигались Г. Д. Афанасьевым [2], А. А. Прониным [11] и некоторыми другими исследователями).

Очерк геологического строения дна океана. По данным непосредственных наблюдений и косвенным признакам в разрезах океанических островов и островных дуг выделяется до трех разновозрастных структурных комплексов, разделенных несогласиями [11]. Верхний комплекс обычно представлен неогеновыми и четвертичными лавами и пирокластами, залегающими субгоризонтально. По составу это преимущественно толеитовые и щелочные базальты. В глубоководных частях океанов базальты перекрыты неконсолидированными осадками мощностью от 0 до 1000 м.

Второй, нижележащий структурный комплекс сложен дислоцированными вулканогенными и (или) осадочными образованиями мезозойского и палеогенового возраста, часто прорванными интрузиями различного состава. Среди вулканитов резко преобладают толеитовые базальты в виде протяженных разновозрастных полей, причем наиболее молодые располагаются вдоль океанических хребтов и гор.

Наиболее древними осадочными образованиями в открытом океане являются верхнеюрские отложения, установленные в центральной и северо-западной частях Тихого океана (восточнее Идзу-Бонинского жёлоба). Они представлены песчаниками, известняками и мергелями мощностью до 180 м (К. В. Боголепов, Б. М. Чиков, 1976 г.). В основании осадочного разреза, вероятно, могут находиться среднеюрские породы [3].

По мнению Г. Л. Кашинцева и Г. Б. Рудника (1975 г.), петрохимические особенности базальтов и долеритов Восточно-Индийского хребта свидетельствуют о субазальной обстановке их излияния. К выводу об излиянии базальтовых лав на суше либо в условиях мелководья пришли также А. А. Пронин [11], Б. И. Васильев (1974 г.) и многие другие исследователи. Согласно Г. Ф. Макаренко (1976 г.), базальтовые поля океанов — это погруженные трапповые провинции, последовательно перекрывавшие складчатые системы.

Бурением с судна «Гломар Челенджер» и других судов, а также драгированием установлено, что базальты составляют около 70% всех находок коренных пород океанического дна. Необходимо заметить, что ни один базальтовый покров океанскими скважинами полностью не пересечен и нельзя исключать возможности существования под ними таких же образований, какие встречаются под покровами траппов на континентах.

Третий структурный комплекс или фундамент, обнажающийся на островах-микроконтинентах и отдельных островных дугах, сформирован сильно дислоцированными осадочными, метаморфическими, а также изверженными породами докембрийского, палеозойского и, возможно, мезозойского возраста. На большинстве островов породы фундамента картируются не в коренном залегании; чаще они представлены ксенолитами в лавах либо в виде обломков в туфах верхнего структурного комплекса.

В осевых частях срединно-океанических хребтов драгированием установлено чередование блоков, сложенных основными (габбро, габбро-нориты) и серпентинизированными ультраосновными (гарцбургиты, дуниты и др.) породами. Эти образования отличаются от нормальных (свежих) толеитовых базальтов и, по-видимому, могут рассматриваться в качестве фундамента (А. В. Пейве, Н. А. Богданов и многие другие исследователи относят эти породы к верхней мантии). На склонах рифтовых долин вдоль приразломных уступов местами встречаются зеленосланцевые породы. Например, в рифтовой долине Срединно-Атлантиче-

ского хребта установлена линза альбит-актинолит-хлорит-эпидотовых сланцев протяженностью около 40 км. Аналогичные сланцы известны в пределах Аравийско-Индийского хребта (хр. Карлсберг) [11].

Вывод о преобладании основных и ультраосновных пород в фундаменте осевых участков срединно-океанических хребтов со временем был распространен и на другие районы океанов. В итоге сложилось представление, что под эффузивно-осадочной оболочкой повсеместно развит так называемый «базальтовый» слой. Г. Д. Афанасьев, И. В. Лучицкий, А. и Х. Мейерхоффы, А. А. Пронин обратил внимание на переоценку другими исследователями роли основных пород в формировании фундамента океанического дна и на недооценку — роли кислых пород. Распространение в океанах магматических и метаморфических пород кислого состава показано на рис. 1. Ниже дано краткое описание этих пород, составленное на основе публикаций И. В. Лучицкого [9], А. А. Пронина [11], а также тезисов докладов I съезда советских океанологов [8].

По данным С. А. Силантьева [8], в северной части Атлантического океана (восточный склон хр. Рейкьянес, хр. Хаттон и Фарерско-Исландский порог) драгированием выявлены различные метаморфические породы, в том числе мигматит-граниты, полностью идентичные мигматитовым комплексам из континентального обрамления Северной Атлантики. На банке Рокколл известна скала, сложенная гранито-гнейсами [9]. Имеются сведения о находке в коренном залегании в пределах Срединно-Атлантического хребта (45° с. ш.) интрузивных пород, содержащих 72% кремнезема. Южнее Исландии (24° с. ш.), в зоне Срединно-Атлантического хребта, драгированием извлечен аплит (~78% кремнезема). На о. Гоф (Диего-Альварес), расположенном на восточном склоне Срединно-Атлантического хребта, на дневной поверхности найдены глыбы мусковит-биотитовых гранитов. Включения обломков щелочных гранитов, кварцевых сиенитов и других изверженных пород среди кислых эффузивов (риолиты, обсидианы и др.) отмечены на о. Вознесения. На архипелаге Тристан-да-Кунья известны обломки и глыбы фельзита или микрогранита и гнейсов, а на о-вах Мадейра — обломки породы, близкой по составу к щелочным гранитам. Неокатанные глыбы гранита и гнейса в больших количествах найдены на берегах Азорских островов [11]. Кислые магматические породы (граниты и сиениты) имеются на территориях, тяготеющих к окраинам Атлантического океана (острова Зеленого Мыса, Фолклендские, Сан-Паулу и др.).

Магматические и метаморфические породы кислого состава известны и на многих островах Индийского океана. Так, на Кергелене известен массив граносиенитов с поперечными размерами 16×20 км [11].

Сейшельские острова и прилегающее к ним подводное плато сложены кристаллическими породами (граниты, гнейсы и др.) докембрийского возраста. Многочисленные обломки гранита и гнейса встречены в базальтовых лавах на о. Герд.

В пределах Восточно-Индоеокеанского хребта и прилегающих котловин драгированием обнаружены не только базиты и ультрабазиты с повышенной щелочностью, но и метаморфические породы, представленные гранулитами. Г. Л. Кашинцев и др. [8] приходят к выводу, что в названном районе развит мощный гранито-метаморфический слой, в котором в значительном объеме представлены породы гранулитовой фации метаморфизма. На основании интерпретации геофизических данных в этом районе до сих пор допускается существование тонкой коры «океанического» типа.

В пределах Тихого океана локальные участки распространения кислых магматических пород известны на островах Тонга, Ревильо-Хи-

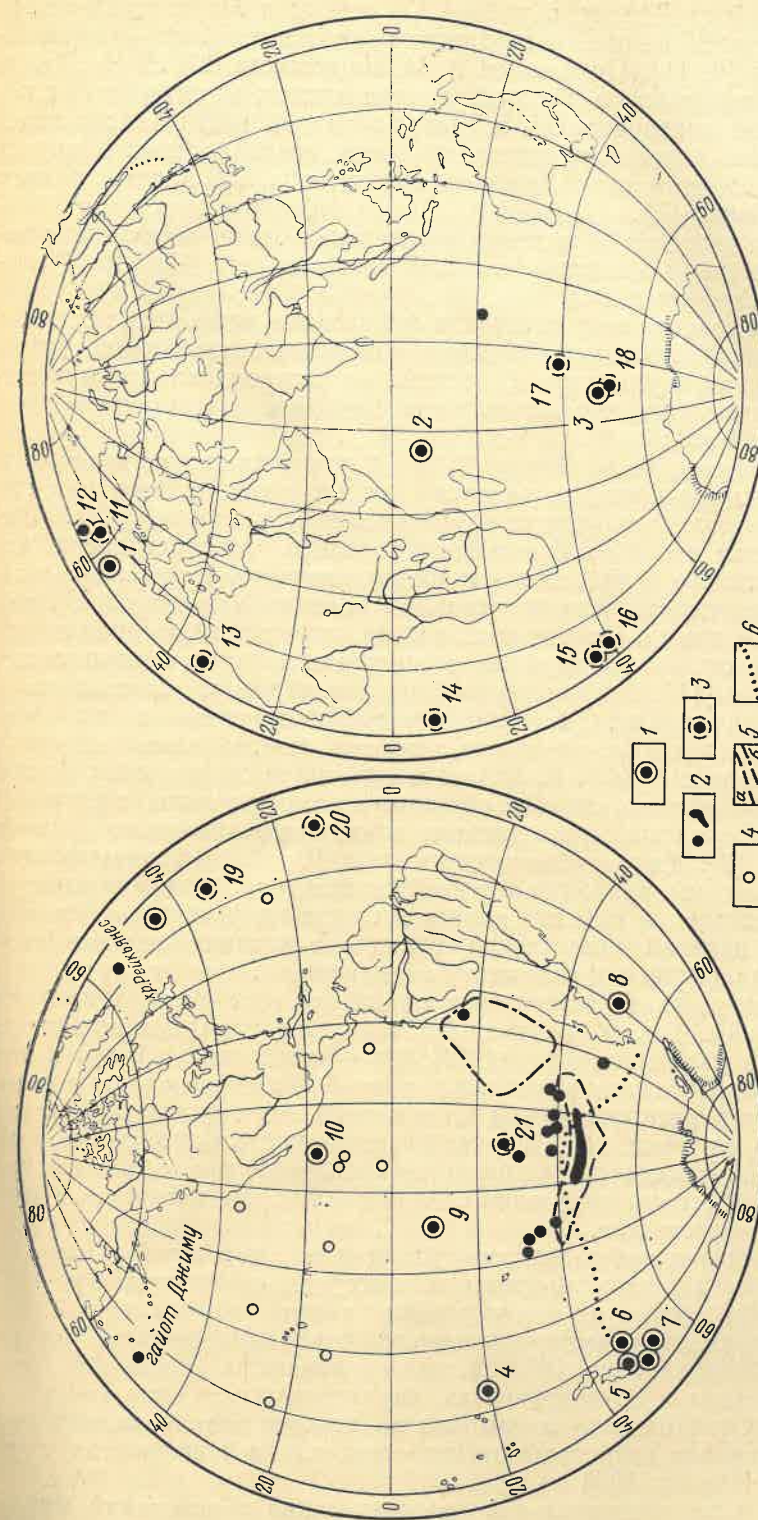


Рис. 1. Кислые магматические и метаморфические породы в океанах (по И. В. Лучицкому [9], с дополнениями и упрощениями)
1 — кислые породы в коренном залегании: 1 — банка Рокколл, 2 — Сейшельские о-ва, 3 — о-ва Кергелен, 4 — о-ва Тонга, 5 — о-ва Баунти, 6 — о-ва Окленд, 7 — о. Кэмпбелл, 8 — Фолклендские о-ва, 9 — Маркисские о-ва, 10 — о-ва Ревильо-Хидло, 11 — то же, в виде обломков на дне океана, 12 — о-ва Тристан-да-Кунья, 13 — о-ва Мадейра, 14 — о. Вознесения, 15 — о-ва Тристан-да-Кунья, 16 — о. Гоф, 17 — о. Гоф, 18 — о. Гоф, 19 — Азорские о-ва, 20 — о-ва Зеленого Мыса, 21 — о-ва Зеленого Мыса, 4 — осадки, содержащие высокие концентрации риниолитового (а) или среднего (б) стекла; 6 — северная граница современного ледникового разнота

хедо, вблизи гайота Джиму, в районе Кокосовых и Маркизских островов, вблизи разлома Меррей и на других участках Восточно-Тихоокеанского поднятия [9, 11]. По данным В. И. Нарыжного, Ю. Л. Неверова, В. Ф. Остапенко, широкое распространение кислых магматических пород установлено драгированием в северо-западной части Тихого океана; неокатанные обломки гранитов, сиенитов, гранодиоритов и других кислых пород найдены в пределах вала Зенкевича, хр. Архангельского и в других районах [8].

Кислые магматические и метаморфические породы в коренном залегании встречены на многих островах Южного океана (Окленд, Кэмпбелл, Баунти, Снейрес и др.).

Таким образом, во всех океанах в фундаменте находятся достаточно крупные массивы метаморфических и магматических пород, имеющих состав «гранита-сиенита». При этом не установлено преимущественной приуроченности кислых пород к внутренним или периферическим частям акваторий [9].

К. В. Боголепов, Б. М. Чиков (1976 г.) и многие другие исследователи рассматривают площади развития кислых пород в океанах как «микоконтиненты» с реликтами коры «континентального» типа. Однако сиалические породы в фундаменте океанов распространены, по-видимому, не только в пределах «микоконтинентов». Как свидетельствуют данные седиментологии по окраинам материков, в палеозое, мезозое, палеогене и даже в неогене обломочный терригенный материал часто поступал не со стороны материков, а с площадей, ныне затопленных водами океанов [11]. Состав терригенного материала, снесенного с этих участков, показывает, что фундамент области размыва был образован теми же породами, которыми сложены современные материки [11]. По представлениям В. В. Белоусова, на месте современных Атлантического и Индийского океанов обширные площади суши, сложенные сиалическими породами, существовали до нижнемезозойского времени включительно [3]. Таким образом, вслед за Г. Д. Афанасьевым и А. А. Прониным, мы приходим к выводу о том, что фундаментом вулканических построек в океанах является не гипотетический «базальтовый» слой, а древний сиалический фундамент (гранито-метаморфический слой), аналогичный фундаменту материков.

Кроме интрузивных сиалических пород, во всех океанах имеются кислые эффузивы. Так, в пределах Исландии липариты составляют не менее 10—15% излившихся пород [9]. На о-вах Святого Павла в Индийском океане известны риолиты. Кислые эффузивные породы в больших количествах распространены на о-вах Пасхи и в других частях Тихого океана (см. рис. 1). Широкое развитие кислых эффузивов в составе эффузивно-осадочной оболочки океанов, вероятнее всего, следует связывать с процессами плавления сиалических пород, входящих в фундамент океанического дна.

Геологическими наблюдениями установлено, что материковые и океанические базальтовые покровы по латерали смыкаются. Это указывает на синхронность их формирования в пределах одних и тех же структурных элементов, ныне относящихся как к континентам, так и к океанам (Г. Ф. Макаренко, 1973 г.), причем базальты, слагающие мегапокровы в океанах и на континентах, характеризуются весьма сходной петрохимией. Отметим, что магнитные параметры базальтов океана и пород аналогичного петрографического состава на континентах идентичны (В. Н. Иванов, 1976 г.).

Материалы по сравнительной характеристике образований фундамента континентов и современных океанов, к сожалению, менее полны. Однако относительно основных и ультраосновных пород информация

достаточно обширна. Так, по данным Г. Д. Афанасьева, С. Н. Иванова, В. А. Кутолина, А. В. Пейве и многих других исследователей, отмечается полная аналогия вулканитов и ультрабазитов срединно-океанических хребтов и тех, что присутствуют в геосинклинальных комплексах Уральской, Кавказской и других складчатых систем. По данным В. Н. Иванова (1976 г.), магнитные характеристики перидотитов и метаморфических пород (кристаллические сланцы и гнейсы) из рифтовых зон Индийского и Атлантического океанов принципиально не отличаются от аналогичных характеристик одноименных пород континентов.

На основе детального минералогического изучения базитов из глубоководной впадины Романш Г. А. Сидоренко, В. В. Плошко и др. (1973 г.) пришли к выводу, что магматические процессы в океанах протекают аналогично соответствующим процессам на материках. Наконец, широко известны сведения о продолжении складчатых и разрывных структур континентов в абиссальные участки океанов. Это установлено на основании анализа физических полей и особенностей петрохимии горных пород (Е. А. Долгинов, А. Г. Гайнанов, И. В. Ильин, М. В. Кленова, В. М. Лавров, Г. У. Менард, В. П. Поникаров, В. К. Ротман, О. Н. Соловьев, О. И. Супруненко и др.).

Таким образом, имеются многочисленные геологические данные, свидетельствующие о принципиальном сходстве состава и процессов формирования твердой коры в пределах океанов и континентов. Однако вопрос о единстве состава верхней литосферы в океанах и на континентах еще очень далек от окончательного решения, ибо на этот счет пока слишком мало информации. Как указывает Н. А. Богданов (1977 г.), за 30 лет экспедиционных исследований в пределах глубоководных желобов сделано всего 32 удачных драгировки, на основании которых и было сформулировано представление о преимущественном развитии в глубоких участках фундамента океанов основных и ультраосновных пород. Как известно, аналогичные выводы сделаны и по данным изучения срединно-океанических хребтов. Однако как желоба, так и рифты приурочены к зонам глубинных разломов, что предопределяет повышенную концентрацию в их пределах различных мафитов. Поэтому представление о преобладании в составе земной коры базитов и ультрабазитов вряд ли правомерно распространять на всю площадь океанов. Оно не подтверждается и геофизическими данными, обзор которых дан ниже.

Геофизические данные о строении дна океанов. Сейсмические исследования. Современные представления о сейсмической модели дна океанов были заложены 20—25 лет тому назад работами американских и английских геофизиков (Т. Ф. Гейскелл, С. Кац, С. В. Оффисер, Ф. Пресс, Р. В. Рейтт, М. Н. Хилл, Дж. Л. Уэрзелл, М. и Дж. Юинги и др.). Согласно модели Шора и Рейтта, твердая кора океанов состоит из тонкого осадочного слоя (мощность $h=0,34$ км, скорость продольных сейсмических волн $v_p=2,1$ км/с), переходного или второго слоя ($h=1,21$ км, $v_p=5,15$ км/с) и океанического, или третьего, слоя ($h=4,57$ км, $v_p=6,8$ км/с). Кора океанов ограничена снизу поверхностью Мохоровичича, находящейся на глубине 8—12 км ниже уровня моря и характеризующейся $v_p=7—9,6$ км/с (медианное значение 8,15 км/с).

Таким образом, при водном покрове, равном 4—5 км, твердая кора имеет мощность 4—6 км. При этом третий слой имеет преимущественно базальтовый состав. Последнее, однако, отнюдь не бесспорно, поскольку связь между составом пород и значениями v_p весьма сложна и во многом зависит от напряженного состояния, параметры которого для интервала $H=5—15$ км нам известны сугубо ориентировочно. Кроме

того, до сих пор не разработаны единые критерии для решения вопроса о том, какие значения v_p можно считать «базальтовыми».

Нужно принимать во внимание и невысокую точность определений v_p в глубинных слоях океанов по данным ГСЗ. Если при сухопутных ГСЗ расстояния между точками приема (или пунктами возбуждения) сейсмических колебаний составляют 0,1—0,5 км, то при океанических — от 1—3 до 10—20 км. Это значительно снижает точность ГСЗ в океанах по сравнению с глубинными сейсмическими исследованиями на суше [5].

Известны альтернативные интерпретации состава твердой коры в океанах на основе данных ГСЗ. Так, И. А. Резанов указывает, что третий слой может быть сложен кислыми породами, поскольку значения v_p в нем ($6,7 \pm 0,35$ км/с) ниже, чем в «базальтовом» слое коры континентов [12]. А. А. Пронин рассмотрел значения v_p по 605 профилям ГСЗ в Мировом океане [11]. Оказалось, что на 410 профилях (69,5% их общего числа) в «океанической базальтовой» коре фиксируются сейсмические слои с $v_p = 5,5$ — $6,5$ км/с, т. е. со скоростями, характерными для гранито-метаморфического слоя континентов.

По представлениям Ф. С. Моисеенко [10], основанным на анализе данных ГСЗ, главная часть разреза твердой коры в океанах часто представлена не базальтовым, а диоритовым слоем, на долю которого «приходится, вероятно, около половины всей площади развития океанической коры» (с. 12).

Представления о связи значений $v_p = 6,3$ — $6,8$ км/с с породами базальтового состава часто приводят к неверным выводам, о чем свидетельствуют следующие примеры.

1. В пределах Печенгской структуры кровля «базальтового» слоя с $v_p = 6,6$ — $6,8$ км/с находится на глубине 6—7 км (И. В. Литвиненко, В. В. Жданов и др.). Кольская скважина в районе профиля ГСЗ под осадочно-эффузивными образованиями среднего протерозоя вскрыла на глубине около 7 км различные метаморфические и магматические породы кислого состава [13].

2. В самой глубокой ($H = 4$ км) части Тирренского моря дно сложено не «базальтовым» слоем, как предполагалось по ГСЗ, а палеозойскими метаморфическими породами (кристаллические сланцы, филлиты, мраморы) и фораминиферовыми известняками [15].

3. В пределах возвышенности Академии наук СССР (Охотское море) породы с $v_p = 6,4$ — $6,6$ км/с, залегающие под современными осадками, отвечают не «базальтовому» слою, а палеозойско-мезозойскому фундаменту, сложенному метаморфическими образованиями, аналогичными обнажающимся на Сахалине (М. Л. Красный, В. И. Михайлов, А. А. Куликов, 1975 г.).

Нами предпринята попытка уточнить сейсмическую модель земной коры океанов. С этой целью проанализированы материалы ГСЗ по всем океанам. Установлено, что во многих случаях за границу Мохоровичича (подошву третьего слоя) принимают слой со значением v_p всего 7—7,5 км/с, что типично для пород «базальтового» слоя континентов. Существенно и то, что ни в одном районе земного шара так называемая граница Мохоровичича не прослежена непрерывно на трассе континент—открытый океан. Это касается и самых детальных профилей ГСЗ в зоне перехода от Азиатского континента к Тихому океану (И. П. Косминская, С. М. Зверев и др., 1963 г.), где также имеются разрывы корреляции до 15—50 км и более.

В. Е. Снайдсман и др. [17] по детальным сейсмическим наблюдениям, осуществленным на большой площади в пределах Восточно-Тихоокеанского поднятия, составили скоростную модель верхней части литосферы.

Согласно этой модели, ниже предполагаемой границы Мохоровичича ($H = 8$ —9 км, $v_p = 8,3$ км/с) залегает волновод с $v_p = 6,5$ км/с, что не характерно для образований верхней мантии, к которой отнесена зона волновода. На основании данных В. Е. Снайдсмана и др. [17], а также Е. А. Старшиновой (1976 г.) по профилю ГСЗ № 24 восточнее Курильских островов, можно заключить, что граница Мохоровичича в прежней трактовке — это тонкий слой мощностью 1—2 км, ниже которого находится зона понижения v_p .

За последнее время появились данные, указывающие на принципиальное сходство скоростных разрезов консолидированной земной коры континентов и океанов. Так, согласно И. Райду и др. [16], в пределах Восточно-Тихоокеанского поднятия в интервале 2—4 км ниже океанического дна выявлен сейсмический волновод, параметры которого ($v_p = 7$ — $4,8$ — $6,7$ км/с) близки параметрам волновода для зон пониженной скорости в средней части коры Евразии (Н. И. Павленкова, Н. Н. Матвеева и др.).

В наших статьях [5, 8] приводились данные о том, что твердая кора океанов в действительности не менее чем в 2—4 раза толще, чем это принимается. В настоящее время появилось много новых материалов, которые свидетельствуют о еще большей толщине земной коры. Так, в пределах Исландско-Фарерского региона, по данным исследователей ГСЗ, глубина границы Мохоровичича составляет 35—55 км (С. М. Зверев, И. П. Косминская, 1975 г.). Достаточно мощная кора (толще 36 км) обнаружена Р. Б. Уитмаршем (1975 г.) в пределах Срединно-Атлантического хребта. В Тихом океане участки толстой коры (35—40 км) по данным ГСЗ установлены восточнее Камчатки (Ю. В. Тулина, 1976 г.), в районе атолла Онтонг-Джава (А. С. Фурумото и др., 1976 г.) и т. д.

Анализ новых океанических ГСЗ, выполненных при больших расстояниях от места взрыва (до 500—1800 км), с учетом материалов о зонах пониженной скорости сейсмических волн, позволил выявить следующие особенности сейсмической модели земной коры океанов. Граница Мохоровичича располагается не в подошве третьего океанического слоя, а в более глубоких горизонтах литосферы, на глубинах от 35 до 55—60 км; значения v_p на уровне границы Мохоровичича изменяются от 7,8 до 9 (?) км/с, с преобладанием $v_p \approx 8,3$ км/с (до сих пор принимались $v_p = 7$ — $9,6$ км/с); подошва океанического слоя, относимая в настоящее время к границе Мохоровичича, является тонким (1—1,5 км) слоем с повышенной скоростью, ниже которого находятся породы, характеризующиеся $v_p \approx 6,5$ —7 км/с.

Таким образом, встает вопрос о выделении в составе коры еще одного, четвертого океанического слоя. Предложенная сейсмическая модель является одним из возможных вариантов и нуждается в дальнейшем обосновании.

Из изложенного видно, что современные океанические ГСЗ не дают определенных свидетельств того, что твердая кора в океанах утонченная и представлена главным образом породами основного состава.

Магнитометрические исследования. Т. А. Горшкова и Т. Н. Симоненко (1974 г.) отмечают, что средняя амплитуда магнитных аномалий (200 гамм) одинакова на континентах и океанах. Наряду с линейными в океанах известны аномалии сложной конфигурации. Характерно, что линейные аномалии не всегда связаны со срединными хребтами. Они отмечены, например, в пределах Норвежского моря, восточнее Курильской гряды, в море Скотия, в районе Южно-Сандвичевой дуги.

По данным А. Г. Гайнанова [7], верхние кромки намагниченных тел тяготеют к третьему слою и к более глубоким горизонтам литосферы, а нижние ограничения магнитовозмущающих объектов располо-

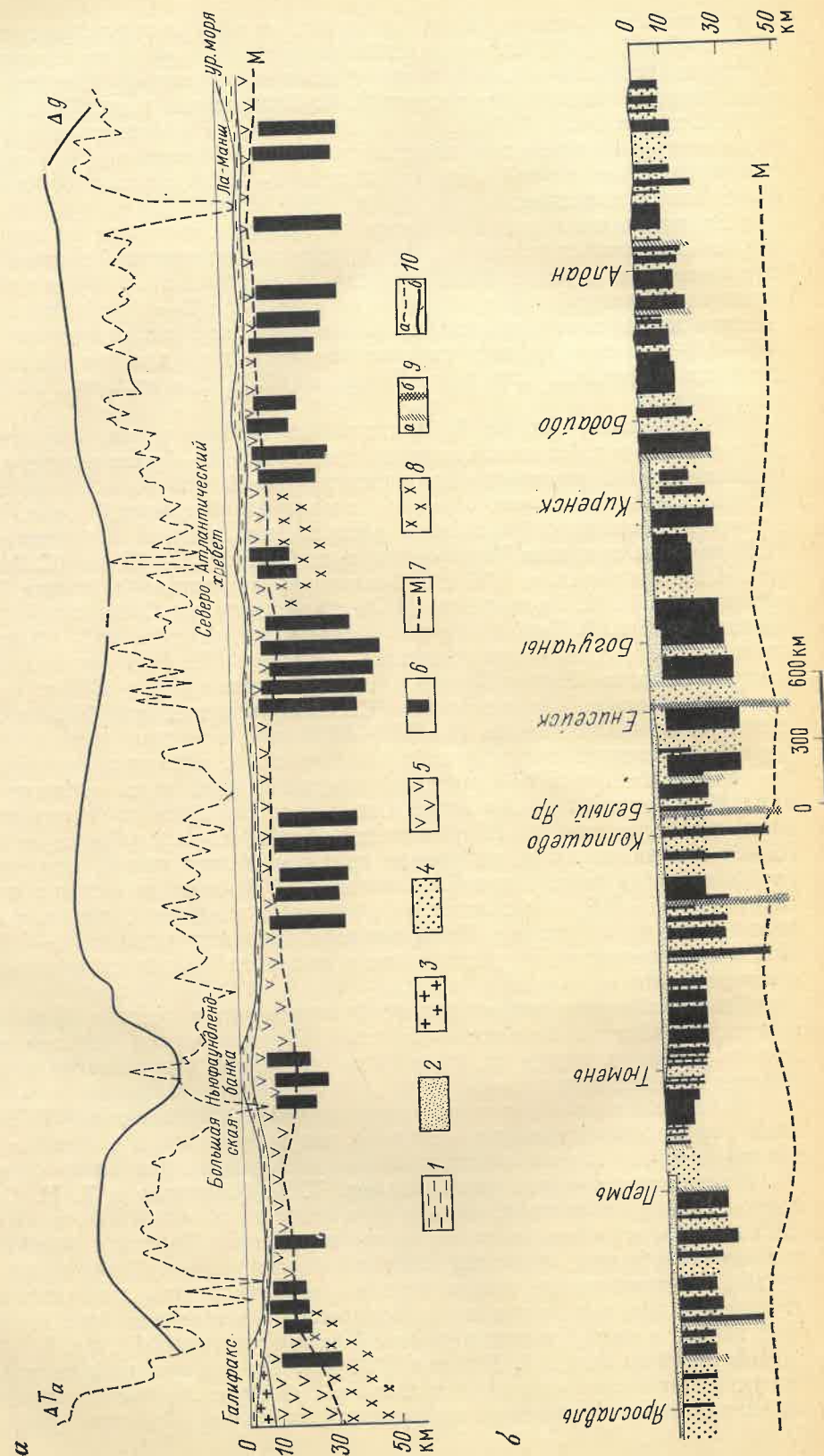


Рис. 2. Модели распределения намагниченных тел в Атлантическом океане (а) [7] и на территории СССР вдоль 58° с. ш. (б) [6]. 1 — осадочный и «надбазальтовый» слой (в пределах океана); 2 — осадочно-вулканогенные слабодисциплинированные отложения (Евразия); 3 — «гранитный» слой (Северо-Американский континент); 4 — слабомагнитные образования консолидированной земной коры (Евразия); 5 — «базальтовый» слой (океан); 6 — намагниченные тела; 7 — поверхность Мохоровичича по данным ГСЗ и гравиметрии; 8 — верхняя мантия с аномально низкой плотностью; 9 — крупные разломы (а — находящиеся отражение в магнитном поле, б — установленные ГСЗ); 10 — осредненные графики аномального магнитного (а) и гравитационного (б) полей

жены на глубинах до 20—50 км от поверхности твердой коры (рис. 2).

Принимая за нижнее ограничение коры подошву третьего слоя, А. Г. Гайнанов приходит к выводу, что в океанах нижние границы магнитовозмущающих тел, как правило, располагаются в верхней мантии. Если за границу Мохоровичича принять другой, более глубокий горизонт (например, подошву четвертого слоя в нашей интерпретации), то вывод А. Г. Гайнанова о специфичности магнитной характеристики литосферы океанов по сравнению с континентами становится сомнительным. Магнитная модель земной коры Атлантического океана принципиально не отличается от модели земной коры Евразии (см. рис. 2).

Согласно А. А. Круглякову (1976 г.), в Индийском океане наблюдается двухъярусная структура магнитоактивного слоя. Максимумы распределения глубин верхних кромок намагниченных тел приходятся на уровни 4 и 8—11 км ниже кровли твердой коры, что хорошо согласуется с аналогичными данными для Евразии [6]. Горизонтальные размеры намагниченных тел в Индийском океане в среднем от 8 до 15 км, а на долю больших значений (до 100 км в поперечном сечении) приходится около 5% общего числа определений. Значения вычисленной намагниченности обычно (65% случаев) не превышают $2000 \cdot 10^{-6}$ ед. СГС.

В северо-западной части Тихого океана можно выделить три основных магнитных горизонта (А. М. Городницкий, В. Д. Каминский и др., 1977 г.). Верхний горизонт с намагниченностью пород преимущественно $(500—1000) \cdot 10^{-6}$ ед. СГС, расположенный на глубинах 4—6 км ниже уровня моря, связывается с вулканогенными образованиями «надбазальтового» слоя. Второй магнитный горизонт с намагниченностью пород $(2000—4000) \times 10^{-6}$ ед. СГС выделяется на глубинах 7—10 км. Его нижняя граница отождествляется с кровлей третьего слоя. Третий магнитный горизонт, нижние крошки которого находятся на глубинах 15—20 км, предположительно отнесен к поверхности Мохоровичича.

Как отмечают Т. А. Горшкова, М. М. Иванов, Т. Н. Симоненко (1973 г.), зоны полосчатого магнитного поля, характерные для срединных океанических хребтов, отмечаются и в пределах континентов (Урал, Западная Сибирь и другие регионы). Эти исследователи не видят существенной разницы в средних поперечных размерах, глубинах залегания намагниченных тел и средней величине их намагниченности как на континентах, так и в океанах.

Анализ гравиметрических данных показывает, что глубоководные участки океанов, как и континенты, характеризуются близкими к нулю аномалиями Фая. Необходимо также отметить, что, кроме широко известных сведений о равенстве средних значений теплового потока, в последнее время появились данные о примерном равенстве плотности потоков гелия для континентов и океанов [4].

Строение верхней мантии. К настоящему времени утвердилось представление, что сейсмический волновод, отождествляемый обычно с астеносферным слоем, под океанами залегает на гораздо меньшей глубине, чем под материками (50—60 км против 100—120 км), и имеет значительно большую мощность (300 км против 100—150 км) [3, 14]. Однако это заключение, основанное на сравнении экспериментальных и теоретически рассчитанных дисперсионных кривых поверхностных волн, отнюдь не бесспорно, поскольку различие дисперсионных кривых можно объяснить не только менее глубоким залеганием волновода под океаном, но и значительным понижением скорости в океаническом волноводе по сравнению с его континентальным аналогом (К. Аки, Ф. Пресс, 1961 г.).

Более однозначные сведения о скоростном разрезе верхней мантии под океанами дают наблюдения объемных P и S сейсмических волн от землетрясений и взрывов. По данным интерпретации волн P и S от землетрясений, Д. Уокер (1965 г.) и Дж. Саттон и Д. Уокер (1972 г.) для двух участков Тихого океана получили существенно различные оценки параметров сейсмического волновода: от $v_p=8,1$, $v_s=4,65$ км/с в интервале 165—185 (кровля) до 290—542 км (подошва) на одном участке и $v_p=8,28$, $v_s=4,79$ км/с, мощности около 75 км — на другом.

По данным регистрации удаленных взрывов (ГСЗ), сейсмический волновод в океанах имеет небольшую мощность. Например, в Идзу-Бонинском желобе слой пониженной скорости с перепадом $v_p=8,6—8,4—8,6$ км/с зафиксирован в интервале 80—110 км (Х. Шимамура, Т. Асада, 1976 г.).

Согласно А. С. Алексееву и В. З. Рябому [1], значения v_p в верхней мантии океанов относительно повышенные, а мощность волновода существенно сокращенная по сравнению с прилегающими участками островных дуг. Сходная с отмеченной картина распределения v_p (наличие слоя пониженной скорости мощностью 15—25 км при перепаде $v_p=8,4—8,2—8,4$ км/с) зафиксирована в отдельных районах Русской платформы (Н. А. Беляевский, А. В. Егоркин и др., 1977 г.). На основании этих данных некоторые исследователи приходят к выводу, что как под платформенными территориями континентов, так и под древними океаническими плитами астеносферный слой имеет сокращенную мощность или совсем отсутствует (Л. Л. Ваньян, М. Н. Бердичевский и др., 1977 г.).

По материалам градиентного магнитного зондирования в Тихом океане (в 630 км западнее Калифорнии по широте 32°) высокопроводящий слой океанической астеносферы (электрическое сопротивление 2—3 ом·м) расположен на глубинах от 70 до 170 км (Л. Л. Ваньян, Е. П. Харин и др., 1976 г.). По результатам интерпретации этих же данных, выполненной И. Л. Трофимовым (1975 г.), глубина кровли высокопроводящего слоя равна 150 км, а электрическое сопротивление в нем $<0,19$ ом·м. Согласно исследованиям МТЗ, в Северном Ледовитом океане (хр. Ломоносова и котловина Подводников) глубина до проводящего слоя мантии составляет около 400 км (И. Л. Трофимов, 1975 г.). Эти работы, кроме того, показали, что на глубинах свыше 400 км мантия под океанами имеет такие же электрические характеристики, как и под континентами.

На основании качественного и количественного анализа гравитационного поля Ю. Я. Вашилов и А. Г. Гайнанов (1968 г.) пришли к выводу о слоисто-блоковой структуре коры и верхней мантии океанов до глубин ~220 км. Ими выделено несколько гравитационно-активных поверхностей раздела внутри верхней мантии и отмечено различие строе-

ния мантии под континентами и океанами. В то же время Ю. А. Павловым (1972 г.) по результатам трансформации гравитационного поля и выполненным расчетам не установлено принципиального различия плотности мантии под Тихим океаном и Азиатским континентом, а лишь отмечены локальные плотностные неоднородности.

Таким образом, наблюдается существенное различие геофизических данных относительно параметров, характеризующих верхнюю мантию океанов. Достаточно противоречивы и результаты интерпретации одних и тех же геофизических материалов, например, сейсмические данные о строении астеносферы и результаты МТЗ относительно параметров высокопроводящего слоя мантии в пределах одного и того же объекта. Можно предполагать, что представление о существовании под океанами сравнительно неглубоко залегающей единой мощной астеносферы, впервые возникшее при анализе дисперсии поверхностных волн, не отвечает реальному распределению скоростных неоднородностей в верхней мантии. Результаты изучения объемных сейсмических волн от землетрясений, а также данные ГСЗ скорее указывают на наличие нескольких сравнительно тонких сейсмических волноводов, имеющих в разных районах различную мощность и прослеживаемых лишь фрагментарно.

Закключение. Итак, по главным особенностям состава и структуры верхней части литосферы современные океаны принципиально не отличаются от континентов. Об этом свидетельствуют следующие основные факты:

- 1) близкие состав и физические свойства пород, слагающих эффузивно-осадочные оболочки, а также сходные условия их образования;
- 2) близкие состав и физические свойства основных и ультраосновных пород, слагающих фундамент; сходство процессов петрогенезиса и последующих преобразований, в том числе процессов метаморфизма (по сиалическим породам данные менее полные);
- 3) продолжение структур из континентов в океаны при сохранении основных петрохимических и петрофизических характеристик слагающих их комплексов;
- 4) примерное равенство средних значений теплового потока и, по предварительным данным, равенство потоков гелия;
- 5) близость средних статистических характеристик аномального магнитного поля, весьма сходное строение верхнего магнитоактивного слоя;
- 6) близость средних характеристик гравитационного поля (в редукции Фая);
- 7) однотипность сейсмического расслоения литосферы, в частности, наличие одних и тех же основных сейсмических «слоев» — эффузивно-осадочного, гранитно-метаморфического и «базальтового»;
- 8) принципиальное сходство скоростных разрезов литосферы, проявившееся в наличии зон пониженной скорости сейсмических волн внутри как консолидированной земной коры, так и верхней мантии.

В статье сделан акцент на признаках сходства коры континентов и океанов. Однако совершенно очевидно наличие ряда специфических особенностей внутреннего устройства этих крупнейших геоструктур. При дальнейшем изучении литосферы океанов необходим более детальный и всесторонний учет данных материковой геологии, а не игнорирование ее результатов. Как указывает В. В. Белоусов [3], «мы находимся еще в самом начале пути и преувеличивать степень нашего знания океанских глубин не следует» (с. 209).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев А. С., Рябой В. З. Новая модель строения верхней мантии Земли. — Природа, 1976, № 7, с. 64—67.
2. Афанасьев Г. Д. Некоторые геологические и геофизические факты и их интерпретация в отношении состава и строения земной коры. — Изв. АН СССР. Серия геол., 1967, № 5, с. 3—18.
3. Белоусов В. В. Геотектоника. М., Изд-во МГУ, 1976.
4. Булашевич Ю. П., Карташов Н. П. Распределение концентрации гелия в Северном Ледовитом океане. — Докл. АН СССР, т. 236, № 3, 1977, с. 565—567.
5. Булин Н. К. К вопросу о границе Мохоровичича под океанами. — Геол. и геофиз., 1979, № 2, с. 54—64.
6. Булина Л. В. Модель распределения намагнитченных тел в верхней части континентальной земной коры. — Геол. и геофиз., 1972, № 3, с. 98—102.
7. Гайнанов А. Г. Строение земной коры и верхней мантии океанов. — В кн.: Кора и верхняя мантия Земли. М., Наука, 1968, с. 43—51.
8. Геология морей и океанов. М., Наука, 1977. (Тезисы докладов I съезда советских океанологов. Москва, 20—25 июня 1977 г.).
9. Луцицкий И. В. О кислых магматических породах океанов. — Геотектоника, 1973, № 5, с. 22—34.
10. Моисеенко Ф. С. Современные представления о земной коре. — Вестн. ЛГУ. Геол.-геогр., вып. 4, № 24, с. 5—16.
11. Пронин А. А. Альпийский цикл тектонической истории Земли. Кайнозой. Л., Наука, 1973.
12. Резанов И. А. Происхождение океанов. — Изв. вузов. Геол. и разв., 1974, № 10, с. 3—14.
13. Сидоренко А. В. Кольская сверхглубокая. — «Правда», 1975, 11 мая.
14. Хаин В. Е. Общая геотектоника. Изд. 2. М., Недра, 1973.
15. Шейнманн Ю. М. Новая глобальная тектоника и действительность. Статья 2. — Бюл. МОИП. Отд. геол., т. 49, 1974, № 1, с. 5—26.
16. Reid J., Orcutt J. A., Prothero W. A. Seismic evidence for a narrow zone of partial melting underlying the East Pacific Rise at 21°N. — Geol. Soc. Amer. Bull., v. 88, 1977, № 5, p. 678—682.
17. Snijdsman W. R., Lewis B. T. R., McClain J. Upper mantle velocities on the Northern Cocos Plate. — Earth and Planet. Sci. Lett., v. 28, 1975, N 1, p. 46—50.

УДК 551.248.1(-924.8)

Н. В. НЕВОЛИН, Е. Ф. КОЗЛОВА,
В. А. ПАТРУШЕВА (НПО «Союзгеофизика»)

Рельеф поверхности Мохоровичича Восточно-Европейской платформы и прилегающих территорий

Схемы рельефа поверхности Мохоровичича Восточно-Европейской платформы в целом или ее отдельных регионов составлялись ранее различными исследователями: Г. И. Каратаевым и Э. Э. Фотиади (1966 г.), В. Б. Соллогубом (1971 г.), И. С. Огаринным (1971 г.), Н. А. Беляевским, А. А. Борисовым и И. С. Вольвовским (1974 г.), Ж. П. Хотько (1974 г.) и др. Большинство авторов такие схемы составлены по данным глубинных сейсмических зондирований (ГСЗ), а для районов сейсмически слабо изученных — с привлечением гравиметрических материалов и использованием зависимости аномалий силы тяжести или их трансформант от глубин залегания поверхности М.

Авторы предлагают новую схему (см. рис. 2) рельефа поверхности М. Эта задача выполнена нами в целом на основе тех же принципов, но с применением усовершенствованной методики и более полных сейсмических данных. Так, помимо материалов ГСЗ, учтены результаты наблюдений от больших промышленных взрывов, данные метода точечных сейсмических зондирований (ТГСЗ), сейсмологии (МОВЗ) и КМПВ по

тем профилям, где в последующих вступлениях прослеживаются отражения от глубинных границ раздела. Это позволило получить большее количество значений глубин, что особенно важно для установления статистических корреляционных зависимостей и повышения детальности схемы. Преимущественно использованы сейсмические разрезы масштаба 1:100 000 и 1:200 000, выполненные при полевых работах, и лишь в отдельных случаях — сводные разрезы масштаба 1:500 000. В целом объемы использованных данных по сейсмическим методам распределены следующим образом:

Метод	Объем, км	Пром. взрывов	
ГСЗ	16350	МОВЗ	2930
КМПВ	8410	ТГСЗ	1315
			600

Следует отметить, что территория Восточно-Европейской платформы изучена глубинными сейсмическими методами весьма неравномерно, что предопределило различную методику интерпретации имеющихся сейсмических материалов при составлении схемы рельефа поверхности М. Так, в районах Днепровско-Донецкой и Прикаспийской впадин изогипсы проведены только по сейсмическим данным, в остальных же регионах значения глубин залегания поверхности М (в дальнейшем — H_m) получены кроме того и путем расчета по гравитационным аномалиям с использованием сейсмических сведений в качестве опорных при установлении корреляционных зависимостей. Данные для расчетов брались главным образом с карт региональных аномалий силы тяжести, полученных осреднением или аналитическим продолжением в верхнее полупространство аномалий Буге, исправленных за влияние осадочного чехла (Е. Ф. Козлова и В. А. Патрушева, 1971 г.).

Работа над созданием схемы включала несколько этапов. Прежде всего были проанализированы имеющиеся значения глубин залегания поверхности М, полученные по сейсмическим данным, с точки зрения выявления невязок в местах пересечения профилей. При этом в случаях, если граница раздела кора—мантия имела переходную зону значительной мощности (от нескольких до первых десятков километров — Украинский щит, Донбасс, Мезенская синеклиза и пр.), то с разрезов снимались значения H_m , отвечающие верхней границе переходной зоны. В результате были отбракованы такие участки или целые профили, где значения глубин не увязывались со значениями по смежным профилям. Эти невязки вызваны главным образом завышением или занижением величин средних скоростей, принятых автором для построения разреза. Например, оказалось невозможным использовать результаты наблюдений со станцией «Земля» по профилю Кандагач—Челкар (М. С. Эренбург и др., 1966 г.), данные КМПВ по профилю Мезень—Тиман (Л. И. Писарева, 1968 г.), материалы пространственных зондирований на территории Мугоджар (А. Н. Антоненко и др., 1973 г.), данные КМПВ на отдельных участках профилей, выполненных Турланской и Илийской экспедициями Казгеофизтреста на юго-восточном и северном бортах Прикаспийской впадины, и т. п. Значения H_m на перечисленных участках отличались от смежных на 5—7 и даже 10 км. В целом следует отметить, что лучше всех увязываются между собой и с результатами других методов данные ГСЗ, которые и принимались как опорные при корреляционном анализе связи между мощностью коры и аномалиями силы тяжести.

В результате такого изучения и отбора сейсмических данных были получены схемы фактического материала, которые послужили основой для дальнейших расчетов и построений. Однако предварительно было проведено разделение исследуемой территории на блоки, различаю-

щиеся по геолого-геофизическим признакам: характеру аномалий, средней мощности земной коры, значениям граничной скорости волн вдоль поверхности М, характеру границы кора—мантия и пр. (рис. 1). Эта работа явилась важным и необходимым этапом, так как известно, что единую и достаточно тесную зависимость между аномалиями силы

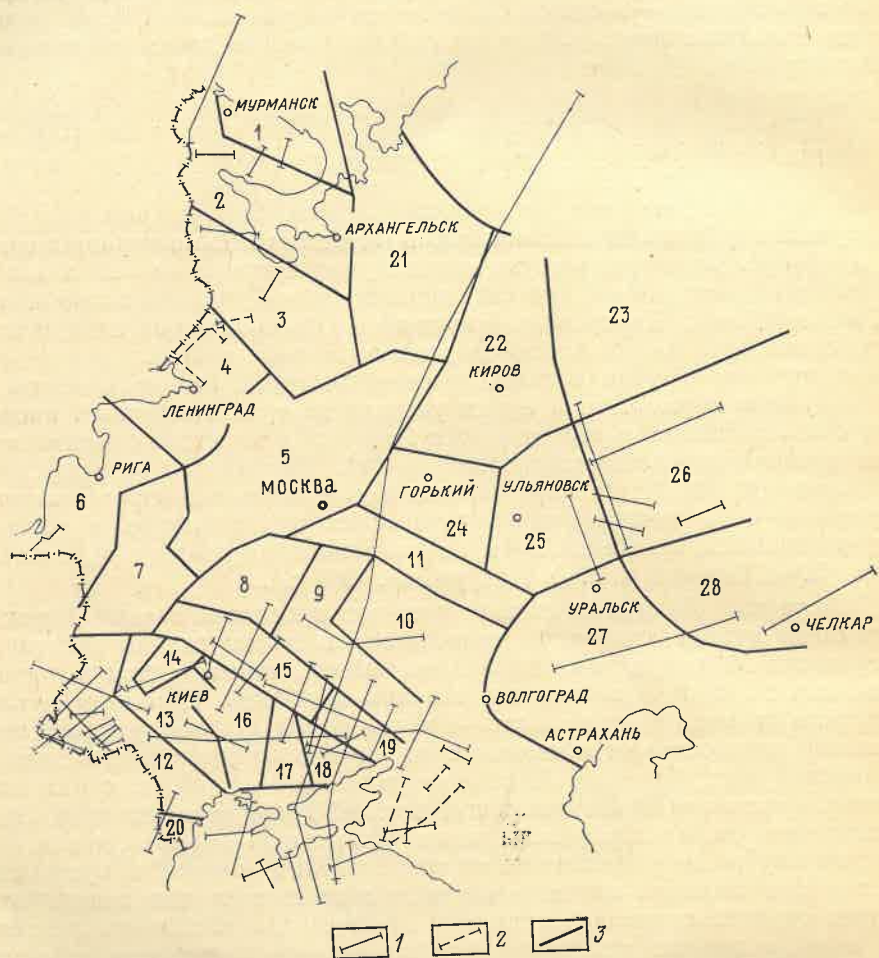


Рис. 1. Схема районирования земной коры Восточно-Европейской платформы и прилегающих территорий по геофизическим характеристикам

1 — основные профили ГСЗ, 2 — профили МОВЗ, 3 — границы блоков и их номера (1—28): 1 — Кольский, 2 — Беломорский, 3 — Карельский, 4 — Новгородский, 5 — Московский, 6 — Рижский, 7 — Белорусский, 8 — Брянский, 9 — Курский, 10 — Восточно-Воронежский, 11 — Пачелмский, 12 — Прикарпатский, 13 — Житомирский, 14 — Коростеньский, 15 — Припятьско-Днепровский, 16 — Кировоградский, 17 — Днепропетровский, 18 — Приазовский, 19 — Донбасский, 20 — Преддубруджинский, 21 — Мезенский, 22 — Котельничский, 23 — Пермско-Камский, 24 — Токмовский, 25 — Волго-Уральский, 26 — Южно-Приуральский, 27 — Прикаспийский, 28 — Примугоджарский

тяжести и H_m для областей с разнородным строением найти не удастся, и поиск ее не имеет смысла.

Следующий этап — поиск корреляционных связей — выполнялся уже для каждого из выделенных блоков, пересеченных профилями ГСЗ, которые служили эталонами. Расчеты проводились на ЭЦВМ по программе КНМ-1 (корреляционная нелинейная модель; авторы В. А. Болдырева и Н. Д. Кантер, 1973 г.) и по программе «Корр-2» (Э. О. Тарасова и И. С. Егорова, 1972 г.) Программа КНМ-1 использует математический аппарат рядов Вольтерра, позволяющий выявить

нелинейные связи между случайными величинами. Преимущество этого метода состоит в том, что определяются связи для каждой точки поверхности с некоторым количеством значений аномалий во всех окрестных точках, попадающих в пределы интегрирующей палетки. Расчеты проводились в два этапа: первый — установление связи и вычисление значений коэффициентов прогнозного оператора и величины среднеквадратических ошибок прогнозных глубин на эталонном профиле; второй — прогноз глубин. Коэффициенты определялись в среднем по 70—80 значениям H_m . Полученные величины коэффициентов прогнозных операторов (они не приведены из-за их громоздкости) и среднеквадратические погрешности прогнозных значений H_m на эталонных профилях оказались различными для разных блоков. Это свидетельствует о том, что в каждом блоке имеется индивидуальная зависимость между H_m и гравитационными аномалиями.

В целом для эталонных профилей получены вполне удовлетворительные погрешности прогнозных значений H_m : средняя их величина ($E_{ср}$) для всех блоков составляет $\pm 0,96$ км, причем для восточной половины территории характерны меньшие значения погрешностей ($E_{ср} = \pm 0,52$ км) по сравнению с западной ($E_{ср} = \pm 2,2$ км). Это, вероятно, объясняется наличием на востоке платформы четко выраженных интенсивных региональных аномалий силы тяжести и более тесной зависимостью между H_m и аномалиями, особенно в Южно-Приуральском и Примугоджарском блоках.

В западной части платформы, где сравнительно мелкие блоки пересечены отрезками профилей ГСЗ небольшой длины, не всегда могла быть применена программа КНМ-1, поэтому связь между H_m и аномалиями определялась главным образом по программе «Корр-2», предусматривающей анализ по трем формам связи — линейной, квадратичной и кубической. Результаты анализа, приведенные в таблице, также показывают, что корреляционные связи для разных блоков различаются по тесноте, форме и знаку. При этом в укрупненных областях (при объединении двух-трех блоков) характеристики связи ухудшаются, что видно на примере Балтийского щита (см. таблицу).

Прогноз значений H_m с помощью программы КНМ-1 проводился по профилям, размещенным в пределах каждого блока параллельно эталонному профилю, но на разных расстояниях от него в зависимости от размеров блока (главным образом от выдержанности характера поля) — в среднем 100 км (до 250 км) в западной части платформы и 170—200 км (до 400 км) и восточной. Общий объем прогнозных профилей составил 5600 км. Погрешности прогнозных значений H_m трудно оценить из-за недостатка независимых данных, необходимых для сравнения. Только на востоке платформы в Южно-Приуральском и Примугоджарском блоках по 22 точкам удалось сопоставить прогнозные значения H_m с глубинами по данным ГСЗ и КМПВ, не участвовавшими в вычислении прогнозного оператора. Среднеквадратическая погрешность составила $\pm 1,59$ км, что удовлетворяет сечению изогипс нашей схемы (5 км).

Расчеты H_m по уравнениям регрессии проведены по профилям, пересекающим зоны аномалий или отдельные крупные аномалии. Расстояние между профилями в среднем 100—150 км, между точками 50, реже 25 км. Для регионов, не изученных глубинными сейсмическими исследованиями (Белорусский массив и др.), расчеты выполнены по уравнениям регрессии, полученным для всей западной части платформы в целом. Общий объем расчетных профилей около 13 000 км.

На рабочие схемы нанесены также и значения H_m , полученные нами ранее по ряду региональных профилей в северной и центральной

Характеристика тесноты и формы корреляционных связей интенсивности гравитационного поля (x) и глубины залегания поверхности Мохоровича (y) на Восточно-Европейской платформе *

Гравитационное поле и характеристики связей	Аномалии Буге				
	$r \pm \epsilon_r$	$\eta_{y/x} \pm \epsilon_r$	$\frac{\xi_{y/x}}{\epsilon_\xi}$	Уравнение регрессии и ϵ_y , км	Число расч. точек
Район исследования					
Балтийский щит в целом					
Северная часть Балтийского щита (Беломорский и Карельский блоки)					
Беломорский блок					
Карельский блок					
Новгородский блок					
Житомирский блок					
Коростеньский и Кировоградский блоки	$-0,71 \pm 0,05$	$0,79 \pm 0,04$	1,92	$y' = -0,23x - 42,74 \pm 2,80$	106
Днепропетровский блок	$0,32 \pm 0,10$	$0,53 \pm 0,08$	3,17	$y'' = 0,03x^2 - 0,001x - 46,49 \pm 5,83$	75
Западная часть платформы (по 42° в. д.) в целом	$0,39 \pm 0,03$	$0,46 \pm 0,03$	3,00	$y' = 0,07x - 43,63 \pm 4,76$ $y'' = 5 \cdot 10^{-5}x^2 + 0,07x - 43,62 \pm 4,76^{****}$	600
Области глубокого залегания поверхности фундамента (ДВБ, западный склон УЩ, Пачелмский прогиб)	$0,55 \pm 0,05$	$0,65 \pm 0,04$	3,00	$y' = 0,07x - 43,10 \pm 4,86$ $y'' = -9 \cdot 10^{-4}x^2 + 0,07x - 42,95 \pm 4,85$	224

Аномалии (осред.)

Балтийский щит в целом					
Северная часть Балтийского щита (Беломорский и Карельский блоки)	$-0,02 \pm 0,11$	$0,70 \pm 0,06$	6,12	$y'' = 0,0113x^2 - 0,28x - 37,50 \pm 2,44^{***}$	77
Беломорский блок	$0,82 \pm 0,04$	$0,88 \pm 0,03$	1,35	$y' = 0,21x - 42,16 \pm 1,48$	54
Карельский блок	$-0,87 \pm 0,04$	$0,88 \pm 0,03$	0,33	$y' = -0,76x - 38,60 \pm 3,00$	45
Новгородский блок	$-0,88 \pm 0,04$	$0,96 \pm 0,01$	1,33	$y' = -0,15x - 45,27 \pm 0,87$	41
Житомирский блок	$-0,53 \pm 0,08$	$0,66 \pm 0,06$	2,09	$y' = -0,48x - 36,54 \pm 5,47$	89
Коростеньский и Кировоградский блоки	$-0,63 \pm 0,06$	$0,76 \pm 0,04$	2,42	$y' = -0,28x - 41,96 \pm 3,08$	106
Днепропетровский блок					
Западная часть платформы (по 42° в. д.) в целом					
Области глубокого залегания поверхности фундамента (ДВБ, западный склон УЩ, Пачелмский прогиб)					
Балтийский щит в целом	$-0,26 \pm 0,08$	$0,58 \pm 0,05$	4,5	$y'' = 0,068x^2 - 0,97x - 40,83 \pm 3,83^{**}$	147
Северная часть Балтийского щита (Беломорский и Карельский блоки)					

Гравитационное поле и характеристики связи	Аномалии (пересчет вверх)				
	$r \pm \epsilon_r$	$\eta_{y/x} \pm \epsilon_\eta$	$\xi_{y/x} \pm \epsilon_\xi$	Уравнение регрессии и $\epsilon_{y'}$, км	Число расч. точек
Район исследования					
Беломорский блок					
Карельский блок	$-0,82 \pm 0,05$	$0,82 \pm 0,05$	0,33	$y' = -1,37x - 38,8 \pm 3,54$	45
Новгородский блок	$-0,77 \pm 0,07$	$0,87 \pm 0,04$	1,07	$y' = -0,25x - 45,46 \pm 1,14$	28
Житомирский блок					
Коростеньский и Кировоградский блоки					
Днепропетровский блок					
Западная часть платформы (по 42° в. д.) в целом					
Области глубокого залегания поверхности фундамента (ДЛВ, западный склон УЩ, Пачелмский прогиб)					

Примечание. r — коэффициент корреляции; η — корреляционное отношение; ξ — мера линейности; ϵ_r , ϵ_η , ϵ_ξ — среднеквадратическая ошибка указанных параметров связи и уравнений регрессии.

* В таблицу включены характеристики только тех связей, которые были использованы для расчетов H_m .

** Связь экстраполировалась на Прибалтийский блок.

*** Связь экстраполировалась на Кольский и Прибалтийский блоки.

**** Связь использована на площадях с неглубоким залеганием фундамента.

частях платформы (Е. Ф. Козлова и В. А. Патрушева, 1976 г.) путем вычисления методами подбора и полного нормированного вертикального градиента ($G^H_{x,z}$) и имеющие вполне удовлетворительную сходимость ($E = \pm 1,64$ км) с независимыми сейсмическими данными. После некоторого осреднения и отбраковки ряда рассчитанных значений для проведения изогипс поверхности М использованы всего 900 значений H_m (450 по программе КНМ-1, 350 — по «Корр-2» и 100 — прочими методами). Помимо сплошных изолиний, на схеме имеются пуктирные, проведенные Н. В. Невוליным на основе качественного анализа аномалий силы тяжести главным образом в тех местах, для которых нет сейсмических данных, а характер аномалий специфичен и не позволяет экстраполировать связь с других блоков.

Рассмотрение построенной нами схемы (рис. 2) показывает, что рельеф поверхности Мохоровичича Восточно-Европейской платформы является сложно расчлененным с перепадом глубин от -30 до -55 км, но преобладают значения -40 — -45 км. В центральной и западной частях платформы поверхность М отмечается в целом глубже на 5—10 км, чем в остальных ее частях. Морфологические элементы поверхности М имеют различные простирания, размеры и формы, — как близкие к линейным, так и почти изометричные. К наиболее крупным из них принадлежат Средне-Русская, Днепровско-Донецкая и Хобдинско-Арал-сорская зоны поднятий (-35 км), Карпатская, Кавказская и Уральская зоны прогибов (> -50 км), Белозерская, Новгородская и Рижская впадины (> -50 км).

Сравнение этой схемы со схемами других исследователей показывает, что наряду с чертами сходства они имеют и существенные различия как в оценке общей мощности коры, так и в выделении крупных структурных элементов. Предлагаемая схема (см. рис. 2) отличается значительно большей детальностью: на ней выделен ряд новых, не отмеченных ранее крупных элементов в рельефе М (Средне-Русская зона поднятий, Белозерская, Новгородская, Рижская впадины), а некоторые даны более четко (Днепровско-Донецкая зона поднятий). Показанное почти на всех схемах сокращение мощности коры в области Предуральского прогиба и миогеосинклинальной зоны Урала (до 34 км, по А. Я. Ярошу; до 33—35 км, по Г. И. Каратаеву; до 35 км, по И. С. Огарину) не подтверждается нашими расчетами и данными ГСЗ, согласно которым в Предуральском прогибе отмечается не столь значительный подъем поверхности М (до -37 км), а миогеосинклинальной области Урала отвечает моноклиальный склон поверхности М. Значения же $H_m = -35$ км получены только в пределах Бузулукского приподнятого блока, расположенного в основном западнее прогиба.

Эвгеосинклинальная область Урала на схемах одних авторов (А. А. Борисова, И. С. Огарина, Н. И. Халевина, А. Я. Яроша и др.) показана как область увеличения мощности земной коры, характеризующаяся наличием единого «корня гор» с четко выраженным уральским простиранием. Это качественно вполне согласуется с нашей схемой, но некоторые отличия имеются в количественной оценке мощности коры. Согласно схемам других авторов (Г. И. Каратаева, Э. Э. Фотиади и др.), для Уральской геосинклинали не характерно увеличение мощности коры, намечается лишь широтная зональность этой области. Подобные существенные различия обусловлены, видимо, недостаточным объемом имевшихся ранее геолого-геофизических сведений и тем, что корреляционные зависимости, полученные на эталонных профилях, экстраполировались на слишком большие территории. Количественные различия в оценках H_m , вероятно, объясняются тем, что нами использованы более полные данные и применена оптимальная, по

нашему мнению, программа КНМ-1, в которой нелинейный приближающий полином описывает связь между геологической характеристикой точки и геофизическими полями во всех окрестных точках в пределах области интегрирования.

Сопоставление нашей схемы рельефа поверхности М (см. рис. 2) с картой рельефа поверхности фундамента Восточно-Европейской платформы (редактор Н. В. Неволин, 1976 г.) позволило установить доста-

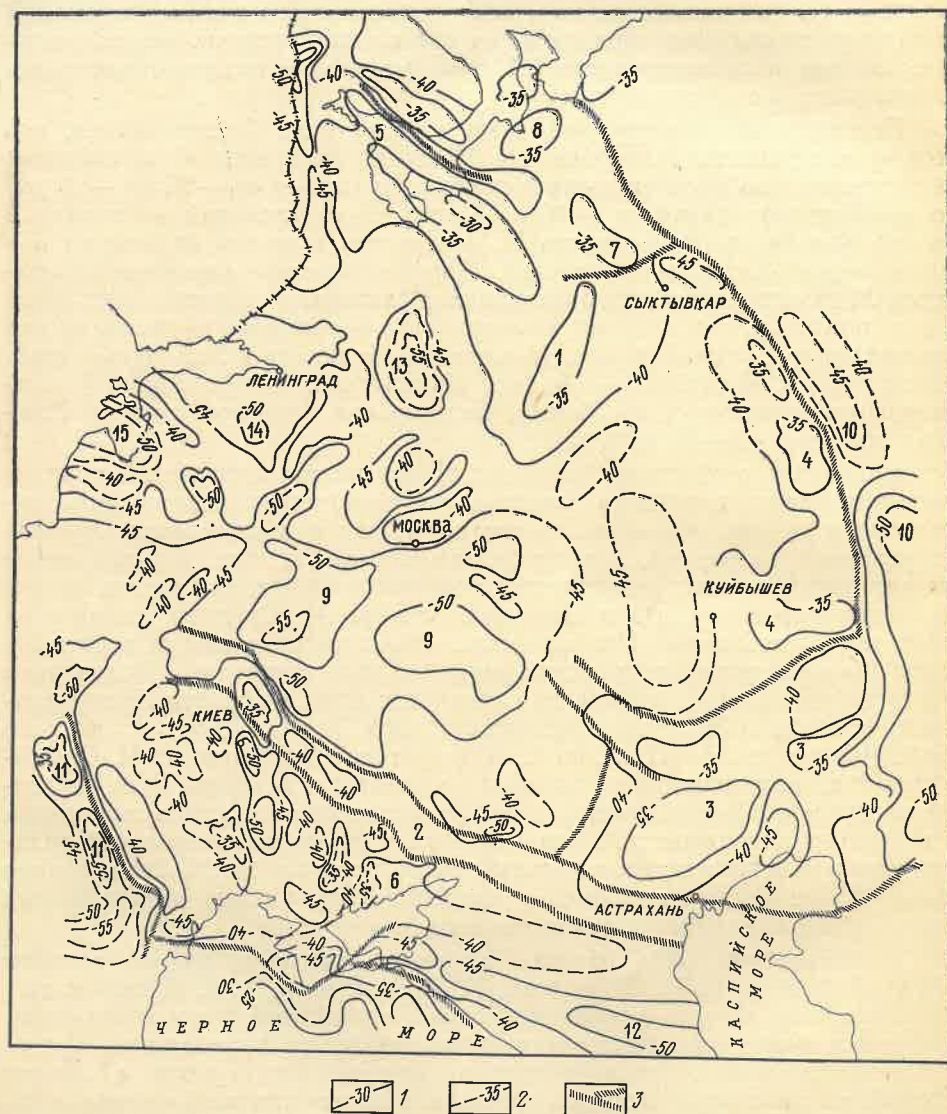


Рис. 2. Схема рельефа поверхности Мохоровичича Восточно-Европейской платформы и прилегающих территорий (составили Н. В. Неволин, Е. Ф. Козлова, Л. С. Маркина, В. А. Патрушева, Р. Ю. Соколова)

1 — изогипсы поверхности Мохоровичича, проведенные по сейсмическим и расчетным данным; 2 — то же, на основании качественного анализа гравитационного поля; 3 — предполагаемые глубинные разломы; 1-6 — зоны поднятий в рельефе поверхности М: 1 — Средне-Русская, 2 — Днепровско-Донецкая, 3 — Хобдинско-Аралская, 4 — Предуральская, 5 — Пинево-Варзугская, 6 — Конкско-Верховцевская; 7-8 — локальные выступы в рельефе поверхности М: 7 — Вашкинский, 8 — Мезенский; 9-12 — зоны прогибов в рельефе поверхности М: 9 — Свекофено-Сарматская, 10 — Уральская, 11 — Карпатская, 12 — Кавказская; 13-15 — локальные впадины в рельефе поверхности М: 13 — Белозерская, 14 — Новгородская, 15 — Рижская

точно отчетливую связь между этими поверхностями. В большинстве случаев наблюдаются обратные соотношения форм рельефа. Так, глубоким грабен-прогибам и впадинам в рельефе фундамента обычно соответствуют поднятия поверхности М. Например, Средне-Русский и Днепровско-Донецкий грабен-прогибы фундамента приурочены к одноименным поднятиям поверхности М; глубокая часть Прикаспийской впадины и частично Предуральский прогиб отвечает Хобдинско-Аралской зоне поднятий.

В пределах Печенгско-Варзугской зоны ниже-среднепротерозойских геосинклинальных трогов Балтийского щита и на участках развития конкско-верховцевской серии Днепровского тектонического блока Украинского щита, которые многими исследователями рассматриваются как архейские или раннепротерозойские геосинклинальные трогои, также отмечаются поднятия поверхности М. Для зон поднятий характерны повышенные значения граничной скорости ($v_r > 8,1$ км/с) распространения сейсмических волн и интенсивные максимумы аномалий силы тяжести, обусловленные в основном, как показывают расчеты, повышенной плотностью консолидированной коры и верхней мантии и высоким залеганием поверхности М.

Прогибам же поверхности М всюду на платформе отвечают поднятия фундамента. Наиболее отчетливо это проявляется в центральной части, включающей южный склон Балтийского щита, Белорусский и Воронежский массивы, где единому поднятию в рельефе фундамента (0—1 км) соответствует прогиб поверхности М (—50—55 км). По данным ГСЗ, земная кора здесь примерно на 50% сложена низкоскоростным комплексом пород с граничной скоростью распространения сейсмических волн 5,5—6,2 км/с, который может быть отнесен к «гранитному» слою. По геологическим данным, фундамент этой области в значительной части представлен породами гранитоидного состава. Гравитационное поле этой области характеризуется преимущественно отрицательными аномалиями, обусловленными главным образом пониженной плотностью пород фундамента (2,57—2,60 г/см³) и глубоким залеганием поверхности М. Приведенные сведения позволяют рассматривать область увеличенной мощности консолидированной коры центральных районов Русской плиты как гранитоидный пояс (названный нами Свекофено-Сарматским).

Следует отметить, что в некоторых регионах платформы отмечаются и прямые соотношения рельефа архейского фундамента с поверхностью М. Так, Беломорский и Кольский блоки Балтийского щита, Жигулевско-Пугачевский и Камский выступы фундамента Волго-Уральской антеклизы соответствуют поднятиям поверхности М. В пределах этих тектонических элементов, по данным ГСЗ, земная кора в значительной части (примерно на 70%) состоит из комплекса высокоскоростных пород ($v_r > 6,6$ км/с), который может быть отнесен к «базальтовому» слою. По поверхности фундамента здесь также прослеживаются повышенные значения граничной скорости сейсмических волн (6,4—6,6 км/с). Согласно геологическим данным, фундамент указанных блоков и выступов сложен преимущественно породами основного состава (базит-гипербазитовым комплексом) с плотностью 2,8—3,0 г/см³. Повышенное гравитационное поле, характерное для этих тектонических элементов, обусловлено в основном сравнительно высокой плотностью и сокращенной мощностью (поднятием поверхности М) консолидированной коры.

Рассмотренные общие региональные закономерности сохраняются и в отдельных крупных интрузивных массивах. Например, массивы основных пород (Мезенский, Вашкинский и др.), выраженные гравита-

ционными максимумами, отвечают выступам поверхности М, а гранитоидные массивы (Белозерский, Новгородский, Рижский и другие плутониты), отмеченные интенсивными минимумами силы тяжести, приурочены к впадинам в рельефе поверхности М. Как показывают расчеты, выполненные по гравитационным аномалиям, разуплотнение земной коры под этими плутонами наблюдается в пределах всей земной коры и верхней мантии, что говорит об их глубинном происхождении.

Обрамляющие Восточно-Европейскую платформу краевые Уральская, Карпатская и Кавказская зоны прогиба поверхности М (—50——55 км) выражены интенсивными региональными аномалиями силы тяжести: Карпатская и Кавказская зоны — глубокими депрессиями гравитационного поля, а Уральская — чередованием линейно вытянутых знакопеременных аномалий, природа которых не совсем ясна. Можно лишь отметить, что соотношения аномалий с мощностью коры различны и помимо глубинных факторов на гравитационное поле геосинклинальных областей существенно влияют неоднородности строения и состава палеозойских и мезо-кайнозойских складчатых комплексов. Карпатская и Кавказская зоны прогиба разделены зоной Черноморского поднятия поверхности М.

В заключение можно сделать следующие выводы.

1. На основании анализа геолого-геофизических данных проведено районирование территории Восточно-Европейской платформы и прилегающих территорий по комплексу геолого-геофизических признаков и установлено наличие корреляционных зависимостей между региональными аномалиями силы тяжести и мощностью земной коры. Это позволило применить корреляционный метод преобразования аномалий с целью прогнозирования глубины залегания подошвы земной коры. В результате расчетов существенно дополнены данные о морфологии поверхности Мохоровичича и получены первые сведения о ней в не изученных ранее районах.

2. Сопоставление построенной по рассмотренной методике схемы рельефа поверхности Мохоровичича с картой рельефа фундамента платформы показало, что существуют определенные закономерности в соотношениях между формами рельефа кровли и подошвы консолидированной коры: глубоким прогибам поверхности фундамента отвечают поднятия поверхности М, а поднятия фундамента, сложенные преимущественно гранитоидными породами, и отдельные крупные гранитоидные массивы приурочены обычно к прогибам поверхности М. На участках, где поднятия подошвы коры не отвечают прогибам фундамента, фундамент сложен магматическими и метаморфическими породами основного состава.

3. В складчатых областях Урала, Карпат и Кавказа наблюдается увеличенная мощность земной коры (слабо выраженные «корни гор»), причем последние не являются единой зоной прогиба, а разделены Черноморской зоной поднятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беляевский Н. А. Геологические результаты глубинных сейсмических исследований земной коры. — В кн.: Глубинное сейсмическое зондирование. Алма-Ата, Наука, 1973.
2. Болдырева В. А., Кантер Н. Д., Чернов А. А. Автоматизированный комплекс обработки гравиметрических измерений. М., Недра, 1976.
3. Вольвовский И. С., Вольвовский Б. С. Разрезы земной коры территории СССР по данным глубинного сейсмического зондирования. М., Сов. радио, 1975.
4. Основные геофизические параметры земной коры и верхней части мантии/Н. А. Беляевский, А. А. Борисов, Г. И. Круглякова и др. — В кн.: Разведочная геофизика СССР на рубеже 70-х годов. М., Недра, 1974.

УДК 550.361.2+553.98

И. И. АММОСОВ (ИГиРГИ)

Петрографические особенности твердых органических веществ как показатель палеотемператур и нефтеносности

Твердые органические включения угольного и нефтяного рядов, их значение для определения палеотемператур. Установлена прямая связь между температурой недр и необратимыми превращениями органических веществ, рассеянных в осадочных породах. На этом основан прогноз палеотемператур [2, 3, 11, 12, 17, 19]. Под воздействием тепла недр изменяются молекулярные системы твердых органических веществ, их химический состав и оптические особенности, например, отражательная способность витринита, длина волны и яркость люминесценции лейптинита, а также цвет и прозрачность его.

Среди существующих количественных методов определения изменений твердых органических веществ измерение показателя отражения витринита является основным (табл. 1). Этот метод проверен в международном масштабе, а в СССР утвержден ГОСТами 21489—76 и 12113—77.

В нефтегазоносных отложениях находятся различные под микроскопом включения гумусового и сапропелевого органических веществ в виде измененных остатков тканей растений, принесенных в процессе седиментогенеза, а также твердые органические вещества, образовавшиеся во время миграции органогенных флюидов [2, 16, 17]. Нередко они тонко рассеяны среди минеральных веществ или сорбированы минеральными компонентами и вместе с ними создают нефтидные и углистые горные породы. Кроме того, твердые нефтиды и затвердевшие гумусовые образования находятся в осадочных породах в виде микроскопических или более крупных включений.

Для определения палеотемпературы по изменениям оптических особенностей органического вещества углей используются микрокомпоненты групп гуминита, витринита и лейптинита (табл. 2). Стадия термогенетического превращения органического вещества компонентов групп гуминита и витринита определяется по отражательной способности [2, 11, 12, 18, 19, 20, ГОСТ 12113—66, ГОСТ 12113—77], а микрокомпонентов групп лейптинита — по их люминесценции [2, 14, 17, 19, 20], цвету и прозрачности [10, 13]. Изменения показателя отражения, яркости люминесценции, длины волны цвета флюоресценции, прозрачности микрокомпонентов при прочих равных условиях отражают молекулярную перестройку слагающих их органических веществ.

Исходное вещество витринита и лейптинита находится в составе горной породы с начала седиментогенеза. Наоборот, исходное вещество твердых нефтидов и нафтоидов мигрирует в осадочные породы, но в процессе литогенеза вместе с вмещающей их породой изменяется под влиянием термобарических условий недр (табл. 3). По степени превращенности вещества этих включений, с учетом времени их генерации, также можно судить о палеотемпературах преобразования вмещающих пород [1, 16, 17, 19]. Однако твердые и полутвердые нефтиды до сих пор слабо изучены.

Одинаковая отражательная способность и люминесценция петрографических компонентов углей и нефтидов не всегда свидетельствуют

Таблица 1

Основные петрографические методы определения изменений свойств твердых органических включений пород под влиянием температуры недр

Метод	Преимущества	Недостатки
Определения показателя отражения витринита в обычном и поляризованном свете	а. Объективность количественного метода; возможность контроля при повторных измерениях б. Охват широкого интервала изменений — от торфяной до суперантрацитовых стадий	а. В кусочках, выделенных из породы, затруднительны диагностика переотложенных включений и определение влияния вторичных факторов б. Ограниченное распространение витринита в осадочных породах в. Недостаточная точность на самых низких и самых высоких стадиях превращенности осадочных пород
Определения показателей люминесценции лейптинита в ультрафиолетовом свете	а. Широкое распространение лейптинита в осадочных породах стратиграфической шкалы б. Простота изготовления препаратов в. Количественное определение длины волны и яркости свечения	а. Трудность выбора сопоставимых объектов б. Затухание люминесценции на III стадии (см. табл. 4) каменноугольной группы
Определения прозрачности и цвета лейптинита в обычном проходящем свете	а. Широкое распространение лейптинита в терригенных осадочных породах б. Возможность определения попутно с палинологическим анализом в. Простота диагностики при слабых стадиях превращенности органического вещества	а. Зависимость прозрачности не только от термогенетической превращенности, но и от толщины объекта в препарате б. Трудность выбора сравнимых объектов в. Потеря прозрачности на IV стадии (см. табл. 4)

о равных палеотемпературных условиях преобразования вследствие особенностей превращения слагающих их органических веществ.

Один образец горной породы может содержать весьма различные включения органических веществ. При микроскопических исследованиях их следует классифицировать по исходному материалу (гумусовый, сапропелевый, нефтяной), месту, а также времени образования и распределения во вмещающей породе (аутигенные, аллотигенные, сингенетические, эпигенетические, рассеянные, сорбированные и т. д.), условиям превращения в различных средах (например, в окислительной или восстановительной), по стадиям превращения при седиментогенезе, диагенезе и под воздействием тепловых потоков.

Прогноз палеотемператур. Метод прогноза палеотемператур по органическому веществу основан на сопоставлении стадий его изменений с современными температурами в глубоких скважинах, пробуренных в областях преобладающего прогиба, где повышению показателя от-

Таблица 2

Значение микрокомпонентов ископаемых углей для определения палеотемператур

Бурые угли			Каменные угли		
Группа	Микрокомпоненты	Метод определения палеотемператур	Группа	Микрокомпоненты	Метод определения палеотемператур
Гуминит	Текстинит Ульмит	? ОС*	Витринит	Телинит	ОС
	Гелинит Корпогуминит	ОС ОС		Коллинит	ОС
	Аттринит Денсинит	? ?		Витроаттринит	ОС
Экзинит	Споринит Кутинит Резинит Альгинит Лейптодетринит Суберинит Хлорофиллинит	Л** Л Л Л ? ? ?	Лейптинит	Споринит Кутинит Резинит Альгинит Лейптодетринит	Л Л Л Л ?
Инертинит	Фюзинит Семифюзинит Микринит Склеротинит Инертодетринит	Нет*** " " " "	Фюзинит (инертинит)	Фюзинит Семифюзинит Микринит Склеротинит Инертодетринит	Нет " " " "

* Стадии термогенетической превращенности органического вещества данного компонента определяются по отражательной способности (ОС), на основании ее и приводится прогноз палеотемператур.

** То же, на основании интенсивности люминесценции и длины волны цвета флюоресценции.

*** Органическое вещество, слагающее эти компоненты, слабо реагирует на изменения термобарических условий недр. При существующих методах микроскопического исследования они не могут быть использованы для определения палеотемператур.

ражения витринита соответствует возрастание современных температур (рис. 1).

Необратимость превращения органического вещества витринита и сохранение величины показателя отражения даже при понижении температуры недр позволяют прогнозировать максимальные палеотемпературы (табл. 4). Здесь температуры от 70 до 190°С сопоставлены с показателем отражения витринита в буровых скважинах; вне данного интервала — экстраполированы. В табл. 4 приведены также различные шкалы, применяемые для обозначения стадий термогенетических изменений гуминита, витринита и лейптинита.

Известно, что течение реакций, ведущих к перестройке молекулярных систем ископаемого органического вещества, связано с геологическим временем: чем больше это время, при прочих равных условиях, тем полнее изменится органическое вещество на уровне превращений, возможных при данной температуре. Этот процесс вследствие медленного погружения стратисферы и преобладания сравнительно небольших геотермических градиентов, обусловленных прогреванием осадочной толщи астеносферы, происходит в течение весьма длительного времени. Так, при среднем геотермическом градиенте 3°С на 100 м для повышения температуры в недрах на 1°С в компенсированных про-

Твердые органические вещества нефтяного ряда и их значение при определении палеотемператур

Таблица 3

Группа	Нафты и нафтыды	R^a , ‰	Показатель палеотемператур
?	Озокерит Асфальт	50	Люминесценция Люминесценция, отражательная способность
Асфальтиты	Элатерит Гильсонит Вурцилит Грэмит	45—52 48—55 50—60 52—65	Люминесценция, отражательная способность То же Отражательная способность, люминесценция (?)
Кериты	Альбертит Импсонит	? 70—110	Отражательная способность То же
Антраксолиты	Кискеит Тухтолит Шунгит	? ? 155—170	Отражательная способность То же „ „

гибах требуется около 0,2 млн. лет, а для изменения органического вещества последовательно по стадиям I, II, III, IV, V и VI (см. табл. 4), соответственно — 7, 8, 4, 6, 2 и 2 млн. лет, или в сумме около 30 млн. лет. Этого времени было достаточно для завершения основных превращений органического вещества в соответствующих температурных интервалах.

Разница между палеотемпературами (T_p) и современными температурами (t) изменяется в широких пределах — от 0 до 800°С*. Установить единую корреляционную связь между T_p и t для всех регионов невозможно вследствие различной геотермической истории регионов и неодинакового охлаждения их недр. Значительными помехами для такой корреляции являются: а) наличие в нефтегазоносных отложениях скачков палеотемператур (так называемых палеогеотермических несогласий [5]) при плавных изменениях современных температур; б) выход на дневную поверхность осадочных пород, ранее находившихся на значительной глубине и испытывавших там влияние более высоких температур, а в настоящее время остывших до температуры пород дневной поверхности.

Палеотемпературы осадочных пород и нефтеносность. Формирование ряда полезных ископаемых, в том числе нефти и газа, зависит от многих факторов, в частности от влияния тепловых потоков недр [2, 4, 6, 7, 8, 9, 15, 19, 20]. Изменения органического вещества, рассеянного в осадочных отложениях, можно использовать как палеотермометр, характеризующий температуру нагревания вмещающей осадочной толщи.

Изучение палеогеотермических особенностей преобразования терригенных отложений основных нефтегазоносных бассейнов СССР позволило установить связь между палеотемпературами и размещением нефтяных залежей: последние приурочены к осадочным породам, испытывавшим воздействие температур не более 200°С, что соответствует показателю отражения витринита (R^a) до 93‰ (рис. 2).

* В контакте с остывшими интрузиями.

Таблица 4

Показатели термогенетических изменений органического вещества твердых включений

Группы	Шкалы						Н. Б. Вассоевич, А. Э. Конторович, М. И. Калинин и др.	V ^r , %	C ^r , %	Флюоресценция, λ, нм. [14, 20]
	ИГарГИ		Эльфф* [17, 18]		„Шелл“ [15]					
	Стадии	R ^a , °/ω	Палеотемпература, °C	R ⁰ , %		КТИ				
Торфяная		55	50	—	0,2	1	ДГ	70	—	—
	01	58	—	—	0,3	2	ПК ₁	50	71	520
	02	63	—	—	—	—	ПК ₂	—	—	—
Буроугольная	03	68	100	—	0,5	3	ПК ₃	40	77	580
	I	73	—	—	—	—	МК ₁	—	—	600
	II	81	150	—	—	—	МК ₂	30	87	670
Каменноугольная	III	89	—	—	1,0	—	МК ₃	—	—	—
	IV	95	200	—	—	—	МК ₄	20	—	—
	V	104	—	—	1,5	4	МК ₅	10	91	—
Антрацитовая	VI	112	250	—	2,0	—	АК ₁	—	—	—
	VII	120	—	—	2,5	—	АК ₂	—	—	—
	VIII	130	—	—	4,5	—	АК ₃	5	94	—
	IX	145	—	—	—	—	—	—	—	—
	X	153	300	—	—	—	—	—	—	—

R^a — показатель отражения витринита в воздухе; R^b — то же в масле; КТИ — коэффициент прозрачности и цвет лейптинита; Уг — выход летучих и Сг — содержание углерода на сухой и беззольный витринит; λ , нм — длина волны цвета флюоресценции лейптинита; ПК — протокагагенез; МК — мезокагагенез; АК — апокагагенез.

По палеотемпературам выделено пять зон осадочных пород (табл. 5). К зоне А (нижней) относятся отложения, нагревавшиеся до температуры выше 275°С. Твердые остатки органического вещества в этой зоне сильно изменены и относятся к антрацитово-графитовой и графитовой стадиям, а вмещающие породы метаморфизованы. Сохранившееся твердое органическое вещество при дальнейшем повышении температуры недр почти не генерирует углеводороды.

Зона В охватывает интервал палеотемператур 250—275°С. Оставшаяся часть органических веществ способна генерировать немного углеводородных газов при дальнейшем повышении температуры недр. Зоны А и В при наличии в них исходного органического вещества служили в прошлом основными генераторами органогенных флюидов, переместившихся в результате латеральной и частично вертикальной миграции в гипсометрически выше расположенные, менее нагревавшиеся отложения. По отношению к образованию и миграции органоген-

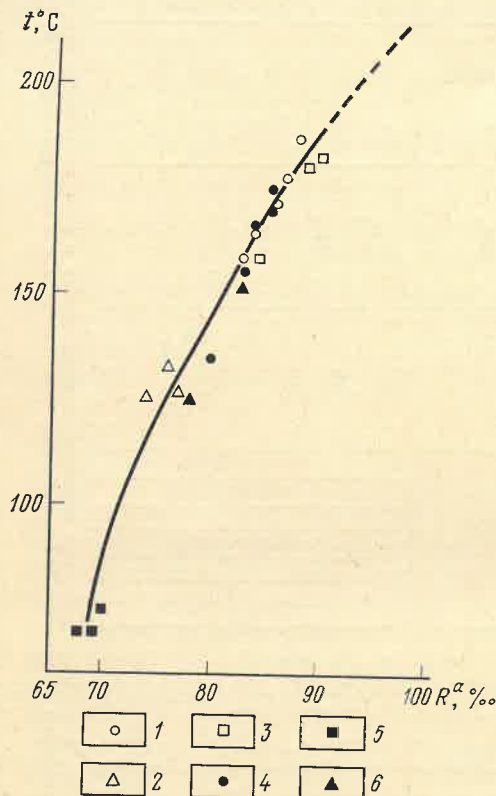


Рис. 1. Зависимость величины показателя отражения витринита (R_a , %) от современной температуры недр

1 — Восточное Предкавказье (площадь Кочубеевская, J_1-J_2); 2 — Восточное Предкавказье (площади Русский Хутор, Восточно-Сухокумская, Култаевская, J_1-K_1); 3 — Западное Предкавказье (площадь Темиргоевская, J_2-3); 4 — Северный Устюрт (площадь Чикудук, J_2); 5 — Южный Мангышлак (площади Узень, Актас, Карамандыбас, J_2); 6 — Южный Мангышлак (площадь Курганбай, J_2)

ных флюидов эти зоны могут быть названы зонами пригенерации (prius — лат. «прежде»).

Осадочные толщи, находящиеся в пределах зоны С, нагревались до менее высоких температур (200—250°С). Поэтому органическое вещество зоны С несколько больше, чем в зонах А и В, способно генерировать углеводородные газы. Значительную роль для аккумуляции в ней газов играет сохранение непроницаемости покрышек. Однако глинистые породы в результате преобразования их минерального состава и изменения физических особенностей в термобарических условиях зоны нередко теряют свойства покрышек.

Зона D (<100 до 200°С) — это не только зона генерации, но и основной аккумулятор флюидов, мигрировавших из гипсометрически нижележащих зон в менее прогревавшуюся толщу и поэтому сложную менее измененными породами, с лучшими коллекторскими свойствами. Зона содержит главные запасы нефти и имеет наибольшее промышленное значение (см. рис. 2). В зоне D выделяется пять интервалов температур: меньше 100, 100—125, 125—150, 150—175 и 175—200°С (см. табл. 5). Горячие нефтеобразующие флюиды, генерированные в

Палеотемпературные зоны осадочных пород и их нефтегазоносность

Таблица 5

Зона	Палеотемпература, °С	Стадия	Показатели отражения витринита		Подзоны, t, °С	Преобладающие процессы генерации и сохранения нефтеобразующих флюидов	Нефтегазоносность при наличии исходного органического вещества
			R_a , %	R^0 , %			
Е	?	01	<62	<0,33	Не установлены	Омитация	Как правило, не содержит залежей нефти вследствие окисления и аэрации углеводородов
		02					
D	<100—200	03	62—93	0,33—1,29	<100	Аккумуляция и омитация	При R_a 62—72% и наличии хороших ловушек образуются промышленные залежи нефти
		I			100—125	Генерация битуменов, аккумуляция и преобразование флюидов	Основные запасы нефти и крупные залежи газа
		II			125—150		
		III			150—175		
		IV			175—200	Генерация, аккумуляция флюидов	Присутствуют промышленные залежи нефти и главные запасы газа
C	200—250	V VI VII	94—120	1,30—2,81	Не установлены	Генерация легких флюидов	Небольшие промышленные залежи нефти, значительные месторождения газа
B	250—275	VIII	121—130	2,82—3,41		Пригенерация	Редкие, обычно непромышленные залежи нефти. Нефть находится под большим давлением, дает эффективные, но быстро истощающиеся фонтаны. Нередко положительные структуры оказываются пустыми. Промышленные залежи газа в верхней части зоны
A	>275	IX X	>130	>3,40		То же	Основная часть ранее образовавшихся флюидов мигрировала в зоны, залегающие выше. Оставшееся органическое вещество при повышении температуры может генерировать небольшие количества углеводородных газов То же, но оставшееся твердое органическое вещество мало способно генерировать углеводороды

нижней части зоны D и за ее пределами, мигрируют в осадочных породах, вступают во взаимодействие с битумоидами, а также с их дериватами и аккумулируются в ловушках преимущественно в средней части зоны D.

Зона E — самая верхняя — сложена осадочными породами, не испытывавшими или слабо испытывавшими действие тепловых потоков недр. Это зона омиттации (*omitto* — лат. «упускать»).

Углеводородные газы образуются при изменениях органического вещества не только под влиянием тепла недр, но также в результате биохимических и сопровождающих их физико-химических процессов. Такие процессы начинаются еще на ранних стадиях превращения органического вещества, в зоне омиттации. Однако газы, образовавшиеся

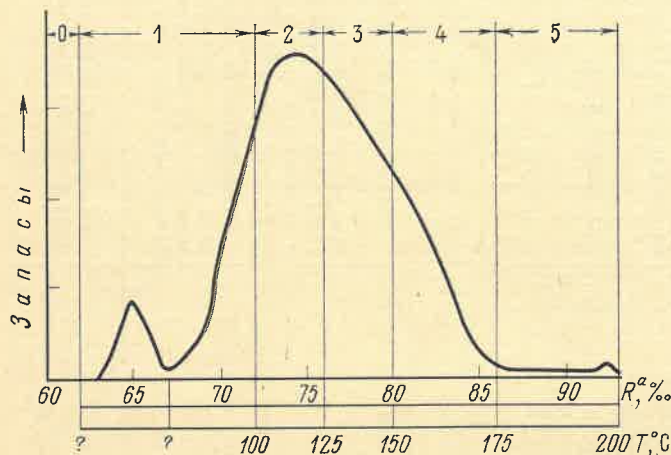


Рис. 2. Распределение запасов нефти СССР по интервалам палеотемператур (на примере Припятской впадины Урало-Поволжья, Днепровско-Донецкой впадины, Западно-Сибирской плиты, Восточного Предкавказья, Южного Мангышлака, Северного Устьурта, Северного Сахалина).

1—5 — интервалы палеотемператур по 25°, соответствующие подзонам табл. 5.

в зоне E, свободно мигрируя в пористой среде еще не измененных и слабо измененных осадков, уходят в атмосферу. Флюиды, поступающие из нижних зон, также редко образуют залежи углеводородов, обычно изменяясь под влиянием гипергенных факторов. Продукты этих изменений либо уходят в атмосферу, либо остаются в осадочных породах, образуя твердые органические вещества нефтяного ряда. Аккумуляция газов в этой зоне возможна при наличии мощных глинистых покрышек.

Положение зон палеотемператур непостоянно. При погружении осадочных отложений или активизации тепловых потоков изменяются соотношения между стратиграфическими и палеотемпературными границами: температурные зоны занимают более высокое положение и ранее менее нагретые толщи подвергаются воздействию более высокотемпературных потоков. При этом происходит генерация новых органических флюидов, мигрирующих и взаимодействующих с ранее образовавшимися углеводородами, соответственно геотермическим условиям недр.

При залегании нефтеносных горизонтов на породах, испытывавших ранее действие повышенных температур, нефть под давлением может частично мигрировать в коллекторы нижерасположенной приконтактной толщи осадочных, трещиноватых метаморфических и изверженных пород, образовав там залежи, что наблюдается на некоторых месторождениях: Советском (СССР), Орт (США), Аутжила (Ливия), Мара (Венесуэла).

Такие исключения не нарушают общей закономерности распределения залежей нефти по зонам палеотемператур. Анализ размещения

начальных геологических запасов нефти категорий А, В, С₁, заключенных в нефтеносных отложениях СССР, показал четкую связь между распределением запасов нефти в недрах и размещением зон и подзон палеотемператур. Эта связь выражается в следующем (см. рис. 2): а) запасы нефти распределяются в недрах по кривой с максимумом в интервале палеотемператур 100—150°С; б) в осадочных породах, испытывавших воздействие тепловых потоков до 175—200°С, запасы нефти значительно уменьшаются; в) в толщах, нагретых до температур больше 200°С, промышленные залежи нефти, как правило, отсутствуют.

Генераторы тепла. Как известно, тепло астеносферы распространяется повсеместно, а тепло магмы интрузий — локально. Чем меньше объем генератора тепла и чем быстрее он остывает, тем меньше суммарные тепловые потоки, прогревавшие нефтепроизводящие отложения, при прочих равных условиях.

Тепло астеносферы значительно изменяет осадочные отложения при их погружении в глубоких частях прогибов, синеклиз и авлакогенов. По мере их погружения в надпорядковых структурах органическое вещество изменяется на значительных площадях, в большом объеме пород, с образованием огромных масс органических флюидов, мигрирующих в выше расположенные геотермические зоны, где температура и давление снижаются, а активность миграции уменьшается. Связанные с этим крупные нефтегазоносные бассейны древних и молодых платформ, расположенные по периферии геосинклинальных областей, зон постплатформенного орогенеза и т. п., вероятно, образовались при миграции больших масс органических флюидов в результате изменения термобарических условий недр, опускания осадочных толщ и медленного прогревания большого объема осадков теплом астеносферы. В настоящее время такие нефтегазоносные бассейны на суше широко используются для добычи нефти.

Однако изменение термобарических условий недр происходило не только при опускании фундамента и увеличении мощности осадков, но и в результате внедрения интрузивов. Степень прогревания пород фундамента и чехла зависит от объема интрузивов, глубины их залегания, формы и состава. Под влиянием тепловых потоков от магмы интрузий здесь также, вероятно, образуются и мигрируют органические флюиды, что сопровождается формированием залежей нефти (Саксонский тектоген, Южный Мангышлак, Припятская впадина, Сибирская платформа).

Внимание нефтяников ФРГ привлекла Брамшерская интрузия [19], которая залегает на докембрийских породах в виде лакколита. Поперечник его около 50 км, глубина залегания кровли от дневной поверхности 6—8 км. Тепловой поток от интрузии значительно изменил вмещающие и вышележащие отложения (С₃, Р₂, Т, J и К) общей суммарной мощностью от 3,5 до 8 км. Верхнемеловые осадки, образовавшиеся после внедрения интрузии, остались неизменными. Палеоизотермы на карте имеют вид замкнутых концентрических линий с наибольшим поперечником в 120 км, соответственно влиянию теплового потока лакколита. Данные палеогеотермии и геофизики были использованы для прогноза положения плутона и поисков месторождений нефти и газа в зонах с палеотемпературой меньше 200°С.

В Жазгурлинской депрессии Южного Мангышлака [2] палеоизотермы и современные изотермы по подошве юрских и меловых отложений имеют замкнутые субэллипсовидные контуры, при этом от периферии к центру палеотемпература увеличивается от 100 до 240°С. Современный геотермический градиент здесь до 40°С/10³ м, а палеогеотер-

мический выше — около $70^{\circ}\text{C}/10^3$ м. Залежи нефти расположены вне контура палеоизотермы 180°C . Замкнутые контуры палеоизотерм и повышенные геотермические градиенты (современный и палео) указывают на прогревание осадочных пород Жазгурлинской депрессии тепловым потоком от слепого плутона, не остывшего до настоящего времени.

Локальный генератор тепла намечен Н. П. Гречишниковым [2] в результате палеогеотермических исследований в северной части Припятской впадины. Здесь замкнутые контуры палеоизотерм 100 , 125 и 150°C по кровле межсолевого комплекса девона оконтуривают площадь 30×100 км, внутри которой (а также в приконтурной ее части) расположены нефтяные залежи. Замкнутые контуры палеоизотерм, вероятно, обусловлены прогреванием пород слепым плутоном.

В кембрийские отложения осадочного чехла Сибирской платформы в конце палеозоя — начале мезозоя внедрились гипабиссальные интрузии диабазов мощностью до 100 м и больше. Залегая почти согласно с осадочными породами в виде силлов, они распространились на большой площади, охватывающей сотни тысяч квадратных километров. Исследование петрографических особенностей твердых нафтидов показало, что тепло магмы прогревало вмещающие породы в зоне мощностью до 200 м (в сумме вверх и вниз от силла) [2]. Здесь происходили изменения органических веществ и миграция углеводородов. При оптимальном соотношении в осадочных породах положения тепловых полей интрузий и ловушек могли образоваться залежи углеводородов промышленного значения, но вероятно, небольшие.

Можно предположить, что слепые интрузии имеются в фундаменте или породах чехла ряда нефтегазоносных бассейнов, однако они еще не выявлены геофизическими работами. Тепловое влияние таких интрузий может распространяться на десятки и сотни километров.

Геотермический градиент, палеогеотермический градиент и палеогеотермические несогласия. Распределение температур в недрах зависит не только от глубины залегания осадочных пород, но и от геотермического градиента. В результате бурения установлены области, где различные градиенты температур и соответственно различные современные температуры находятся на одинаковых глубинах и наоборот — одинаковые температуры на различных глубинах. Например, температура, равная 100°C , в Прикаспийской впадине отмечается на глубине около 4 км; в Южном Мангышлаке на той же глубине температура больше 190° ; в Западном Техасе (США) на глубине около 8 км температура 205° , а в штате Луизиана — 260°C . На различных глубинах (в интервале от $3,5$ до 7 км) в разных регионах установлена одинаковая температура — 170°C : Предкавказье, Южный Мангышлак, Прикаспийская впадина (СССР) и Техас (США).

Различные значения современного геотермического градиента осадочных пород — это результат влияния ряда факторов; основные из них: состояние астеносферы, мощность литосферы, интрузии, теплопроводность горных пород, стадия остывания последних.

Мощность литосферы на территории СССР различна. В связи с этим изменяются размах вертикальных интервалов температур и мощность геотермических зон осадочных толщ. Чем меньше мощность литосферы, тем геотермический градиент выше, а интервалы температур и мощность геотермических зон стратисферы меньше. Внедрение интрузий повышает геотермический градиент, а увеличение теплопроводности пород, при прочих равных условиях, наоборот, снижает его.

В решении вопроса о перспективах на нефть и газ глубоких горизонтов имеют значение палеогеотермические несогласия [5], которые

наблюдаются при залегании молодых отложений на размытой поверхности древних толщ, ранее испытывавших действие более сильных тепловых потоков. Палеогеотермические несогласия возникают в том случае, если уже литифицированный участок земной коры под действием тектонических движений выводится из зоны высоких температур в зону с меньшими температурами, вплоть до выхода на дневную поверхность. Последующая смена знака движения приводит к новому осадконакоплению и погружению их на глубину, а, следовательно, к соответствующему преобразованию под влиянием температуры и давления. Если при вторичном погружении осадки не оказываются в более жестких термобарических условиях, чем те, в которых ранее были подстилающие отложения, то по их контакту образуется палеогеотермическая граница, разделяющая в различной степени термогенетически преобразованные породы, лежащие ниже и выше поверхности размыта. Кроме того, палеогеотермические несогласия могут возникнуть в результате действия тепловых потоков интрузий, остывших раньше последующего седиментогенеза. При этом не обязательны размыты поверхности древних толщ.

Палеогеотермический градиент отличается от современного не только величиной (обычно он больше), но и прерывистостью, обусловленной тем, что в разновозрастных осадочных породах, неодинаковых по термогенетической превращенности, палеогеотермический градиент характеризует результаты действия нескольких различных тепловых потоков, в то время как современный геотермический градиент характеризует действие одного теплового потока недр. Это наблюдается при наличии палеогеотермических несогласий, когда более молодые тепловые потоки были меньше предыдущих. Палеогеотермический градиент — прирост палеотемператур на 100 или на 1000 м стратиграфической глубины в горных породах между двумя палеогеотермическими несогласиями.

На рис. 3 приведена форма представления результатов определения по керну скважин показателя отражения витринита, палеотемператур, современных температур и палеогеотермического несогласия. Геотермический градиент здесь около 17°C , а палеогеотермический градиент от кровли юрских отложений до подошвы триасовых — около 24°C ; палеогеотермическое несогласие — около 70°C .

В заключение можно сделать следующие выводы.

1. Исследование твердых включений органического вещества пород с количественной характеристикой стадий его превращенности оптическими методами рекомендуется проводить для изучения палеогеотермии осадочных пород. Палеогеотермический анализ позволяет получить данные по метаморфизму органического вещества и эпигенезу вмещающих отложений. Результаты этого анализа помогут выявить распределение палеотемператур в осадочном чехле платформ, на консолидированном основании и в породах фундамента, уточнить характеристики этапов предыстории и истории формирования нефтегазоносных бассейнов.

2. Возникновение и перемещение зон палеотемператур в осадочных породах, вероятно, обуславливает образование соподчиненной системы генерации, миграции и аккумуляции органогенных флюидов, необходимой в целом для формирования залежей нефти.

3. С целью поисков нефтегазоносных бассейнов в новых, а также в слабо исследованных регионах развития нефтематеринских свит следует определять положение зон генерации, миграции, аккумуляции и рассеивания органогенных флюидов на основе палеогеотермического анализа.

4. Изучение причин неодинакового палеогеотермического градиента, наблюдаемого в различных регионах, а также причин колебания разницы между современными и палеотемпературами расширит возможность познания закономерностей размещения залежей нефти и газа.

5. Палеогеотермический критерий следует использовать при выделении на картах и разрезах зон, малоперспективных по нефтеносности.

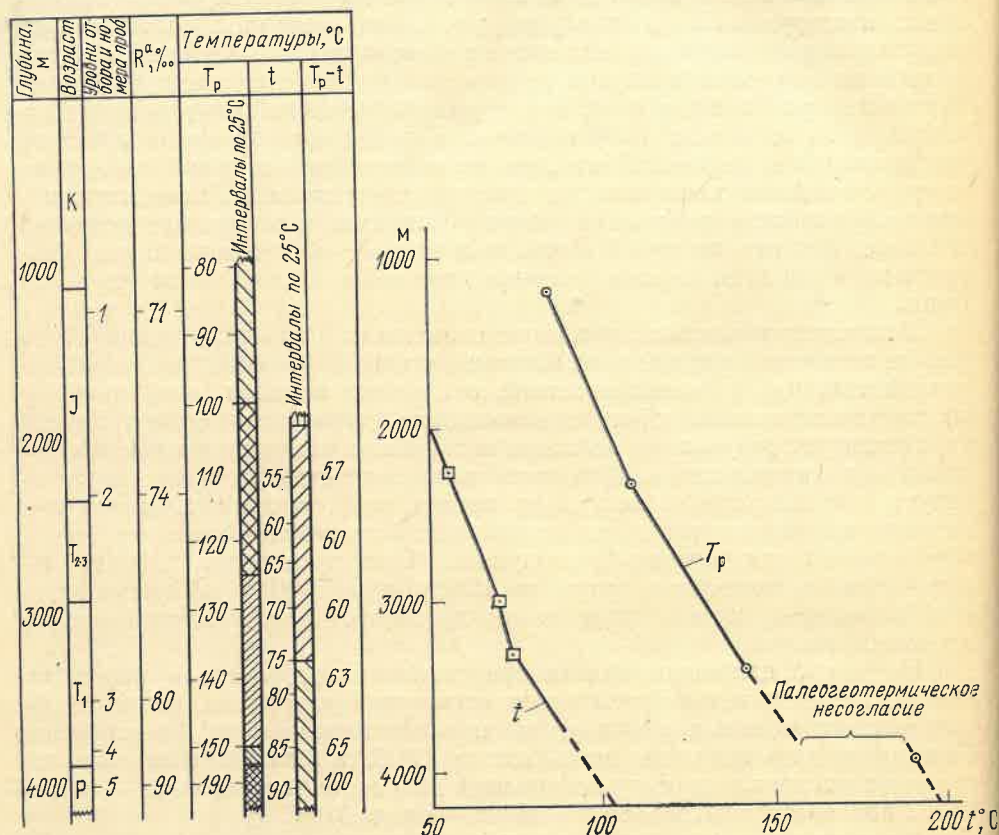


Рис. 3. Изменение температур осадочных пород по скважине с глубиной и во времени (рекомендуемая форма представления данных по скважине)
T_p — палеотемпературы; t — современные температуры

6. Палеогеотермический анализ рекомендуется также применять для выявления типов генераторов тепла и определения ширины зоны их активного действия в связи с нефтегазоносностью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Аммосов И. И. Основы петрологии битуминитов. — Химия твердого топлива, 1973, № 2, с. 13—23.
- Аммосов И. И., Горшков В. И., Гречишников Н. П. Палеотемпературы преобразования нефтеносных отложений. М., Наука, 1979.
- Вассоевич Н. Б. Принципиальная схема вертикальной зональности в генерации углеводородных газов и нефти. — Изв. АН СССР. Сер. геол., 1974, с. 123—135.
- Вассоевич Н. Б. Современные проблемы геологии нефти и газа. М., Изд. МГУ, 1978.
- Гречишников Н. П. Палеогеотермические несогласия. — Изв. вузов. Геология и разведка, 1975, № 4, с. 35—38.
- Карцев А. А. О зависимости состава нефтей от степени катагенеза вмещающих отложений. — Изв. АН СССР. Сер. геол., 1976, № 10, с. 125—127.

- Конторович А. Э., Изосимова А. Н., Трушков П. А. Масштабы и особенности процессов нефтегазообразования и нефтегазоаккумуляции в зоне катагенеза. Новосибирск, 1974 (Тр. СНИИГИМС, вып. 193).
- Крылов Н. А. Геологические критерии выделения нефтепроизводящих свит. Обзорная информация. М., ВНИИОЭНГ, 1979, с. 1—32.
- Неручев С. Г. К изучению главной фазы нефтеобразования. — В кн.: Современные проблемы геологии и геохимии горючих ископаемых. М., Наука, 1973, с. 43—48.
- Ровнина Л. В., Родионова М. К., Садовникова Т. К. Комплексные исследования стратиграфии юры и нижнего мела Западной Сибири. М., Наука, 1978.
- Alpern B. Petrographie de la matiere organique des sediments, relations avec la paleotemperature et le potentiel petrolier. — Centr. Nation. de la Recher. Scientif. Paris, 1973.
- Bostick N. H. Microscopic measurement of the level of catagenesis of solid organic matter in sedimentary rocks to aid burial temperatures—a review. — US Geol. Survey. Denver. SERM, 1979, N 26, p. 17—43.
- Correia M. Relations possibles entre l'état de conservation des éléments figurés de la matiere organique et l'existence de disements d'hydrocarbures. — Rev. Inst. franc. Pétr., 1967, N 9, p. 1285—1306.
- Gijzel P. Recent developments in the application of quantitative fluorescence microscopy in palynology and palaeobotany. — Annales des Mines de Belgique, INIEX, Liege, 1978, liv. 7—8, p. 835—851.
- Hood A., Guljahr C. C. M., Heacock R. I. Organic metamorphism and the generation of Petroleum. — Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., 1975, N 59, p. 986—996.
- Jacob H. Petrologie von Asphaltiten und asphaltischen Pyrobitumene. Erdol — Kohle, 1967, N 20, 25—29.
- Raynoud I.-F., Robert P. Les méthodes d'étude optique de la matiere organique. — Bull. Centre Rech. Pau—SNPA, 1967, N 1, p. 109—127.
- Robert P. Etude petrographique des mi tiers organiques insolubles par la mesure de leur pouvoir reflecteur. — Rev. Inst. franc. Petr. 1967, N 2, p. 105—136.
- Stachs Textbook of Coal Petrology/E. Stach, M.—Th. Mackowsky, M. Teichmuller, G. H. Taylor, D. Chandra, R. Teichmuller. — Gebruder Borntraeger. Stuttgart, 1975.
- Teichmuller M., Wolf M. Application of fluorescence microscopy in coal petrology and oil exploration. — Journ of Microscopy, 1977, N 1, p. 49—73.

УДК 553.495 : 551.242.51

Я. Д. ГОТМАН, А. К. МИГУТА, Э. В. ПЕТРОСЯН,
А. К. ПРУСС, А. О. СМЛКСТЫН (Мингео СССР)

Главные типы урановых месторождений щитов докембрийских платформ

Кристаллические щиты докембрийских платформ издавна рассматривались как области, содержащие значительные ресурсы урана. Еще в начале сороковых годов на Канадском и Южно-Африканском щитах были известны богатые и достаточно крупные по тем временам месторождения (Порт-Радий, Шинколобе), поставлявшие большую часть добываемого урана. Работы последующих десятилетий привели к открытию урановых и золото-урановых месторождений в протерозойских конгломератах Канадского и Южно-Африканского щитов, в полевошпатовых метасоматитах зон долгоживущих разломов на Канадском и других щитах. В начале семидесятых годов были выявлены уникальные по масштабам урановые месторождения Северной Австралии, что превратило Австралийский щит в одну из крупных урановорудных провинций.

В настоящее время месторождения докембрийских щитов играют важную роль в балансе мировых запасов урана. Только в капиталистических и развивающихся странах из общих запасов урана, оцениваемых в 4 млн. т, на долю докембрийских щитов и массивов приходится 1,6 млн. т, а из разведанных промышленных запасов, составляющих 1250 тыс. т, в них сосредоточено более половины [6].

Урановые месторождения докембрийских щитов весьма разнообразны и обладают специфическими особенностями, что обусловлено своеобразием и длительностью истории развития этих наиболее древних структурных элементов земной коры. Важнейшей чертой уранового рудообразования в докембрии явилось накопление урана в протогеосинклинальных бассейнах. Бескислородная восстановительная обстановка раннепротерозойского времени, резко повышенное содержание углекислоты в атмосфере и морской воде, низкая соленость последней предопределили своеобразие осадков, представленных хемогенными железисто-кремнистыми, доломитовыми, марганцевыми образованиями, а также возможность накопления крупных концентраций россыпного уранинита в прибрежно-морских условиях. Широкое развитие уран- и золотосодержащих конгломератов, а в ряде случаев графитовых черных сланцев было началом интенсивного осадкообразования после формирования преимущественно вулканогенных толщ архея. Смена физико-химических условий поверхностных частей земной коры, связанная с появлением в атмосфере свободного кислорода и развитием биогенных процессов, привела к массовому осаждению в морских водоемах ряда металлов, в том числе и урана. Этим, очевидно, обусловлено, что нижнепротерозойские, а также вендские и нижнепалеозойские геосинклинальные толщи содержат огромные количества рассеянного урана, который впоследствии мог неоднократно перераспределяться и концентрироваться разными способами.

Еще одной особенностью докембрия является широкое многофазное проявление метаморфизма и ультраметаморфизма вплоть до образования гнейсов, мигматитов и гранитов. Хотя гранитизация известна и в архее, наиболее поздние ее стадии, характеризующиеся привнесением калия, кремния и радиоактивных элементов, типичны для протерозоя, когда формировались лейкократовые микроклиновые (в том числе реоморфические) граниты. Уран, привносимый в ходе гранитизации, сопровождал и постгранитизационные щелочно-метасоматические образования (пегматиты, микроклин-плагноклазиты, альбититы), масштабность проявления которых несравненно выше, чем в любую эпоху истории Земли.

Эндеогенные урановые месторождения часто располагаются в зонах смещения фемического типа земной коры сиалической, т. е. в периферических частях областей резуплотнения, выраженных глубокими гравитационными минимумами. Эти зоны обычно сопровождаются долгоживущими разломами (сдвигающими поверхность Мохоровичича). Для докембрийских щитов зонам таких межблоковых и внутриблоковых разломов принадлежит решающая роль в размещении урановых провинций и месторождений. Разломы фундамента характеризуются исключительной длительностью развития: они были заложены в виде ослабленных зон, как правило, еще до основной складчатости и во многом определяют области проявления ультраметаморфических, магматических, дислокационно-метаморфических и гидротермально-метасоматических процессов вплоть до эпох мезозойской и современной активизации. С этими процессами несомненно были связаны неоднократный привнос и перераспределение урана, приводившие к образованию рудных концентраций.

Наиболее древними тектоническими элементами разломов являются архейско-протерозойские зоны смятия и будинажа, ортогектиты, пегматоиды, а также бластомилониты и бластокатаклазиты, возникшие в условиях преимущественно пластических деформаций. Размещение более поздних продуктов протерозойской и фанерозойской активизации, в том числе гидротермально-метасоматических образований и руд, в

значительной степени определяется особенностями внутреннего строения и морфологии зон древних тектонитов. Огромная протяженность последних по простиранию (десятки и даже первые сотни километров) и на глубину (не менее 3—4 км) обуславливает весьма крупные масштабы развивающегося в таких структурах уранового оруденения.

С магматизмом зон фанерозойской активизации щитов нередко бывает связано урановое и торий-урановое оруденение. Здесь наряду с щелочноземельными породами типа диорит-порфиритов, авгитовых и роговообманковых сиенитов, лампрофиров в большей степени, чем в активизированных геосинклинально-складчатых областях, проявлены магматические формации щелочно-калиевого ряда (щелочные, нефелиновые, псевдолейцитовые сиениты и их вулканогенные аналоги). Повышенная калиевая щелочность этих пород, по-видимому, обусловлена удаленностью областей активизации щитов от геосинклиналей и длительным тектоническим покоем, предшествовавшим процессу тектономагматической активизации, что благоприятствовало магматической дифференциации и накоплению калия в глубинных очагах. С калиевой специализацией интрузий, очевидно, связана и интенсивность предрудного калиевого метасоматоза в некоторых урановых месторождениях, возникших в период фанерозойской активизации щитов.

Многочисленность перемещения и перераспределения урана в длительной геологической истории докембрийских щитов, начиная от формирования архейского субстрата и кончая образованием на поверхности фундамента молодых впадин, определила и многоэтапность создания значительных рудных концентраций. При этом достаточно четко выделяется несколько главных эпох уранового рудообразования.

Наиболее ранним возрастом (2400—2300 млн. лет) датируется первичное накопление урана, часто с золотом, в конгломератах, реже — в графитовых сланцах. Возрастом около 2000 млн. лет обладают концентрации урана в постгранитизационных калий-кремниевых метасоматитах. Важнейшими эпохами уранового рудообразования являются интервалы времени 1800—1600 и 1000—850 млн. лет. Месторождения этого возраста распространены чрезвычайно широко на многих щитах, и возникли главным образом в связи с процессами протоактивизации. С фанерозойской активизацией щитов связаны как крупные накопления ураносодержащих минералов (ловчоррит, пирохлор и др.) без образования существенных собственно урановых месторождений (около 400 млн. лет), так и формирование урановых месторождений в эпоху 150—130 млн. лет.

В древних (поздний палеозой—мезозой) линейно-площадных корях выветривания известны концентрации урана, связанные с многоэтапным формированием зоны цементации (вторичного обогащения и, возможно, метаморфизма) по жильным или убогим метасоматическим рудам. Наконец, возраст менее 1 млн. лет характерен для гидrogenных урановых накоплений, возникших в результате разрушения первичной урановой минерализации разных типов. Некоторые месторождения в щитах одноактные, т. е. урановые минералы в них формировались в узком временном интервале, другие — разновременные; гипогенные процессы пространственно совмещены, и для рудной минерализации характерно несколько значений абсолютного возраста.

Перечисленные особенности уранового рудообразования послужили основой для типизации урановых месторождений докембрийских щитов. В таблице выделено пять групп промышленных типов месторождений: полигенные стратиформные в протогеосинклинальных образованиях, метасоматические завершающих этапов гранитизации, гидротермально-метасоматические в областях протоактивизации, гидротермаль-

Главные типы урановых месторождений щитов докембрийских платформ

Промысленный тип	Геоструктурная позиция	Состав и возраст вмещающих пород	Тип рудоконтроля	Эпигенетические изменения вмещающих пород
Золото-урановый и урановый в метаморфизованных конгломератах и песчаниках	Прибортовые области крупных прогибов, развивающихся в нижнем протерозое на архейском основании в краевых частях щитов	Кварцево-галечные конгломераты, реже кварциты и грубозернистые песчаники (PR ₁)	Базальные слои и залегающие на поверхностях несогласия горизонты грубообломочных пород трансгрессивных серий, располагающихся на архейском фундаменте	Незначительная альбитизация, серицитизация, биотитизация, хлоритизация в наложенных разломных структурах
Урановый с золотом или кобальтом в карбонатно-магнезиальных метасоматитах в толщах с графитсодержащими сланцами	Зоны сочленения тектонических блоков; поверхности несогласия	Кварц-полевошпат-биотитовые, графитовые сланцы с горизонтами мраморов (PR ₁), магнезиальные доломиты, слюдястые графитовые сланцы (PR ₃)	Зоны крупных продольных разломов, разделяющие разновозрастные тектонические блоки	Хлоритизация, доломитизация, образование магнезита, слабое окварцевание, альбитизация (?)

Метасоматические завершающих

Торий-урановый в пегматитах	Области протективизационных и других проявлений реоморфических гранитов	Эндо- и особенно экзоконтакты гранитных массивов, амфиболиты и мигматиты по разным догранитизационным породам (AR—PR ₁)	Зонально-блоковые пегматитовые жилы в разломах	Гидротермальное замещение (кальцит, флюорит, сподумен и др.) пегматитов
Урановый и торий-урановый в кремний-калиевых метасоматитах	Зоны региональной микроклинизации на границах тектонических мегаблоков	Пегматиты среди останцов графитовых или пироксеновых гнейсов, мигматиты по амфиболитам (AR—PR ₁)	Региональные зоны разломов с интрагранитизационными и более поздними подвижками	Регенерация биотита и пироксена, развитие мелкозернистого серицит-молибденитового агрегата в контактах пегматоидов

Главные типы урановых месторождений щитов докембрийских платформ

Рудолокализирующие структуры	Главные минералы руд	Геохимические ассоциации	Текстурно-структурные особенности руд, морфология и размеры рудных залежей	Абсолютный возраст оруденения, млн. т
Структурный контроль неясен, отмечается приуроченность к грубообломочным фациям повышенной мощности	Браннерит, уранинит, монацит, тухолит, пирит, пирротин, самор. золото, циртолит, рутил, анатаз	U—Th—Au—Zr—TR	Сложно построенные эшелонированные пластовые залежи мощностью в первые метры и протяженностью в километры с вкрапленной, редко прожилковой минерализацией в цементе грубообломочных пород	2200—1800, 1200—900, 600
Участки максимальных расщеплений, трещиноватости и дробления, обычно на пересечениях пограничных разломов с секущими продольными и поперечными разрывами и в резких изгибах складок	Уранинит, настуран, самор. золото, сульфиды железа, свинца, меди, сульфиды и селениды кобальта и никеля	U—Au, U—Ni—Co—Cu—Mo—Au—Se	Вкрапленно-прожилковые, прожилковые и сплошные руды, образующие крупные стратиформные тела сложных очертаний и линзовидные залежи	2700—1800, 980—870, 680—580

этапов гранитизации

Висячие бока пегматитовых жил у контакта с вмещающими породами	Уранинит, эвксенит, ураноторит, пироксид, бетафит, реже титанотанталониобаты	U—Th—Ta—Nb—TR—Be	Крупные вкрапленники, реже вкрапленные руды, образующие неправильной формы залежи	2200 и моложе в зависимости от возраста гранитов
Части протяженных пегматоидных поясов в благоприятных породах	Уранинит, монацит, молибденит, реже апатит, сульфиды, турмалин	U—(Th)—Mo—TR—(Bi)	Вкрапленное оруденение в виде вытянутых линз вдоль пегматоидных зон	2200—2100

Промышленный тип	Геоструктурная позиция	Состав и возраст вмещающих пород	Тип рудоконтроля	Эпигенетические изменения вмещающих пород
„Порфировый“	Зоны региональной гранитизации и пегматоидообразования в областях позднедокембрийской складчатости	Интенсивно дислоцированные метаморфизованные терригенно-хемогенные толщи (PR ₃)	Площадное развитие аляскитовых гранитов и пегматоидов	Незначительная перекристаллизация темноцветных минералов метаморфических пород на контактах с гранитоидами

Гидротермально-метасоматические

Урановый в карбонатно-натриевых метасоматитах долгоживущих разломов	Крупные районы разуплотнения в протоплатформенных блоках в центральных частях щитов	Кварц-плагиоклаз-биотитовые и амфиболовые гнейсы, железистые кварциты, роговики, мигматиты, граниты (PR ₁)	Крупные межблоковые и внутриблоковые зоны долгоживущих субмеридиональных разломов	Альбитизация, хлоритизация, рибекитизация, эгиринизация, гематитизация, карбонатизация, флогопитизация, эпидотизация
Урановый жильный с никелем, кобальтом, серебром, мышьяком	Нижнепротерозойская складчатая область в обрамлении протоплатформенного блока в окраинной части щита	Метаморфизованные глинисто-кремнистые породы, известняки, эффузивы и туфы среднего состава (PR ₁)	Зоны продольных глубинных разломов, разделяющих разнородные блоки докембрийского фундамента	„Фельдшпатизация“ (?), гематитизация, окварцевание, аргиллизация, хлоритизация

Гидротермально-метасоматические в областях

Золото-урановый в пирит-карбонат-калишпатовых метасоматитах	Антиклинорные гранито-гнейсовые куполовидные структуры, превращенные в мезозое в сводово-горстовые поднятия	Гранитизированные кристаллические сланцы основного состава (биотит-гиперстеновые, диопсид-амфиболовые), мигматиты, плагиограниты и лейкократовые граниты (AR—PR ₁₋₂)	Зоны крупных долгоживущих (PR—MZ) разломов в поднятых блоках фундамента	Альбит-хлорит-серицитовые и пирит-карбонат-калишпатовые метасоматиты
---	---	--	---	--

Продолжение табл.

Рудокализующие структуры	Главные минералы руд	Геохимические ассоциации	Текстурно-структурные особенности руд, морфология и размеры рудных залежей	Абсолютный возраст оруденения, млн. т
Многочисленные мелкие и средние по размерам тела гранитов и пегматитов	Уранинит, бетафит, циркон, монацит, молибденит, сульфиды, редко флюорит	U—Th—TR—(Zr)—Mo	Тонковкрапленные руды, образующие тела сложной конфигурации	510

в областях протоактивизации

Зоны и участки объемного катаклаза вдоль отдельных ветвей долгоживущих разломов и опояривающих их нарушений, узлы разломов, ослабленные зоны в сорванных крыльях флексурных складок	Браннерит, уранинит, коффинит, настуран, ненадквит, малакон, апатит	U—Pb—V (Be—Zr)—Ti	Вкрапленные и вкрапленно-прожилковые руды, образующие плитообразные залежи, линзы, тела сложной конфигурации	1750±100
Серии крутых ветвящихся зон трещиноватости	Настуран, гематит, кварц, арсениды Ni и Co, самородные Ag и Bi	U—Ni—Co—Ag—Bi—As	Массивные прожилковые руды в виде протяженных жил и штокверков	1770—1445

позднедокембрийской и фанерозойской активизации

Участки максимальной гетерогенности зон древних тектонитов, наследуемых мезозойскими разрывами, изгибы зон по падению и простиранию, места сочленения разнонаправленных разрывных нарушений	Браннерит, золотосодержащий пирит, резко подчиненно коффинит	Au—Ag—As—Ti—V (в предрудных метасоматитах); U—Pb—Y, Yb—W (в рудных брекчиях и прожилках); Cu—Pb—Zn—As, Ti—V, на отдельных участках Mo (в предрудных и пострудных жилах)	Тонкопрожилковые и брекчиевые, редко вкрапленные руды, образующие плитообразные залежи и линзы	150—130
---	--	---	--	---------

Промышленный тип	Геоструктурная позиция	Состав и возраст вмещающих пород	Тип рудоконтроля	Эпигенетические изменения вмещающих пород
Торий-урановый в щелочных интрузиях	Вулкано-плутонические массивы в фундаменте активизированных частей щитов	Нефелиновые псевдолейцитовые сиениты и их вулканогенные аналоги, фойяиты, тингуайты, луавриты (PR ₃ , PZ, MZ)	Вулкано-плутонические массивы в узлах пересечения глубинных разломов фундамента	Калишпатизация, эгиринизация, окварцевание, флюоритизация, аргиллизация

Гидрогенные в наложенных

Урановый в калькретах	Эрозионные впадины на древнем щитов	Молодые нелигифицированные осадки: пески, глины, известковистые образования — калькреты	Литологическая связь с калькретами	Дорудная гипергенная карбонизация, связанная с направленным движением вод в условиях аридного климата
Урановый в песчано-углистых отложениях	Палеодолины третичного, реже юрско-мелового возраста	Буроугольные пески с линзами бурых углей и буроугольных глин	Верховья палеодолин, боковые отвержки	Плохо выработанное окисление (пожелтение) песков вблизи рудных залежей

но-метасоматические в областях позднедокембрийской и фанерозойской активизации, гидрогенные в наложенных и эрозионных впадинах фундамента.

Полигенные стратиформные месторождения в протогеосинклинальных образованиях. К первой группе отнесены сложные и длительно формировавшиеся месторождения, в которых первичная концентрация урана происходила в протогеосинклинальных бассейнах протерозойского возраста в ходе седиментационных и диагенетических процессов. Промышленное оруденение возникает позднее, в результате неоднократного перераспределения урана, обусловленного разнообразными геологическими явлениями — метаморфизмом, ультраметаморфизмом, тектоно-магматической активизацией. Это, в частности, подтверждается и значительным разбросом значений абсолютного возраста урановой минерализации. В эту группу входят уникальные по масштабам месторождения, среди которых можно выделить два основных типа.

К первому типу относятся урановые и золото-урановые месторождения в метаморфизованных конгломератах и песчаниках, основными представителями которых являются Блайнд-Ривер (Канада) и Витватерсранд (ЮАР). К этому же типу принадлежат более мелкие проявления Квебека (Канада), Жакобина (Бразилия), Паукканеваара (Финляндия) и некоторых районов Советского Союза.

Все перечисленные рудные районы располагаются в областях выхода на поверхность архейского фундамента. Оруденение локализуется

Продолжение табл.

Рудолокализирующие структуры	Главные минералы руд	Геохимические ассоциации	Тектурно-структурные особенности руд, морфология и размеры рудных залежей	Абсолютный возраст оруденения, млн. т
Зоны дробления и трещиноватости в центральных частях дифференцированных щелочных интрузий	Фосфат Th и Y, уранинит, коф-финит, настуран, ураноторианит, монацит, циркон, стенструпин, пироксид	Th—TR—P—U, U—Th—Nb—Be—Zr, U—Th—Zr—Mo	Линзообразные тела с вкрапленными и брекчиевыми рудами	1000, 120—80
Зоны калькретов в системах сухих русел (или палеорусел)	Карнотит	U—V	Вкрапленные и сплошные карнотитовые руды в пористых и кавернозных калькретах	Не старше верхнего неогена
Водопроницаемые песчаные толщи, реже их контакты с буроугольными глинами	Сорбция на углеродистом веществе и глинистых минералах, редко настуран	Следы Mo	Субгоризонтальные пласты с рассеянным оруденением	1—0,1

в слабо дислоцированных и метаморфизованных протерозойских отложениях, залегающих с резким угловым несогласием на архейском фундаменте в прибортовых частях крупных впадин [8]. Рудовмещающие толщи имеют мощности до нескольких тысяч метров; в их составе преобладают грубокластические терригенные олигомиктовые породы. Оруденение связано именно с такими грубокластическими горизонтами и рассредоточено в значительном стратиграфическом интервале, хотя в месторождениях района Блайнд-Ривер основные промышленные залежи четко локализованы в базальных горизонтах терригенной толщи.

В рудоносных протерозойских отложениях широко проявлены разрывные нарушения, осложняющие простые по форме пликативные структуры. В то же время какой-либо структурный контроль оруденения для этого типа месторождений остается неясным.

Рудная минерализация практически полностью связана с цементом конгломератов и гравелитов. Главными рудными минералами месторождений района Блайнд-Ривер являются браннерит, уранинит и монацит; в южноафриканских месторождениях развиты уранинит, тухолит и более поздняя урановая смолка. Для промышленных руд характерна ассоциация с сульфидной минерализацией, прежде всего с пиритом.

Помимо урана, руды содержат торий, золото, цирконий, редкие элементы. При этом количества золота и тория могут колебаться в широких пределах — от ничтожных до промышленных. Так, урановые руды района Блайнд-Ривер, содержащие в среднем 0,1% урана, характери-

зуются содержанием золота 0,56—0,85 г/т. В золото-урановых месторождениях ЮАР содержание золота достигает 111 г/т, тогда как количество урана колеблется от 0,013 до 0,05%.

Ко второму типу отнесены урановые с золотом или кобальтом месторождения в карбонатно-магнезиальных метасоматитах [3], локализованных в толщах с графитсодержащими сланцами. Главными представителями этого типа являются месторождения Аллигейтор-Риверс (Сев. Австралия) и Шинколобве (Заир).

Основной чертой оруденения района Аллигейтор-Риверс является стратифицированная позиция месторождений: расположение подавляющего их числа в нижнепротерозойских метаосадочных геосинклинальных образованиях при максимальной концентрации оруденения в средней части разреза нижнего протерозоя, содержащей горизонты графитовых сланцев. Рудный район находится в области контакта раннепротерозойских геосинклинальных комплексов и платформенных отложений среднего протерозоя, осложненной крупными разломами, которые пересекают как геосинклинальные, так и платформенные образования. Эти долгоживущие малоамплитудные разломы, заложенные в нижнепротерозойское время и подновленные в среднем протерозое, представлены мощными зонами рассланцевания, будинажа, милонитами, брекчиями, телами пегматоидов. С зонами разломов пространственно связаны серии долеритовых даек, карбонатно-магнезиальные метасоматиты, проявленные интенсивной хлоритизацией, доломитизацией, образованием магнезита, при подчиненном развитии окварцевания и слабой альбитизации, а также окисное урановое оруденение. В рудах устанавливается постоянная примесь золота, потенциально представляющего промышленный интерес.

Таким образом, для месторождений района Аллигейтор-Риверс характерны четкий стратиграфо-литологический и структурный контроль, а также многоэтапность рудообразующего процесса, фиксирующаяся локализацией оруденения в долгоживущих разломах, их связью с метасоматитами, наложенными не только на геосинклинальные образования нижнего протерозоя, но и на среднепротерозойские отложения, существенным разбросом данных изотопного определения абсолютного возраста руд.

Близкими геологическими особенностями обладают Шинколобве и некоторые другие месторождения Медного пояса Заира и Замбии. Урановое оруденение здесь также обнаруживает определенную стратиграфическую приуроченность и локализуется в литологически сходной с районом Аллигейтор-Риверс кремнисто-карбонатной толще, содержащей графитовые сланцы. При достаточно отчетливом структурном контроле оруденение характеризуется грубосогласным залеганием жильобразных и линзовидных рудных тел. Широкое проявление хлоритизации и наличие в рудоносной структуре гидротермальных магнезитов позволяет предполагать развитие здесь предрудного карбонатно-магнезиального метасоматоза. Отличия же в вещественном составе руд обусловлены, очевидно, положением месторождения в пределах медно-кобальтовой провинции.

Метасоматические месторождения завершающих этапов гранитизации. К названной группе относятся урановые и торий-урановые месторождения, связанные с пегматитами или пегматоидами, в той или иной степени подвергшимися калий-кремниевому метасоматозу (автометасоматозу), при определенной роли вмещающих пород. Так, среди широко распространенных гранитных пегматитов урановое оруденение, как и редкометальное, встречается лишь в сложных дифференцированных, зонально-блоковых пегматитах, особенно в жилах, удаленных от

материнских гранитных массивов или полей гранитизации. Такие пегматиты линии скрещения размещены в амфиболитах вблизи их переходов в известняки (Банкрофт, Канада). Урановое оруденение тяготеет к краевым дробленным частям жил и представлено уранинитом, ураноторитом, ториянитом. В сложных пегматитах чистой линии, расположенных в эндо- и экзоконтактах гранитных массивов, а также в щелочных пегматитах, наряду с редкометальным или пироклор-цирконовым оруденением имеются редкоземельные титано-тантало-ниобаты.

Ввиду неравномерного распределения урана разрабатываются лишь пегматиты типа Банкрофт, где его содержание в рудах колеблется от 0,005 до 1%, а запасы по отдельным месторождениям не превышают 600—1000 т. Во всех других случаях торий-урановые пегматиты могут рассматриваться только как объект попутной добычи урана.

Более существенное значение могут иметь калий-кремниевые урановые метасоматические пегматоиды (СССР) и так называемые гранитные мигматиты (Шарлебуа, Канада). Возникновение этого типа оруденения непосредственно связывается с конечной (калиевой) стадией метасоматической гранитизации. Наиболее часто пегматоидные пояса развиваются вблизи зон долгоживущих глубинных разломов, имеющих пространственную связь с областями протоактивизации и, вероятно, предвещающих ее возникновение. В этих тектонически напряженных зонах протяженные пояса пегматоидов местами подвергаются милонитизации и повторному калий-кремниевому метасоматозу. На участках пересечения пегматоидами крупных останцов пироксеновых или графитовых гнейсов в полях роговообманковых мигматитов повторный метасоматоз проявлен наиболее четко, и здесь развивается наложенная уранинитовая минерализация, образующая серии линейно вытянутых рудных тел.

Промышленное значение имеют так называемые порфировые месторождения прожилково-вкрапленных и вкрапленных бедных руд в гранитоидах. Представителем этого типа является месторождение Россинг (Намибия) в краевой части Южно-Африканского щита [5]. Здесь чередующиеся и взаимопереходящие метаморфизованные и интенсивно дислоцированные зернистые кварциты, мраморовидные известняки, кварц-биотитовые кристаллические сланцы и конгломераты густо насыщены аляскитовыми биотитовыми письменными гранитами и многочисленными телами пегматитов. В кварц-полевошпатовых, почти без темноцветных, гранитоидах и пегматоидах развита тонкая вкрапленность уранинита как в виде самостоятельных зерен, так и в виде включений в кварце, полевоом шпате и биотите. Оруденение образует тела сложной конфигурации размерами в поперечнике до 700 м, обладающие средним содержанием 0,04% урана. Возможность открытой (карьерной) добычи и крупные запасы позволяют вести рентабельную разработку месторождения.

Гидротермально-метасоматические месторождения в областях протоактивизации. Эта группа объединяет месторождения, возникающие в результате процессов протоактивизации в докембрийское время в уже стабилизировавшихся областях. Они, как правило, связаны с крупными разломами, заложенными в виде ослабленных зон еще в период становления фундамента и подновленными после его стабилизации. Разломы, по-видимому, имеют глубинный характер; во всех рудных районах проявлены дайковые интрузии основного состава.

В качестве ведущих можно выделить два типа месторождений. К первому относятся урановые месторождения в карбонатно-натриевых метасоматитах, известные в СССР. Они связаны со сложно построенными региональными зонами долгоживущих разломов, в строении

которых выделяются древние элементы, сформировавшиеся в процессе становления фундамента (зоны смятия, будинажа, линейно-вытянутые тела анатектоидных гранитов, пояса пегматитов, зоны бластомилонитов и бластокатаклазитов), и элементы, возникшие при более поздних хрупких деформациях (зоны катаклазитов, милонитов и брекчий, сопровождающиеся зеленосланцевыми диафторитами и натриевыми метасоматитами, минерализованные зоны дробления и трещиноватости). Урановая минерализация, представленная вкрапленными и вкрапленно-прожилковыми выделениями браннерита, уранинита, коффинита, ненадквита и настурана, обычно локализована в центральных частях метасоматических тел, образовавшихся в ослабленных зонах на участках осложения складчатости и в зонах объемного катаклаза вдоль отдельных ветвей разломов и оперяющих их структур.

Аналогичный характер имеют месторождения района Арьеplug в Швеции на Балтийском щите, где вкрапленная и жильная минерализация, представленная окислами урана, приурочена к разломам и связана с зонами предрудных хлоритовых и рибекитовых альбититов [4]. К этому же типу относятся месторождения района Биверлодж на Канадском щите, связанные с зонами крупных долгоживущих разломов, в которых интенсивно проявлены процессы хлоритизации, эпидотизации, альбитизации [1]. Оруденение обычно локализовано не в шовных структурах, а в системах мелких трещин зон разломов, хотя крупные рудные тела отмечаются и в главных разломах.

Для всех месторождений описываемого типа абсолютный возраст первичного оруденения составляет 1700—1800 млн. лет, хотя в районе Биверлодж известны и более низкие цифры абсолютного возраста урановых минералов, что, очевидно, обусловлено поздним перераспределением урана.

Второй тип — жильных урановых месторождений с никелем, кобальтом, серебром и мышьяком — развит на щитах, по-видимому, достаточно широко. В западных районах Канадского щита к нему, в частности, относятся давно известные небольшие по масштабам месторождения Большого Медвежьего озера и, возможно, недавно открытые в районе Ки-Лейк. Оруденение здесь локализовано в гетерогенных осадочно-вулканических толщах нижнего протерозоя и, как правило, не устанивается в широко распространенных гранитоидных комплексах того же возраста. Рудные поля контролируются крупными долгоживущими разломами, по которым, очевидно, происходило заложение нижнепротерозойских геосинклиналей на архейском фундаменте, разбитом на блоки.

Урановое оруденение приурочено к крупным зонам трещиноватости и дробления, в которых интенсивно проявлены хлоритизация, серицитизация, аргиллизация, гематитизация, иногда окварцевание. Рудная минерализация, представленная настураном, коффинитом и чернями, формировалась в два основных этапа. Ранний — настурановый с гематитом — предшествует образованию кобальт-никелевой или никель-сульфидарсенидной ассоциации. Коффинит и черни являются более поздними и отражают, очевидно, формирование урановой зоны вторичного обогащения. Подобный процесс в ряде случаев получает весьма широкое развитие и приводит к образованию крупных и богатых урановорудных тел в верхних горизонтах рудоносных брекчий. Сопутствующие элементы в месторождениях этого типа часто имеют самостоятельное промышленное значение, например, никель в районе Ки-Лейк.

Гидротермально-метасоматические месторождения в областях позднедокембрийской и фанерозойской активизации. К этой группе относятся месторождения двух основных типов.

Золото-урановые месторождения в пирит-карбонат-калишпатовых метасоматитах располагаются в участке щита, превращенном в результате глыбовых движений стадии активизации в поднятие горстового типа. Урановое оруденение контролируется многочисленными разрывными нарушениями, как наследующими крупные древние разломы, так и возникшими в ненарушенных ранее породах.

Характерна пространственная и временная близость оруденения с магматизмом стадии активизации, представленным формацией щелочно-земельных, субщелочных и щелочных пород калиевого ряда; специфичны минеральный состав урановых руд, в которых основным минералом является браннерит, и гидротермально-измененные породы, представленные преимущественно калишпатовыми метасоматитами. Постоянной примесью в рудах является золото. Оруденение отличается значительным вертикальным размахом и исключительной выдержанностью парагенетических минеральных ассоциаций по простиранию и на глубину рудных зон, что указывает на удаленность месторождений от активного очага.

Торий-урановые месторождения в щелочных интрузиях распространены достаточно широко. Так, в СССР подобное проявление приурочено к массиву калиевых щелочных пород, прорывающему фундамент активизированной в мезозое области щита. Массив сложен в основном щелочными и нефелиновыми сиенитами и их субвулканическими аналогами [2]. Рудная торий-урановая минерализация контролируется сериями крутопадающих зон дробления, образующих внутри массива протяженную полосу. Постмагматическая деятельность проявилась здесь в два этапа. На первом этапе, до завершения магматизма, возникли высокотемпературные эгирин-анортотит-кварцевые жилы с торием, на втором — многостадийные торий-урановые и урановые руды, обладающие сложным полиминеральным составом.

Сходные месторождения известны на Бразильском и Гренландском щитах, где ураново-редкоземельное оруденение связано с массивами нефелиновых сиенитов, тингуанитов, фойзитов, люавритов и др., внедрение которых отражает в первом случае мезозойскую, а во втором — позднедокембрийскую активизацию щитов. Оруденение представлено вкрапленными рудами (уранинит, циркон, пироксен, стенструпин и др.) в самих щелочных породах и прожилковыми (большая часть сходными по составу, но более богатыми) в трещинных зонах. Месторождения характеризуются запасами низкосортных руд и в будущем могут представлять значительный интерес.

Гидрогенные месторождения в наложенных и эрозионных впадинах щитов. Урановые концентрации в молодых отложениях, выпаляющих эрозионные впадины кристаллических щитов, распространены во многих районах. Среди них можно выделить два основных типа.

Месторождения урана в калькретах, выявленные за последние 5—7 лет, имеют значительные масштабы: Йилирри (Западно-Австралийский щит), Вабо (Сомали, Мозамбикский щит), а также известные в районе уже упоминавшегося месторождения Россинг (Намбия).

Месторождения располагаются в полях развития гранитоидных комплексов, среди которых иногда присутствуют высокорadioактивные разности (Россинг), но может их и не быть (Йилирри). Оруденение приурочено к залежам калькретов — известковых образований, сформировавшихся в рыхлых терригенных осадках сухих логов или древних русел при направленном стоке грунтовых вод в условиях сухого и жаркого климата [7]. Рудный минерал — карнотит — заполняет поры и полости в калькретах, что приводит к образованию плоских субгоризонтальных линзовидных залежей протяженностью от сотен метров до не-

скольких десятков километров, при ширине 3 км и мощности 10 км. В районе месторождения Россинг оруденение в калькретах связано с участками развития первичной рассеянной урановой минерализации в подстилающих гранитоидах; для других районов таких сведений не имеется. Грунтовые воды в районах месторождений характеризуются повышенным содержанием урана ($n \cdot 10^{-5}$ г/л).

Месторождения в песчано-углистых отложениях известны в эрозионных впадинах ряда щитов, где развиты молодые континентально-речные и озерно-болотные отложения, в которых уран накапливается на органическом веществе бурых углей и торфов. Характерна приуроченность оруденения к буроугольным пескам, вмещающим небольшие линзы углистых глин и углей, иногда оно распространяется и на подстилающую каолиновую кору выветривания. Промышленными являются залежи, пригодные для подземного выщелачивания, т. е. расположенные в водоносных горизонтах между водоупорами. В наложенных впадинах щитов, сформированных в процессе тектонической активизации, промышленные концентрации гидрогенных руд пока не выявлены, но перспективы их обнаружения несомненны.

В заключение следует отметить, что урановорудные концентрации распространены практически во всех докембрийских щитах мира, геологические условия локализации оруденения весьма разнообразны, возникновение его происходит в громадном диапазоне времени (от раннего протерозоя до кайнозоя). Потенциальные возможности щитов как источников добычи урана раскрыты еще далеко не полностью, последующие научные и поисковые работы могут привести к новым важным открытиям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белевцев Я. Н. Урановые месторождения Канады. — Геология рудных м-ний, 1973, № 2, с. 13—27.
2. Билибина Т. В., Донаков В. И., Титов В. К. О гидротермальном урановом оруденении, связанном с щелочными интрузивными комплексами. — Геология рудных м-ний, 1963, № 5, с. 35—54.
3. Лаверов Н. П., Барсуков В. Л. Урановые месторождения района Аллигейтор Риверс (Сев. Австралия). — Геология рудных м-ний, 1977, № 2, с. 16—32.
4. Adamec P. M., Wilson M. R. Recognition of a new uranium province from the Precambrian of Sweden. — In: Recogn. and evaluation of uraniferous areas. IAEA, Vienna, 1977, 199—216.
5. Berning Y., Cooke R., Hiemstra S. A., Hoffman U. The Rösing uranium deposits. South West Africa. — Econ. Geol., 1976, v. 1, p. 351—368.
6. Davis M. European needs for uranium in relation to world supply and demand. — In: Geol., mining, extract processing uranium. Inst. Min. Met., London, 1977, p. 1—8.
7. Mann A. W. Chemical ore genesis models for precipitation of carnotite in calcrete. CSIRO, Mineral research lab., report № FP—7, 1974.
8. Roscoe S. M. Huronian rock and uraniferous conglomerates in the Canadian Shield. — Geol. Surv. Can., 1969, p. 68—40.

УДК 553.31 (571.61)

Г. И. АРХИПОВ (ДВИМС)

Перспективы зоны Байкало-Амурской магистрали на железные руды

«Основными направлениями развития народного хозяйства СССР на 1976—1980 годы» предусмотрено значительное расширение геолого-разведочных работ в целях дальнейшего увеличения минерально-сырье-

вых ресурсов во вновь осваиваемых районах. Одним из таких районов является Дальний Восток, экономическое развитие которого вступило в новый этап благодаря строительству Байкало-Амурской магистрали. Здесь предполагается создание собственной черной металлургии. Перспективы увеличения промышленных запасов железной руды имеет ряд площадей Дальнего Востока, но особенно важно открытие новых месторождений в Амурской области.

Рассматриваемая территория расположена в Амуро-Зейском и западной части Зее-Буреинского междуречьях, включает центральные и северные районы Амурской области и небольшие участки южных районов Якутской АССР. Она захватывает часть южной окраины Алданского щита, Становой зоны, Амуро-Охотской складчатой системы и северо-западной части Буреинского массива. На этой территории детально разведано одно месторождение промышленного значения (Гаринское), предварительно оценены шесть, которые по запасам могут быть промышленными (Сиваканское, Ландыш, Красиловское, Тахтамыгдинское, Золотогорское, Джувакитское), разведаны четыре месторождения, не имеющих промышленного значения (Партизанское, Селемджинское, Имчиканское, Лебедихинское), имеется 287 проявлений железных руд и 334 локальные магнитные аномалии предположительно железорудной природы.

В геологическом строении территории принимают участие разные по составу комплексы пород различного возраста, от архея до кайнозоя (см. рисунок). Железные руды приурочены в основном к домезозойским образованиям.

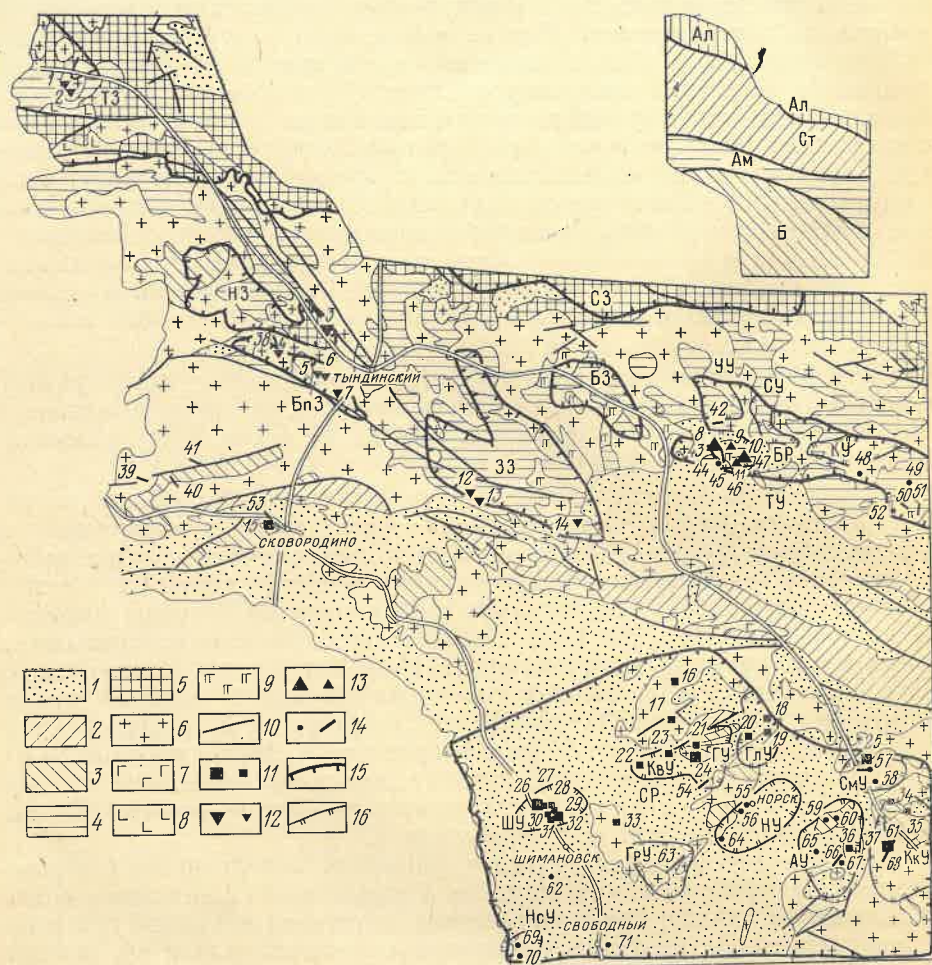
Архейские и частично нижнепротерозойские породы южной окраины Алданского щита и Становой зоны принадлежат гранулитовой и амфиболитовой фациям метаморфизма. Более молодые и менее метаморфизованные отложения северо-западной части Буреинского массива и Тукурингской зоны Амуро-Охотской складчатой системы протерозойского и нижнекембрийского возраста представлены осадочными и вулканогенно-осадочными формациями. Интрузивные породы архейского, протерозойского и палеозойского возраста относятся к шести типам формаций: пироксенит-дунит-габбровой, анортозитовой, габбро-диорит-гранитовой, гранитоидной, мигматито-гранитовой, граносиенитовой.

Проявления железных руд принадлежат различным генетическим группам формаций: магматической, контактово-метасоматической, гидротермальной, осадочной, метаморфогенной.

Метасоматическая магнетитовая формация локализуется в северо-западной части Буреинского массива. Генезис оруденения здесь решается неоднозначно, но метасоматическая концепция доказана как с помощью детального минералого-петрографического анализа рудных зон и геохимических особенностей минералообразования отдельных проявлений железных руд [3, 5], так и в результате анализа региональной геологической обстановки [1, 2, 9]. Подтверждается она и последними геологоразведочными работами (Г. Н. Новохатько и др., 1973 г.; В. Л. Кожан и др., 1972, 1973 г.; А. Н. Гагаев и др., 1972 г.), в процессе которых рудные тела найдены как в стратифицированных образованиях, так и внутри интрузивных массивов.

Месторождения и проявления железных руд приурочены к пространственно обособленным реликтам отложений карбонатно-сланцево-вулканогенного, карбонатно-сланцевого, сланцево-вулканогенного состава протерозоя — нижнего кембрия, прорванным раннепалеозойскими интрузиями. Рудные тела локализируются в геологической обстановке трех типов: 1) в слоистых толщах, находящихся в кровле крупного гранитоидного массива; 2) на месте нацело переработанных останцов

слоистой толщи в кровле массива диоритов (или габбро-диоритов); 3) в глубинных частях малых интрузий диоритов (габбро-диоритов). Последний тип на глубине до 500 м проявляется трещинно-жильной формой минерализации. Наибольшие по масштабам объекты в десятки-сотни миллионов тонн руды находятся в геологической обстановке первого типа, в останцах слоистой толщи размером 2—4 км² (Гаринское и



Схематическая карта размещения основных железорудных проявлений в Амурской области
1 — посленижнекембрийские осадочные и эффузивные образования; 2 — осадочные и вулканогенно-осадочные породы нижнего кембрия и раннего протерозоя; 3 — нижнепротерозойские метаморфические породы; 4 — гнейсы и кристаллические сланцы верхнего архея (амфиболитовая фация метаморфизма); 5 — гнейсы, кристаллические сланцы, амфиболиты, кварциты, мраморы нижнего архея (гранулитовая фация метаморфизма); 6 — послераннепалеозойские интрузивные породы среднего и кислого состава; 7 — раннепалеозойские габбро и габбро-диориты; 8 — раннеархейские анортозиты; 9 — раннеархейские габбро, габбро-амфиболиты, дуниты, перидотиты, пироксениты; 10 — линии разломов; 11 — месторождения и рудопроявления метасоматической магнетитовой формации и их номера; 12 — то же, метаморфогенной магнетитовой формации в стратифицированных образованиях; 13 — то же, в интрузивных породах основного и ультраосновного состава; 14 — магнитные аномалии железорудной природы, предположительные и установленные; 15 — границы рудных районов и зон; 16 — границы рудных узлов.
Рудные районы: БР — Бомнакский, СР — Селемджинский; зоны: ТЗ — Тасс-Юряхская, СЗ — Сугамская, БЗ — Брятинская, НЗ — Нюжинская, БпЗ — Бурпалдинская, ЗЗ — Золотогорская; узлы: УУ — Уганский, СУ — Среднесиваканский, КУ — Купуринский, ТУ — Ток-Сиваканский, ГЛУ — Глу-Бокинский, КВУ — Квинтиканский, ГУ — Гаринский, СМУ — Селемджинский, ШУ — Шимановский, НУ — Норский, АУ — Альдиконский, ККУ — Кайкойский, ГРУ — Граматухинский, НСУ — Новостепановский; схема тектонического районирования: Ал — Алданский щит, Ст — Становая область, Ам — Амурская область, Б — Бурейский массив

Красиловское месторождения). В геологической обстановке второго типа образовались рудные концентрации в единицы-десятки миллионов тонн. Руды всех месторождений и проявлений имеют существенно магнетитовый состав: сульфидно-магнетитовые и гематито-магнетитовые находятся в подчиненном количестве, мартиито-магнетитовые — слагают верхние 10—20 м рудных тел. В рудах самого крупного Гаринского месторождения общего железа содержится от 32 до 59% (в среднем 41,7%). Руды крупно- и среднезернистые, массивные, полосчатые и вкрапленные. В магнетитах отдельных месторождений содержатся практически значимые концентрации ванадия, а в сульфидах — кобальта.

Метаморфогенной магнетитовой формации в стратифицированных образованиях (железистым кварцитам) принадлежит наибольшее число проявлений железа — более 130. Они распространены в Становой зоне и южной части Алданского щита. Руды этого формационного типа гетерогенны, среди них имеются метаморфизованные первично осадочные или вулканогенно-осадочные и вновь образованные концентрации. Наиболее изучено Золотогорское месторождение. В геологическом строении его принимают участие преимущественно гнейсы, а также кристаллические сланцы и амфиболиты. Выделены следующие разновидности руд: кварц-магнетитовые, амфибол-кварц-магнетитовые, кварц-гранат-магнетитовые, кварц-биотит-магнетитовые и др. Среднее содержание железа в них 32%, MnO 0,03—0,01%, TiO₂ 0,12—0,70%, фосфора 0,03—0,17%, серы 0,0—0,36%. Присутствуют пирротин, пирит, халькопирит, пентландит, ильменит. Месторождение включает пять рудных тел, чередующихся с прослоями гнейсов. Мощности отдельных пластов железных руд от 0,1 до 21 м, рудных тел от 1 до 42 м, число рудных пластов в пределах единичного тела от 1 до 13.

Анализ пространственной распространенности проявлений этой формации показывает, что 70% их находится в позднеархейских ассоциациях амфиболитовой фации метаморфизма и 30% — в раннеархейских ассоциациях гранулитовой фации.

Метаморфогенной магнетитовой формации в интрузивах базитового и гипербазитового состава принадлежат два месторождения и несколько десятков рудопроявлений в Становой зоне. Оруденение локализуется в гранитизированной раннеархейской дунит-пироксенит-габбровой формации. Рудогенерирующими являются гранитоиды архейского возраста, прорывающие породы дунит-пироксенит-габбровой формации, гнейсы и кристаллические сланцы комплекса фундамента. Наиболее изучено Сиваканское месторождение. Размещение его рудных тел контролируется в основном разрывными нарушениями северо-западного простирания, в меньшей степени — северо-восточного. Рудные тела представляют собой шлировидные и линзовидные обособления сложной формы, ориентированные в соответствии с контролируемыми разрывными нарушениями двух направлений. Всего выделено 16 рудных тел. Наиболее крупное из них имеет длину 500 м и ширину 250 м. Руды кварц-магнетитовые и амфибол-кварц-магнетитовые с вкрапленно-полосчатой текстурой. Содержание железа в них от 27,9 до 46,5% (в среднем 36,2%), кремнезема 47%, фосфора 0,07%, серы до 0,2%.

Железистые кварциты обоих типов (в стратифицированных образованиях и в интрузивах), вероятно, гетерогенны, но решающее значение в их формировании принадлежит разновозрастной интенсивной интрузивной магматической деятельности. Железные руды Становой зоны и южной части Алданского щита независимо от существования здесь первично осадочных концентраций железа в настоящее время представляют собой продукты сложного метаморфического процесса и

являются примером метасоматических образований в толщах, не содержащих карбонатных пород или с незначительным их содержанием.

Проявления магматической магнетитовой и титаномагнетитовой формации не имеют четкой пространственной приуроченности. Выделяются: 1) вкрапленные магнетитовые руды или шширообразные скопления крупнокристаллического магнетита в анортозитовых массивах с содержанием рудного минерала до 25%; 2) вкрапленное оруденение (магнетит, титаномагнетит, ильменит) в дайках ортоамфиболитов, пироксенитов, габбро-амфиболитов; 3) вкрапленное оруденение в габбро, дунитах, горнблендитах, габбро-диоритах, диоритах анортозитовой, дунит-пироксенит-габбровой, габбро-диорит-гранитовой разновозрастных формаций.

Территория Амурской области принадлежит Приалданской докембрийской титаново-железородной и Приамурской послепротерозойской марганцево-железородной провинциям. Граница между провинциями проведена по Южно-Тукурингскому разлому [5, 6, 8]. В пределах Приалданской провинции находятся Алданская и Джуджуро-Становая металлогенические области с границей по Становому разлому, а в Приамурской — Бурейнская и Амуро-Охотская области, разделенные Улахан-Бамским разломом. В названных провинциях выделены железорудные районы и зоны, примерно равные по площади, включающие оруденение одного или нескольких преобладающих типов, но в связи с разной степенью изученности различающиеся по числу известных рудопроявлений железа: Бомнакский (Приалданская провинция) и Селемджинский (Приамурская провинция) районы и шесть зон (Приалданская провинция). В пределах Бомнакского и Селемджинского районов имеются рудные узлы.

Бомнакский железорудный район находится на правом берегу верхнего течения р. Зеи, в южной части Купуринского глыбового погружения и прилегающей части Брянтинского поднятия. В геологическом строении района принимают участие архейские гнейсы, кристаллические сланцы с амфиболитами и кварцитами. Метаморфические породы прорваны интрузиями позднеархейской пироксенит-дунит-габбровой формации, интенсивно гранитизированы и мигматизированы позднеархейской мигматито-гранитовой формацией. Небольшие участки представлены гранитоидами позднеархейского и раннепротерозойского возраста. Около 40% площади района занимают мезозойские вулканогенные и интрузивные породы, а юго-западную часть — неоген-четвертичные отложения Верхне-Зейской впадины.

Площадь района покрыта геологической съемкой масштаба 1:200 000. Наиболее интенсивные аномалии, выявленные аэрогеофизическими работами 1956—1960 гг., изучены на железные руды поисковыми маршрутами масштабов 1:25 000 и 1:10 000. На месторождениях Сиваканском и Ландыш часть рудных тел прослежена горными выработками, отдельные рудные тела вскрыты единичными канавами. Вся площадь района, за исключением Верхне-Зейской впадины, покрыта двухканальной (самолетной) аэросъемкой масштабов 1:50 000—1:25 000; площадь, включающая Сиваканское месторождение и расположенные поблизости рудопроявления, — аэромагнитной (вертолетной) съемкой масштаба 1:50 000. Ряд аномалий изучен наземной магнитной съемкой масштаба 1:10 000.

Распространены железистые кварциты двух типов: в породах пироксенит-дунит-габбровой формации раннеархейского возраста и метаморфических породах амфиболитовой фации верхнеархейского возраста. На площади района находятся два месторождения, 109 рудопроявлений и 49 магнитных аномалий предположительно железорудной

природы; 71 проявление находится в метаморфических породах. Для 11 объектов определены размеры рудных тел и полей с разной степенью детальности при помощи канав и наземных магнитометрических работ. Для 45 рудопроявлений определены мощности пластов, линз, их протяженность в коренном залегании или по делювиальным развалам в процессе геологической съемки масштабов 1:200 000 и 1:50 000; для остальных параметры не определены.

Участки наиболее плотного размещения рудопроявлений образуют четыре рудных узла, разделенных площадями развития мезо-кайнозойских пород или непродуктивных интрузивных формаций. В Уганском, Среднесиваканском, Купуринском рудных узлах имеется от 18 до 24 проявлений, представленных пластами, линзами железистых кварцитов мощностью 0,2—10 м, в отдельных случаях 30—40 м и протяженностью от 100 до 1000 м. Содержание магнетита в рудах кварц-магнетитового, амфибол-кварц-магнетитового состава 10—65%. В пределах узлов имеется 4—8 магнитных аномалий интенсивностью 1500—3500 гамм, обнаруженных аэромагнитной съемкой масштаба 1:50 000.

Наиболее значительное оруденение сосредоточено в Ток-Сиваканском узле. Здесь находятся месторождения Сиваканское (10)* и Ландыш (8), 26 рудопроявлений, ряд аномалий изометрической и линейной формы интенсивностью от 900 до 6850 гамм. За пределами упомянутых узлов на площади Бомнакского района находится семь проявлений железных руд, размеры которых не определены, и 21 магнитная аномалия предположительно железорудной природы интенсивностью до 3000 гамм, по данным аэромагнитной съемки масштаба 1:50 000, часть из них имеет глубинный характер с расчетной глубиной залегания верхней кромки возмущающего объекта около 100 м. Следует отметить аномалии: 48 интенсивностью до 8000 гамм, 49 интенсивностью 11000 гамм на фоне дифференцированного поля 400—600 гамм, 50 и 51 интенсивностью до 8500 гамм.

В. А. Сысоев и Т. А. Югай (1961 г.) на основании горных работ и наземной магнитометрии определили запасы Сиваканского месторождения в 116,8 млн. т руды до глубины 250—400 м по пяти крупным рудным телам, месторождения Ландыш — в 0,5 млн. т до глубины 50 м только для одной крупной линзы. Ю. И. Золотаревым (1960 г.) по геофизическим данным запасы месторождений Сиваканского и Ландыш определены соответственно в 150—170 и 49 млн. т, а для всего междуречья низовьев р. Сивакан и рек Бомнак и Сугджар — 1,5—2 млрд. т. И. И. Шапочка (1970 г.) на основании ревизии геофизических данных определил запасы Бомнакского района в 462 млн. т руды, в том числе: Сиваканское — 160 млн. т, Ландыш — 49 млн. т, рудопроявление 11 — 3 млн. т, аномалия 46 — 225 млн. т. По его мнению, запасы могут быть приращены еще за счет 22 магнитных аномалий предположительно железорудной природы. Экспертно-геологический совет Мингео РСФСР (1969 г.) считает реальными запасы месторождений Сиваканского (100—120 млн. т) и Ландыш (80 млн. т) до глубины 200 м, а также возможность железорудной природы аномалий 45, 46, 47 (с вероятными запасами 400—500 млн. т).

Прогнозные запасы Бомнакского района (по второй группе достоверности в соответствии с инструкцией комиссии по геологии стран-членов СЭВ), по нашему мнению, составляют около 500 млн. т руды в пяти месторождениях, расположенных на расстоянии 5—25 км друг от друга на площади 400 км², и могут быть увеличены за счет других рудопроявлений и аномалий Ток-Сиваканского узла. Для остальной

* Номера месторождений, рудопроявлений и аномалий приведены на рисунке.

части района имеются перспективы открытия мелких и средних месторождений с единичными запасами 30—50 млн. т руды в интервале глубин 0—500 м и, возможно, более крупных, не выходящих на поверхность. Руды по содержанию железа ожидаются бедные и среднего качества, по технологическим свойствам — легкообогащаемые, без вредных примесей.

Трасса строящейся магистрали пересекает юго-западную часть района, перспективные объекты находятся в 25—40 км от нее. Проведение здесь геологоразведочных работ может дать прирост запасов хорошо обогащающихся руд, сосредоточенных в месторождениях сложной морфологии, и позволит выявить несколько объектов для постановки поисков. Для этого необходимо выполнить: 1) поисково-оценочные работы на месторождениях Сиваканском и Ландыш с подсчетом запасов до глубины 500 м; 2) поисковые работы на участках аномалий 42, 43, 44, 45, 46, 47, включающие магнитометрические съемки масштаба 1:10 000, гравиразведку, проходку горных выработок, бурение скважин; 3) поисково-ревизионные работы на участке рудопроявления 9, включающие детальные магнито- и гравиразведочные работы, повысотно-магнитометрические съемки, проходку горных выработок и бурение скважин; 4) аэромагнитную (вертолетную) съемку масштаба 1:50 000 с последующей детализацией наиболее перспективных аномалий на площадях всех рудных узлов и аномалий 49, 50, 51, 52.

Селемджинский железорудный район охватывает территорию в междуречьях Амура и Зеи, Зеи и Буреи, к северу от широты г. Свободного до южных предгорий хребта Джагды. Район покрыт геологической съемкой масштаба 1:200 000, около 5% территории — 1:50 000. Территория, включающая Гаринское месторождение и рудопроявление 18, изучена на железные руды поисковыми маршрутами масштабов 1:25 000 и 1:10 000. Детально разведано до глубины 350—500 м Гаринское месторождение (24), разведаны Имчиканское (23), Селемджинское (25) и Партизанское (17). Оценены с помощью горных выработок и наземной магнитометрии рудопроявления 16, 19, 20, 33, 34, 35, 36, 37. Красиловское месторождение (32) предварительно оценено с помощью бурения до глубины 500 м от дневной поверхности (380 м от поверхности кристаллического фундамента). Подтверждены единичными скважинами рудопроявления 22, 26, 27, 28, 29, 30, 31 и аномалия 63.

Площадь района на 60% покрыта аэромагнитной (вертолетной) съемкой масштаба 1:50 000, аэрогеофизической двухканальной съемкой того же масштаба и двухканальной аэросъемкой (самолетной) масштабов 1:50 000—1:25 000. Наземными магнитными съемками масштаба 1:10 000 и крупнее изучены участки почти всех перечисленных месторождений и рудопроявлений. На площади Шимановской и Новостепановской групп (69, 70) магнитных аномалий выполнен комплекс геофизических работ, включавший магнито- и гравиразведочные работы, ВЭЗ, с целью прогнозной оценки их на железные руды.

Селемджинский район расположен в северной части Буреинского массива. Стратифицированные образования в его пределах подразделяются на три структурных яруса [7]. Неоген-четвертичные отложения мощностью до 300 м занимают больше 40% площади, а мощностью более 300 м — еще 20%. Рудовмещающие и перспективные в отношении железооруденения, в разной степени метаморфизованные отложения нижнего и верхнего протерозоя, нижнего кембрия и раннепалеозойские интрузии среднего и основного состава габбро-диорит-гранитовой формации составляют 8,8% для поверхности кристаллического фундамента, или 2,7% для дневной поверхности. В районе развито метасома-

тическое железооруденение, аналогичное оруденению Уральской, Тургайской, Алтае-Саянской и других провинций. Железорудные проявления образуют рудные узлы, отстоящие друг от друга на 70—120 км. Рудные объекты в пределах узлов находятся на расстоянии 5—15 км друг от друга. Вероятный вертикальный размах оруденения на основании геофизических данных и морфоструктурных построений, выполненных для Гаринского месторождения Г. С. Нечкиным (1975 г.), равен 1000 м, возможно, и больше. Рудные тела компактно-пятнистые и массивные, крутопадающие и имеющие небольшие размеры в проекции на горизонтальную плоскость. Всего известно 37 месторождений и рудопроявлений, 184 магнитные аномалии предположительно железорудной природы, сгруппированные в 10 рудных узлах. Для большинства аномалий рассчитаны вероятные глубины залегания верхних кромок, горизонтальные мощности, а для части из них — глубины распространения и вероятные запасы.

Запасы железных руд по месторождениям следующие: 1) Гаринское (24) — 389 млн. т ($A+B+C_1+C_2$), забалансовые — 55 млн. т при максимальной глубине подсечения рудных тел 508 м, а в основном 300—350 м, при этом по кат. $A+B+C_1$ 211,4 млн. т, по $A+B$ — 84 млн. т; 2) Партизанское (17) — 0,65 млн. т по кат. C_1+C_2 ; 3) Имчиканское (23) — 1,5 млн. т по кат. C_1+C_2 ; 4) Мухинское (26) — 16,8 млн. т по кат. C_2 до глубины 500 м; 5) Красиловское (32) — 67,2 млн. т по кат. C_2 до глубины 500 м; 6) Лебедихинское (21) — 1,2 млн. т по кат. C_1 и забалансовых; 7) Кайкойское (37) — 3,1 млн. т до глубины 15—300 м (по данным А. И. Зюзькевича, 1961 г.) и 33,9 млн. т (по данным Ф. С. Фролова, 1974 г.); 8) Селемджинское (25) — 0,96 млн. т по кат. $B+C_1+C_2$. Запасы Имчиканского, Лебедихинского, Партизанского и разведанной части Селемджинского месторождений исчерпываются приведенными цифрами, так как ограничиваются размерами останцов рудовмещающих пород; для Гаринского, Красиловского Мухинского и Кайкойского возможно прирост запасов за счет более глубоких горизонтов, отчасти флангов.

В таблице для наиболее интенсивных аномалий приведены прогнозные запасы, подсчитанные на основании геофизических данных (Н. Л. Павловский, 1970—1974 гг.; А. Н. Гагаев и др., 1975 г.) до глубины 200—500 м по способу А. К. Вейнберга в пересчете на 35%-ное содержание железа в руде, а также наши прогнозы на основании геологических данных. При этом согласно геофизическому прогнозу запасы руд составляют около 5000 млн. т, а по геологическому прогнозу 2000—2500 млн. т, в том числе в Гаринском узле 50—100 млн. т из расчета рудной природы аномалий в приустьевой части р. Гарь (54) и 240 млн. т за счет Гаринского месторождения в интервале глубин 500—800 м. Увеличение запасов последнего можно ожидать за счет включения 55 млн. т забалансовых руд, содержащих 15—20% железа и перемежающихся с балансовыми, а также за счет ревизии запасов, подсчитанных в 50-х годах.

Для реализации прогноза необходимо выполнить: 1) детальные поисковые работы с применением структурно-картировочного бурения, обеспечивающего картирование кристаллического фундамента в масштабе 1:50 000 и получение перекрытых разрезов по 1—2 профилям на перспективных участках Кайкойского, Гаринского, Шимановского, Глубокинского, Новостепановского узлов; 2) бурение отдельных профилей с целью проверки рудоносности аномалий 57, 58, 61, 62, 63, 71 и Шимановского узла; 3) поисковые работы на наиболее перспективных аномалиях Норского и Альдиконского узлов, включающие магниторазведку масштаба 1:10 000, повысотно-съемки, гравиразведку, бурение

Запасы железных руд перспективных площадей
центрального участка зоны БАМ

Рудный район, зона, узел	Пло- щадь, км ²	Запасы по категориям ГКЗ и по- исковой оценке, млн. т	Прогнозные запасы, млн. т			
			Геофизи- ческие данные	Общие данные по группам достоверности		
				I	II	III
Бомнакский район	11 000	117	140	—	385	—
Селемджинский район	77 000	535—566	3000—5000	240	1700—1900	350
В том числе рудные узлы:						
Глубокинский	1 325	—	300 (200)*	—	—	100
Квинтиканский	500	—	—	—	—	50
Гаринский	1 500	446,7**	47 (200)	240	100	—
Селемджинский	775	0,96	278 (500)	—	400	—
Шимановский	1 300	84	245 (500)— 630 (1200)	—	150—600	—
Норский	2 275	—	334 (500)	—	—	—
Альдиконский	3 150	—	393 (500)	—	—	—
Кайкойский	3 675	3,1—33,9	516—566 (500)	—	600—700	—
Грамахтинский	1 460	—	—	—	—	200
Новостепановский	300	—	510 (500)	—	—	—
Аномалия 62	—	—	220 (500)	—	—	—
Партизанское м-ние	—	0,65	—	—	—	—
Тасс-Юряхская зона	9 700	—	—	—	—	900
Сутамская зона	5 000	—	—	—	—	—
Брянтинская зона	2 700	—	—	—	—	—
Нюкжинская зона	4 350	—	—	—	—	—
Бурпалинская зона	1 740	—	—	—	—	150
Золотогорская зона	9 000	—	—	—	—	180—300
Тахтамыгдинское м-ние	—	20	—	—	50	—

* В скобках указана глубина подсчета запасов (в м).

** Включены 55 млн. т забалансовых руд.

скважин (аномалии 55, 56, 59, 60, 64, 65, 66, 67); 4) доразведку глубоких горизонтов Гаринского месторождения в интервале глубин 500—800 м; 5) бурение 1—2 скважин глубиной 1200 м с целью проверки уровня оруденения на Шимановском или Кайкойском рудных узлах.

В пределах рудных зон распространены преимущественно железистые кварциты в стратифицированных метаморфических толщах архейского возраста. В Тасс-Юряхской зоне В. А. Кудрявцевым и др. (1974 г.) выделен Ханинский рудный район (1, 2), где в гнейсах и кристаллических сланцах нижнепротерозойского возраста прослежены два железорудных горизонта протяженностью 12—24 км при мощности до 15 м. Прогнозные запасы этого района до глубины 500 м определены в 0,9 млрд. т руды магнетитового и гематитового состава. Часть руд содержит ванадий, кобальт и титан в количествах, представляющих практический интерес.

В Сутамской зоне известно 36 проявлений кварц-магнетитовых амфибол-магнетитовых, пироксен-кварц-магнетитовых руд, сосредоточенных на сравнительно небольшой площади. Мощность рудных тел от единиц до 60 м при протяженности от десятков метров до 400 м. Здесь выделено 10 магнитных аномалий предположительно железорудной природы интенсивностью от 1100 до 5000 гамм.

В Брянтинской зоне имеется 12 магнитных аномалий интенсивностью 1500—6500 гамм, часть из которых не выходит на поверхность. В Нюкжинской зоне обращает на себя внимание проявление железных руд в верховье р. Харагочи (3), находящееся на трассе БАМ. Общие

его размеры 20×2 км, мощность отдельных залежей 0,3—18 м, а их сближенных пачек — до 90 м (Т. А. Милай, 1964 г.). Аномалия 38, занимающая площадь 5×1 км, имеет интенсивность 10 000—32 000 гамм. В Бурпалинской зоне проявления 4, 5, 6, 7 фиксируют, по всей вероятности, выходы железорудного горизонта на протяжении почти 60 км. Рудопроявление 4 имеет протяженность 1500—1750 м и ширину 300—400 м, рудопроявление 7 соответственно 1000 и 100—120 м. Здесь могут быть обнаружены месторождения с запасами 50—75 млн. т руды в каждом до глубины 500 м.

В Золотогорской зоне известны многочисленные пласты железистых кварцитов метаморфогенной формации и незначительные по количеству проявления железных руд других типов. Здесь насчитываются 42 локальные магнитные аномалии установленной и предполагаемой железорудной природы. Для Золотогорского месторождения (13) запасы по категории С₂ до глубины 50 м определены в 3,3 млн. т руды. Для рудопроявления 12 прогнозные запасы определены по аналогии до глубины 50 м в 5 млн. т, а для рудопроявления 14 — в 1,3 млн. т.

Степень изученности остальных рудопроявлений не выше, чем в других зонах северной части Амурской области, т. е. для них указаны или мощности рудных тел, или мощности и протяженность, или площади делювиальных развалов. Ни одно месторождение типа Золотогорского не изучалось на глубину, хотя это самый распространенный на рассматриваемой территории тип оруденения. В результате разбуривания могут быть получены данные о поведении рудных тел до минимальных глубин, принятых при оценке железорудных месторождений. На площади Золотогорской зоны имеется несколько таких проявлений. Общие прогнозные запасы зоны оцениваются по меньшей мере в 180—300 млн. т руды.

За пределами охарактеризованных районов имеется ряд проявлений железных руд незначительных масштабов и магнитных аномалий предположительно железорудной природы. Из них обращает на себя внимание Тахтамыгдинское месторождение (15), единственное пока проявление медно-железорудной формации. Оно находится в зоне контактового воздействия позднепалеозойских гранитоидов на терригенно-карбонатные силурийские отложения. Месторождение изучено с поверхности с помощью горных выработок, магнитометрии и других геолого-геофизических работ.

Н. С. Остапенко (1966 г.) здесь установлено четыре сравнительно крупных и ряд мелких железорудных тел с сульфидами меди, имеющих мощность 10—20 м и протяженность до 760 м. Ориентировочные подсчеты по трем рудным телам до глубины 200 м дают цифру 10—11 млн. т железа, т. е. около 20 млн. т руды. По данным магниторазведки, оруденение распространяется глубже 200 м, по крайней мере до 400—700 м, а глубина залегания магнетитовых тел увеличивается в юго-западном направлении. Н. С. Остапенко делает вывод, что выходы магнетитовых тел представляют собой эродированные рудные объекты значительно больших размеров, чем их проявления в современном срезе. Это обстоятельство увеличивает перспективы участка. Распространение оруденения ожидается на площади 7×2 км (изучен лишь его северо-западный участок). Прогнозные запасы только изученного участка при экстраполяции до глубины 500 м составляют 50 млн. т руды.

Геологическая обстановка Тукурингской зоны Амуро-Охотской геосинклинальной системы и прилегающих к ней пригеосинклинальных участков Буреинского массива и Становой зоны характеризуется широким распространением вулканогенно-сланцевых, сланцево-карбонатных отложений разного возраста, прорванных интрузивными породами раннепротерозойского и позднепалеозойского возрастов. Это благоприятно

для обнаружения месторождений типа Тахтамыгдинского и, вероятно, колчеданно-полиметаллических проявлений нескольких возрастных уровней. Здесь имеются магнитные аномалии интенсивностью 4000—5000 (40, 41, 53) и 3500 гамм (39), по данным наземной магнитометрии. Последняя аномалия перекрывается рыхлыми отложениями.

В качестве железорудной базы для строительства металлургического завода на Дальнем Востоке рассматриваются месторождения Кимканское и Сутарское (Малохинганский железорудный район в Хабаровском крае). Гаринское (Селемджинский железорудный район в Амурской области), Таежное, Пионерское и Сиваглинское (Алданский железорудный район в Южной Якутии) с общими запасами по категориям $A+B+C_1$ 1526 млн. т, по категории C_2 — 825,1 млн. т руды. Для освоения перечисленных месторождений требуются большие капитальные вложения, что во многом связано с весьма неудобным их размещением, особенно с удаленностью Алданских месторождений от места предполагаемого строительства металлургического завода в Амурской области. В последнее время идет интенсивная оценка Чаро-Токкинского железорудного района и Олекмо-Амгинской аномальной зоны. Запасы, хотя и бедных железных руд здесь значительны, но удаленность от будущего завода также велика.

В заключение следует отметить, что имеются вполне реальные возможности обеспечения дальневосточной металлургии необходимым сырьем за счет ресурсов приамурской части Дальнего Востока. Представление о невысоких перспективах рассматриваемой территории на железные руды не обоснованы, так как процесс поисков месторождений находится в начальной стадии. Он потребует больших усилий и затрат не только в связи со сложностью строения распространенных здесь железорудных месторождений, но и в связи с общей недостаточной изученностью территории. Наряду с интенсивными работами на наиболее перспективных рудопроявлениях, аномалиях, узлах, необходимы и широкие площадные исследования, особенно в наименее изученных северных районах Амурской области. В условиях расчлененного рельефа и меняющейся мощности рыхлых отложений, перекрывающих коренные породы, поиски должны сопровождаться проверкой буровыми работами, тем более, что на рассматриваемой площади вероятны в основном месторождения среднего и малого объемов. Не могут считаться окончательными отрицательные заключения по результатам заверки ряда магнитных аномалий единичными скважинами (особенно при слабом геодезическом обеспечении). Необходимо проведение более интенсивных работ на железо в северной и центральной частях Амурской области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Архипов Г. И. Палеозойский интрузивный магматизм Амуро-Селемджинского междуречья и его отношение к железоруденению. — Геология и геофизика, 1977, № 1, с. 57—67.
2. Архипов Г. И., Нечкин Г. С. О природе железоруденения в Амуро-Селемджинском междуречье. — Геология и геофизика, 1975, № 9, с. 136—143.
3. Нечкин Г. С. О метасоматической зональности на Гаринском железорудном месторождении. — Сообщ. ДВФ СО АН СССР, вып. 20, 1963, с. 23—26.
4. Нечкин Г. С. Метасоматические формации Гаринского рудоносного интрузивного комплекса. — В кн.: Магматические и метаморфические комплексы Дальнего Востока СССР. Хабаровск, 1967, с. 187—190.
5. Нечкин Г. С., Плотников И. А. Опыт прогнозной оценки железорудных районов Приамурья. — В кн.: Основы научного прогноза месторождений рудных и нерудных полезных ископаемых. М., 1971, с. 257—259.
6. Нечкин Г. С., Плотников И. А. К металлогении железа Приамурья. — В кн.: Основные проблемы металлогении Тихоокеанского рудного пояса (материалы к VI Всесоюз. металлоген. совещ.). Владивосток, 1971, с. 294—295.

7. Объяснительная записка к структурно-формационной карте северо-западной части Тихоокеанского подвижного пояса масштаба 1 : 500 000. Гл. ред. Л. И. Красный. Л., 1973.
8. Плотников И. А. Железо- и марганцеворудные месторождения и проявления Хабаровского края и Амурской области, их место и время в геотектоническом развитии региона. — В кн.: Вопросы геологии осадочных формаций юга Дальнего Востока. Владивосток, 1973, с. 5—19.
9. Роль метасоматоза, регионального и контактового метаморфизма в формировании железных руд Селемджинского района/Г. И. Архипов, Г. С. Нечкин, Е. А. Панских, К. М. Меркурьев. — В кн.: Литология и минералогия метаморфических комплексов Дальнего Востока. Чита, 1976, с. 83—95.

УДК 553.078 : 551.243 (575.2)

М. А. ФАВОРСКАЯ, Г. С. ГОЛЬДВЕРТ,
А. Н. ЛОБАНЧЕНКО (ИГЕМ АН СССР)

Металлогеническое значение меридиональных дислокаций территории Киргизии

За последнее десятилетие накоплен большой фактический материал по ряду различных регионов, свидетельствующий о важнейшей роли скрытых систем нарушений широтного и меридионального простираения в размещении значительных по размерам рудных месторождений. Подобные структуры, ранее охарактеризованные М. А. Фаворской и др. [7, 20, 21], получили название рудоконцентрирующих. Определяющее значение подобных систем нарушений в истории развития Земли отмечено также В. В. Белоусовым [2], предложившим называть их зонами диастрофизма.

Проблема заключается в том, что вследствие фрагментарности проявления их на поверхности нередко о них можно судить только по ряду косвенных признаков; в результате присутствие таких зон обычно ускользает от внимания тектонистов и их выявление требует специального анализа. К числу территорий, где структурной и металлогенической роли ортогональной системы скрытых зон нарушений все еще уделяется мало внимания, относится Киргизия [6].

В недавно опубликованной сводной работе по региональным разломам Среднего и Южного Тянь-Шаня [24] дается обширный обзор литературы по указанному вопросу, при этом основное место отводится нарушениям широтного, северо-западного и северо-восточного направлений. В металлогенических концепциях на передний план также выдвигаются диагональные структуры [8]. Субмеридиональные системы нарушений выделяются преимущественно в зоне, прилегающей к Каспийской низменности.

В книге приводятся также геофизические данные, позволяющие установить «просвечивающие» разломы северо-восточного простираения. Разломы этого направления рассматриваются рядом авторов как главные поперечные антитяньшаньские нарушения [3, 6]. По данным О. М. Борисова [3], «Поперечный глубинный разлом Тянь-Шаня», имеющий в основном северо-восточное простираение, на отдельных участках в Таласском Алатау принимает меридиональное простираение.

Близкие к меридиональным скрытые системы нарушений выделены в Средней Азии при дешифрировании космических снимков и морфоструктурном анализе рельефа [10, 11, 18]. В частности, В. Д. Скарятиным [18] выделен линеамент, прослеживающийся на территории

Киргизии от Памира (в зоне меридиана 74°). Его условная граница проведена вдоль меридиана $74^\circ 50'$ [6], к востоку от которой расположены выступы фундамента Таримского массива; в числе отдельных отрезков меридиональных разломов непосредственно восточнее 72° в. д. отмечен изгиб Кассанского широтного разлома.

Несмотря на скудность прямых сведений о меридиональных системах нарушений сквозного типа в Киргизии, есть основания предположить, что они играют весьма существенную роль в данном регионе. Этот вывод опирается в первую очередь на принадлежность названной территории к Индо-Памирской глубинной меридиональной зоне, выделенной Б. А. Петрушевским [14, 15].

Сложное строение территории, расположенной к востоку от Уральского хребта, неоднократно привлекало внимание тектонистов. Одним из первых подчеркнул планетарное значение Урало-Сибирского меридионального пояса Н. П. Херасков [23]; он указал, что этот пояс вызывает в Зауралье крупнейшую виргацию широтных структур, принадлежащих зоне Тетиса. Однако Н. П. Херасков не рассматривал подробно его природу.

Б. А. Петрушевский [15] определил южную часть названного пояса как широкую систему долгоживущих глубинных разломов, проявляющуюся, в частности, в строении дна Индийского океана, в структурах докембрия Индийского щита, в мезо-кайнозойском магматизме Декана и современной сейсмической активности. Вместе с тем в своих ранних работах он не указывал на глобальное значение выделенной им структуры, отметив ее продолжение за пределы Средней Азии в Казахстан только в предположительной форме.

Анализ новых данных [22] позволил дополнить представления Б. А. Петрушевского и, в частности, привести дополнительные аргументы, свидетельствующие о продолжении Индо-Памирской глубиной структуры на север не только через Центральный Казахстан, но и через Западно-Сибирскую плиту. Эта глобальная система нарушений была условно названа М. А. Фаворской [22] зоной Хребет Чагос — Карское море. Являясь областью сопряжения широтных и меридиональных разломов, последняя отличается особо сложным строением и интенсивным проявлением рудогенеза. В ее пределах рудоконцентрирующая роль в первую очередь принадлежит меридиональным скрытым системам нарушений.

Местами весьма существенное значение имеют и широтные нарушения. К последним относятся многие хорошо известные разломы, например, «важнейшая структурная линия Тянь-Шаня» [3]. Что касается меридиональных дислокаций, то они достаточно уверенно выделяются в настоящее время на Памире, главным образом на основании работ Л. Н. Афиногеновой [1], и подтверждаются геофизическими данными в Казахстане [2] и на Западно-Сибирской плите [19]. В то же время, как отмечалось, в пределах крупного звена упомянутой глобальной зоны, отвечающего Киргизии, меридиональные структуры остались по существу не изученными.

В связи с изложенным авторы данной статьи поставили перед собой задачу выявить и охарактеризовать системы скрытых меридиональных нарушений на территории Киргизии и рассмотреть вопрос об их металлогеническом значении в свете полученных новых данных о геологической природе глобальной зоны Хребет Чагос — Карское море в целом.

Комплекс методов, позволяющих выявить скрытые системы нарушений рудоконцентрирующего типа, недавно описан на примере территории Приморского края [12]. Главнейшими из них являются морфо-

структурный анализ, специальный анализ геофизических данных и составление карты геологических аномалий. Особенности использования морфоструктурного метода для тектонических и металлогенических построений изложены в специальной монографии [5]. В данном случае морфоструктурному анализу подверглись топографические карты среднего масштаба. При этом особое внимание было уделено изучению выраженности линеаментов меридионального простираия. В результате удалось установить, что признаком последних являются такие структурные формы рельефа, как эрозионно-тектонические уступы, прямолинейные отрезки antecedentных речных долин, цепочки седловин и др. Особый интерес представляют линейно расположенные в меридиональном направлении геоморфологические аномалии, например, резкие изменения простираий речных долин и осей водоразделов, которые фиксируют глубинные неоднородности [4].

При анализе гравимагнитных полей Киргизии основное внимание исследователей до недавнего времени привлекали аномалии, обусловленные хорошо изученными по геологическим признакам структурами субширотного, северо-западного и северо-восточного простираий [9]. При этом было установлено, что на долю субмеридиональных направлений в интервале 160° — 180° приходится всего 4% аномалий в магнитном и 7% в гравитационном полях. Однако геологический и тектонический анализы упомянутых данных осуществлялись в основном по картам мелкого масштаба, на которых меридиональные простираия структур затушевываются влиянием более отчетливых, хотя, возможно, и более поверхностных аномалиеобразующих объектов других простираий. Только с появлением детальных геофизических карт было обращено внимание на расположение ряда локальных аномалий вдоль меридиональных линейных аномальных зон, прослеживающихся на десятки, а иногда и на сотни километров и секущих более четко выраженные структуры других направлений.

Для выделения аномальных зон по геофизическим признакам нами использованы следующие материалы:

1. Аномальное магнитное поле (ΔT_a) без трансформаций (пересчетов) на различные уровни, так как оно в большей мере отражает структуру верхней части земной коры (10—15 км).

2. Региональное гравитационное поле, представляющее собой пересчет на высоту 10 км исходного гравитационного поля в неполной топографической редукции (при плотности промежуточного слоя $\sigma = 2,67 \text{ г/см}^3$). Оно отражает плотностные неоднородности в средней и нижней частях земной коры, а также в верхней мантии.

3. Трансформированное гравитационное поле, представляющее собой разность исходного поля и пересчитанного на высоту 10 км. Это поле преимущественно отражает влияние аномалиеобразующих объектов верхней части земной коры.

Изучение геологических аномалий с помощью разработанного нами метода [12] проводилось на основе геологических карт более крупного масштаба по сравнению с итоговой. В качестве наиболее важных аномальных признаков учитывались: 1) изменения простираия осей складок в мезо-кайнозойских, средне- и позднепалеозойских, раннепалеозойских и протерозойских образованиях; 2) меридиональные границы мезо- и кайнозойских наложенных впадин; 3) меридионально вытянутые формы крупных гранитных массивов или соответствующее простираие их контактов; 4) цепочки массивов ультраосновного, основного и щелочного состава; 5) фрагменты меридиональных разломов или сложные узлы пересечения разнонаправленных разломов.

Рис. 1. Карта аномального магнитного поля (ΔT_a)

1—2 — изолинии значений поля: 1 — положительные, 2 — отрицательные; 3—4 — интенсивные аномалии; 5 — границы аномальных зон меридионального простирания, выделенные: а — уверенно, б — предположительно (направление смещения указывает область зоны)

Наряду с геологическими признаками анализировались данные о сейсмической активности и расположении эпицентров глубокофокусных землетрясений, свидетельствующие о продолжающейся до настоящего времени тектонической активности выделенных зон.

Следует отметить, что здесь, как и в случае с геоморфологическими аномалиями, мы имеем дело с линейно расположенными резкими изменениями простираний структурных элементов, видимо, трассирующими наиболее глубинные неоднородности. Еще одним признаком подобных неоднородностей являются выходы гипербазитов. Анализ геологических аномалий особенно интересен тем, что позволяет подойти к вопросу об эволюции рассматриваемых зон во времени.

Проведенные исследования позволили авторам построить соответствующие схемы. При оценке сравнительной значимости выделяемых аномальных зон мы немаловажную роль отводим характеру их выраженности и на расположенных южнее территориях, в первую очередь на Памире; приняты во внимание и геофизические данные по Казахстану.

Наибольшей сложностью и пестротой характеризуется строение верхней части земной коры, отраженное в магнитном поле и трансформированном поле силы тяжести (рис. 1 и 2). Первое, что бросается в глаза при сравнении этих двух схем, — отчетливо выраженный меридиональный «коридор», расположенный к западу от оз. Иссык-Куль. Как в магнитном, так и в трансформированном гравитационном полях ему соответствуют относительно пониженные значения с преобладанием отрицательных аномалий. Интенсивные отрицательные аномалии в пределах «коридора» единичны, они приурочены к его обрамлению и вытянуты в широтном направлении. К западу от «коридора» еще одна подобная, но более узкая полоса намечается на долоте гор. Джамбула. Она более отчетлива в магнитном поле, в поле силы тяжести ее южная часть значительно сужена по отношению к северной.

Восточная половина площади в магнитном поле сравнительно однородна, причем отмечается сгущение как положительных, так и отрицательных аномалий. Меридионально вытянутый блок слабо дифференцированного поля, подобный «коридорам», намечается только к юго-востоку от восточного окончания оз. Иссык-Куль. Однако в поле силы тяжести (см. рис. 2) аналогичный блок расположен западнее.

Для меридиональных зон между «коридорами» характерны резко дифференцированные по интенсивности участки с высокими отрицательными и положительными значениями аномалий гравитационного и магнитного полей ($+3$ мЭ и более и -3 мЭ и менее) и специфическим сгущением аномалий. На границах аномальных зон меридионального направления нередко наблюдается резкое затухание интенсивности положительных или отрицательных аномалий, а также смещение простирания изолиний или осей аномалий в плане.

Самая западная зона I имеет ширину 60—70 км и прослеживается на территории Узбекистана и Киргизии. На Памире она отчетливо выражена почти всеми перечисленными выше признаками геологических аномалий и, согласно Л. Н. Афиногеновой [1], отвечает по своему положению Даршайскому шву. К западу от последнего, в долине р. Пяндж и далее на

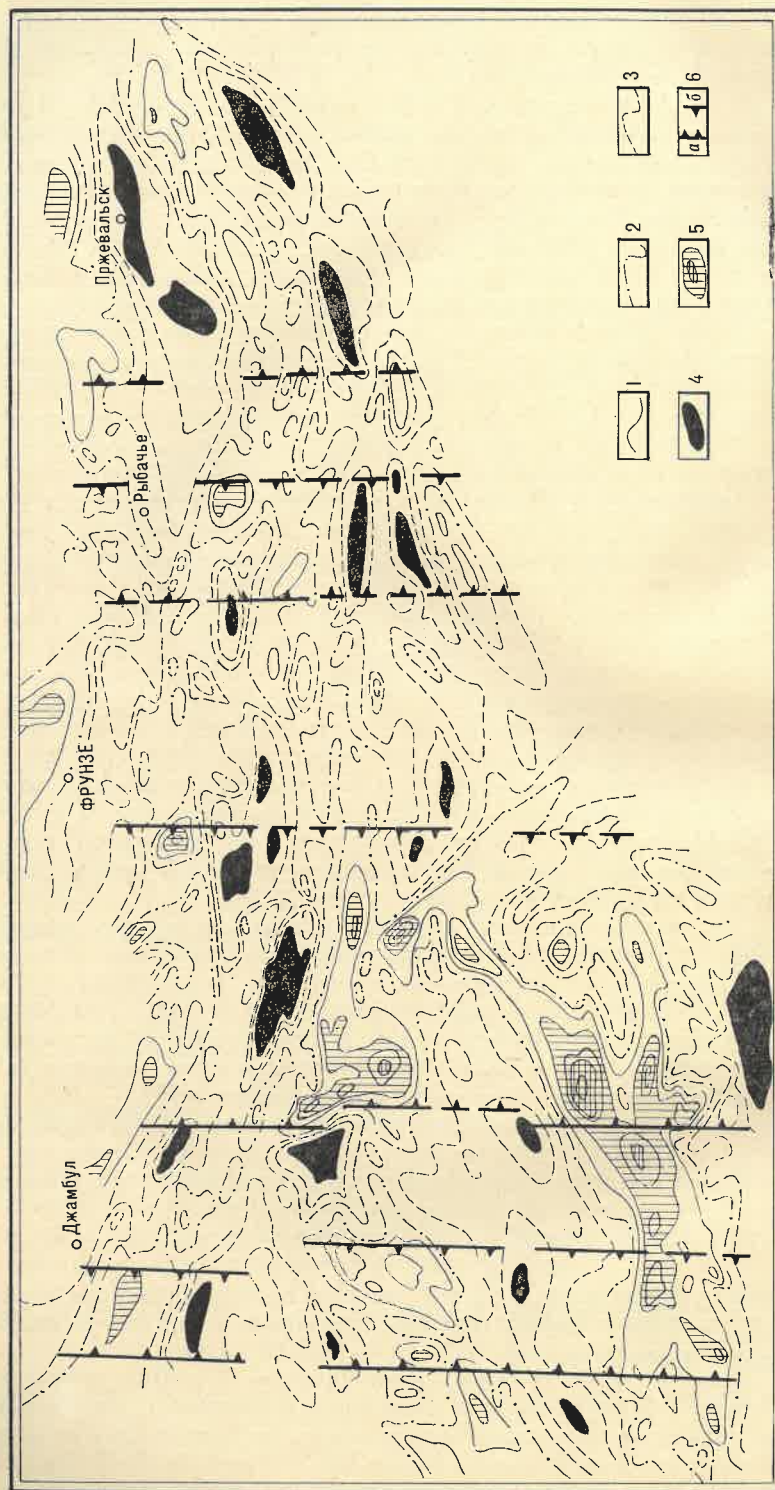


Рис. 2. Карта трансформированных (локальных) аномалий гравитационного поля

1—3 — изолинии значений поля: 1 — положительных, 2 — нулевых, 3 — отрицательных; 4—5 — интенсивные аномалии: 4 — отрицательные, 5 — положительные; 6 — границы аномальных зон меридионального простирания, выделенные: а — уверенно, б — предположительно (направление стрелки указывает область зоны)

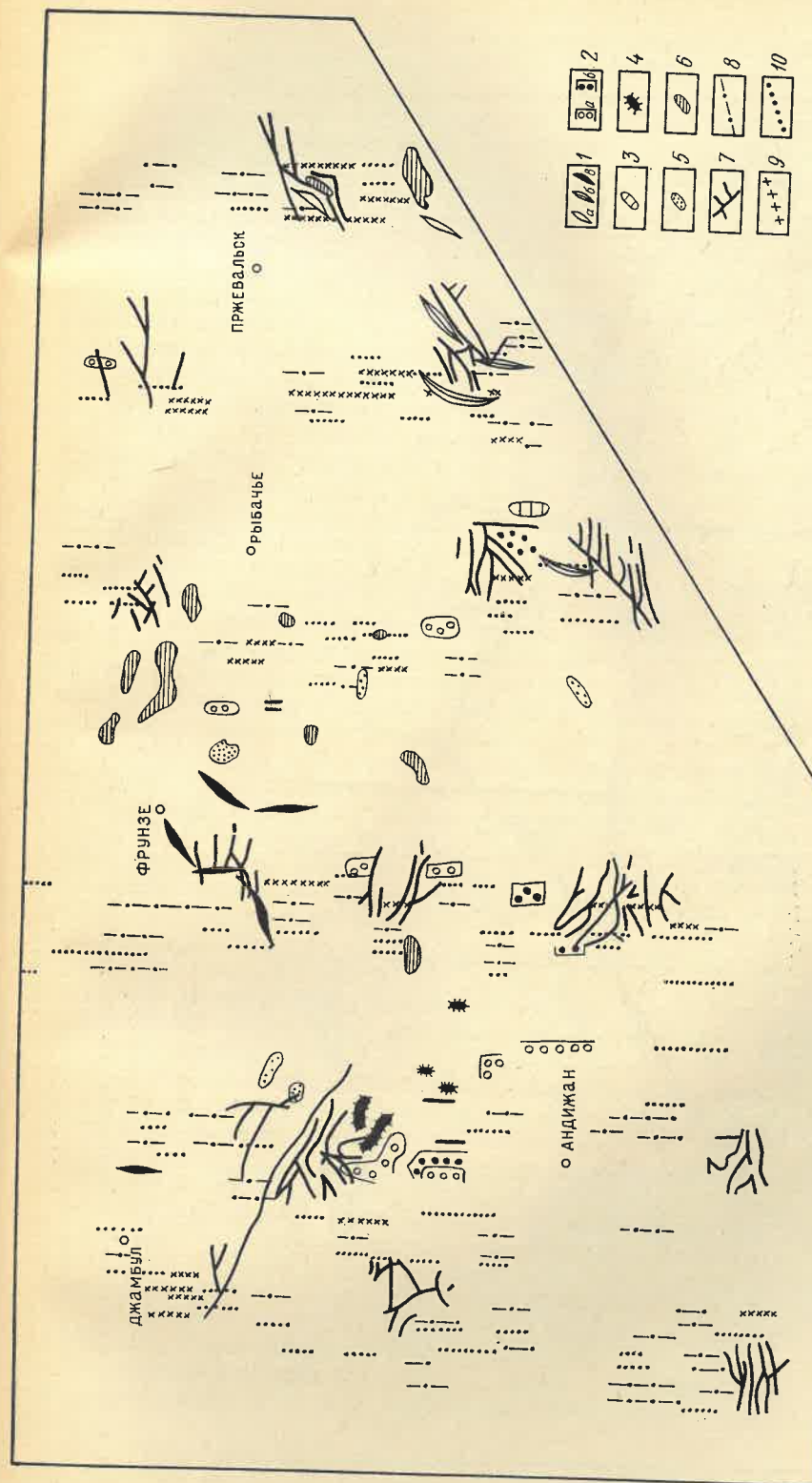


Рис. 3. Геологические и геоморфологические аномалии, трансформирующие скрытые меридиональные системы нарушений

1 — простирание осей складок: а — в мезозойских, б — в кайнозойских; 2 — в раннепалеозойских и позднепалеозойских; 3 — массивы гранитов, вытянутые в меридиональном направлении; 4 — выходы габбро; 5 — выходы габбро; 6 — выходы габбро; 7 — узлы пересечения разнонаправленных разломов; 8 — прямонаправленные участки антиклинальных участков; 9 — скрытые разломы, фиксируемые по изменению простирания долин и водоразделов; 10 — эрозивно-тектонические уступы

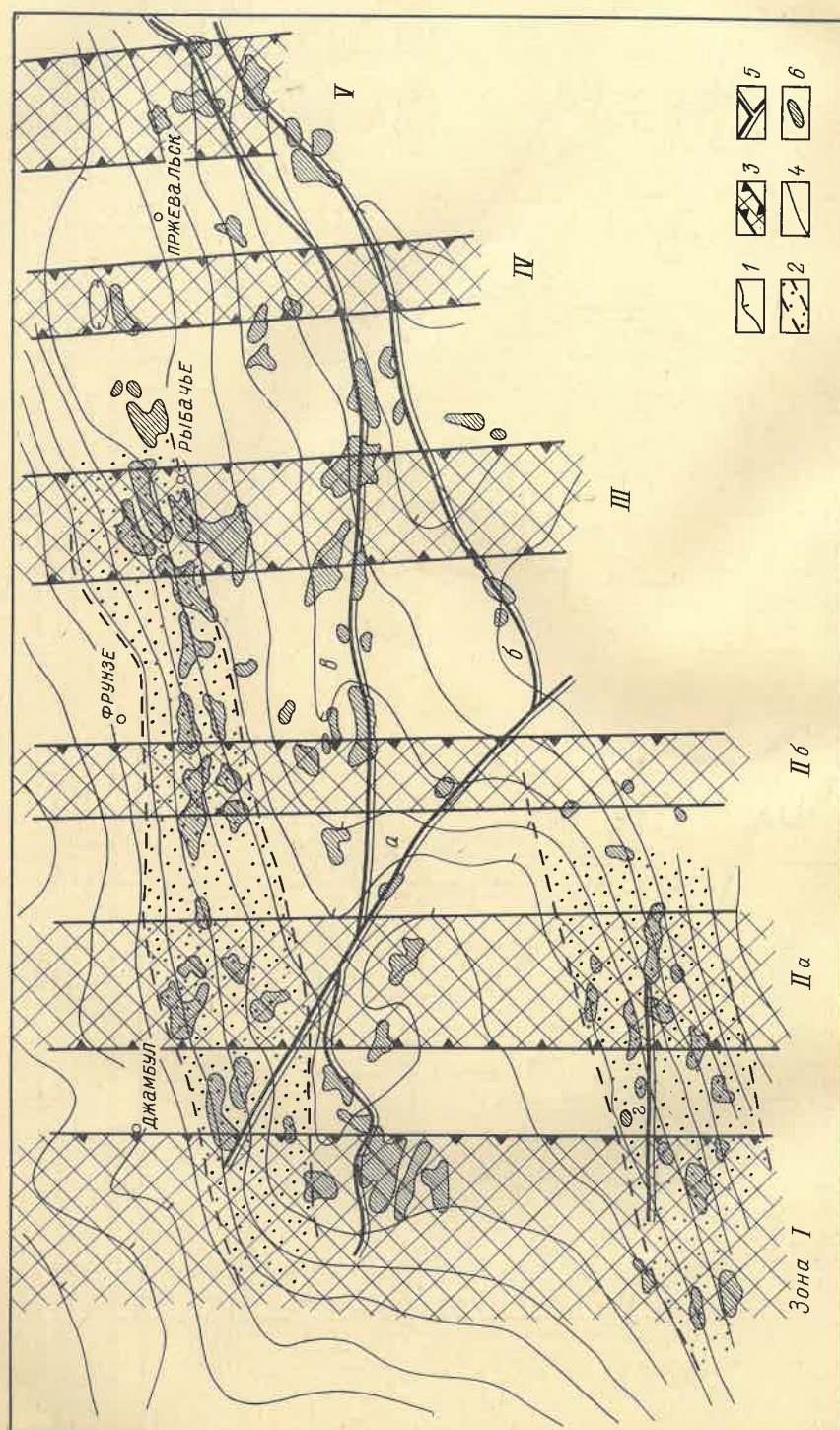


Рис. 4. Сопоставление скрытых меридиональных систем нарушений с элементами глубинной неоднородности и участками рудной минерализации. 1 — изолинии регионального гравитационного поля (штрихи направлены в сторону убывания поля); 2 — зоны высоких градиентов регионального гравитационного поля; 3 — аномальные зоны меридионального простираения выделенные по всем использованным признакам; 4 — внутренние границы, разделяющие наиболее широкие аномальные зоны; 5 — основные глубинные разломы: а — Таласо-Ферганский, б — Атбашско-Интыльчекский, в — Атбашско-Интыльчекский, г — Атбашско-Интыльчекский; 6 — участки проявления рудной минерализации (линия Николаева), 7 — Южно-Ферганский, 8 — Южно-Ферганский.

афганской территории, наблюдается мощная полоса меридиональных разломов, сопровождающаяся соответствующим разворотом складок.

Севернее 39° с. ш. признаки зоны I вуализуются отложениями Ферганской депрессии, но продолжение ее на территории Киргизии фиксируется участками повышенной сейсмичности, эпицентрами глубокофокусных землетрясений, узлами пересечения разломов и отдельными линеamentами, выраженными фрагментарно в геоморфологических признаках (рис. 3). В числе их меридиональные отрезки долин рек Исфара, Сох, левых притоков Таласа и др., эрозионно-тектонические уступы на склонах Таласского и Туркестанского хребтов, прогибы, разделяющие отдельные хребты. Ширина зоны, устанавливаемая по геоморфологическим признакам, колеблется от 70 до 30 км, что связано с присущим большинству структур описываемого типа кулисообразным расположением отдельных звеньев.

Резкие коленообразные изгибы простираций речных долин свидетельствуют о значительной глубине заложения зоны I, что подтверждается характером регионального поля силы тяжести (рис. 4), изолинии которого, попадая в сферу влияния зоны I, резко изгибаются и приобретают меридиональное простираение; восточнее значения горизонтального градиента понижены, здесь преобладают изолинии северо-восточного и широтного направлений.

В аномальной зоне II обращают на себя внимание существенные различия на схемах (рис. 1 и 2 с одной стороны и рис. 3 — с другой). Так, в трансформированном гравитационном и магнитом полях (см. рис. 1 и 2) зона II достигает ширины около 180 км, являясь в значительной степени однородной. Западная ее граница четко фиксируется на севере по резкому затуханию магнитного поля к зоне II с запада, что выражается в виде протяженной меридиональной изолинии поля.

Однако по геологическим и геоморфологическим признакам (см. рис. 3) зона II выглядит не столь монолитной и подразделяется на подзоны IIa и IIб. Подзона IIa, подобно зоне I, прослеживается на территории Киргизии от Памира, где общая ее ширина достигает 100 км. На Памире по геологическим признакам она подразделяется еще на две системы нарушений, разделенные в осевой части более стабильной полосой шириной около 15 км. При переходе в Предпамирский прогиб и далее на север (до Южного Тянь-Шаня) подзона IIa становится не отчетливой и обнаруживается только по отдельным элементам рельефа, участкам повышенной сейсмичности и эпицентрам глубокофокусных землетрясений.

Подзона IIa вновь отчетливо проявляется в Южном Тянь-Шане, где, как и на Памире, разделена осевой меридиональной структурой на западную и восточную половины. Осевая часть выражена прогибом, в пределах которого обнажаются выходы карбона. В прогибе наблюдаются цепочка изолированных впадин с более молодыми свитами карбона и меридионально простирающийся выход пермских отложений. При подходе к прогибу прерываются и пояса вулканических пород, и субширотные цепочки гипербазитовых массивов, распространенные западнее. Восточная часть подзоны IIa трассируется здесь полями эффузивов основного и среднего состава и немногочисленными мелкими телами гипербазитов и диабазов. При подходе к ней с востока наблюдается погружение осей варисских складок, а при подходе с запада по меридиональному контакту обрывается Ферганская наложенная впадина.

На территории Северного Тянь-Шаня наблюдаются фрагменты меридиональных разломов и меридиональные простираения складок в синийских отложениях. Вдоль западного обрамления подзоны IIa распо-

ложена наложенная впадина с меридиональным обрамлением, в пределах которой с востока на запад последовательно сменяются юрские, меловые и палеогеновые осадки. Внутри впадины отдельные границы разновозрастных пород имеют меридиональное простирание.

Для западной части описываемой зоны характерно также развитие магматических образований. Здесь присутствуют многочисленные мелкие выходы гипербазитов и покровы лав андезитового и базальтового состава, отмечены отдельные небольшие массивы габброидов и сиенитов. Меридиональные направления на этом участке подчеркиваются положением длинной оси наложенной впадины пермских отложений и отдельными фрагментами разломов меридионального простирания.

Следует также отметить, что скрытая система нарушений (подзона IIa) на территории Тянь-Шаня совпадает с областью повышенной сейсмической активности [17], приуроченной к ряду участков севернее сороковой параллели; здесь же расположены многочисленные эпицентры глубокофокусных землетрясений.

Большинство перечисленных геологических признаков (выходы гипербазитов, погружения осей складок и т. п.) свидетельствует о значительной глубине заложения подзоны IIa. Кроме того, приведенные данные позволяют заключить, что глубинные неоднородности, сопутствующие подзоне, существовали уже в синии. Следует также отметить, что несмотря на слабую выраженность в региональном поле силы тяжести Киргизии, подзона IIa фиксируется по геофизическим данным далеко на севере на территории Казахстана [13].

Геоморфологическими признаками выделения подзоны IIa служат простирание ряда речных потоков, дренирующих северный и южный склоны Киргизского и Таласского хребтов, а также отдельные тектонические уступы на отрогах этих хребтов. Плотность развития меридиональных линеаментов на этом участке невелика; южнее, в Ферганской впадине, зона практически не прослеживается; она вновь становится отчетливой в пределах хр. Кичик-Алай.

Подзона IIb отделена от предыдущей областью поднятий в палеогене (при подходе к ней выклиниваются палеогеновые наложенные впадины). Ширина ее по геологическим признакам 25 км. Подобно описаным выше, названная подзона прослежена на Памире по геологическим аномалиям. На территории Киргизии она отвечает границе переработанной окраины Таримского массива, которая трассируется разворотом складок ордовика в меридиональном направлении, торцовым окончанием юрских и третичных наложенных впадин, узлами пересечения разломов и выходами гипербазитов. С запада к подзоне IIb прилегает меридионально вытянутый участок повышенной сейсмической активности.

По сравнению с подзоной IIa подзона IIb является, видимо, более глубоинной, так как на карте регионального гравитационного поля (см. рис. 4) ее средняя часть фиксируется интенсивной гравитационной ступенью меридионального простирания. Слабая выраженность этой аномалии севернее и южнее объясняется влиянием гравитационных ступеней (областей высоких значений горизонтальных градиентов поля) восток-северо-восточного и широтного простираний.

Обращает на себя внимание обилие геоморфологических признаков, присущих подзоне IIb на территории Киргизии и позволяющих проследить ее далеко за пределами этого региона на север и на юг. Среди них в первую очередь назовем меридиональные отрезки речных долин. Плотность распространения меридиональных линеаментов падает в пределах Сусамырской впадины, а южнее, в сторону antecedentного участка долины р. Нарын, вновь возрастает.

В целом подзона IIb представляет собой относительно погруженный участок рельефа с характерной фрагментарностью и колебаниями по ширине и степени сгущения меридиональных линеаментов. В местах пересечения ее с крупнейшими диагональными разломами Тянь-Шаня наблюдается как бы смещение отдельных звеньев зоны.

Зона III, расположенная на окраине Таримского массива, является прямым продолжением мощной зоны разворота складок в меридиональном направлении, наблюдаемой южнее, на территории Китая. Уходя за пределы Киргизии на север, она проявляется в геофизических полях в Казахстане. Ширина зоны от 40 до 65 км.

На территории Киргизии зона III характеризуется наличием меридиональных границ в местах выклинивания мезозойских и третичных широтных наложенных впадин, погружением осей складок или их разворотом в меридиональном направлении, выходами щелочных пород и меридиональной вытянутостью крупных гранитных массивов. Существенная тектоническая роль и значительная глубина заложения зоны III подтверждаются тем, что в ее пределах северо-западное простирание разломов меняется на северо-восточное.

К югу от 43° с. ш. к зоне III приурочен эпицентр глубокофокусного землетрясения. Южная часть зоны и геофизическими, и геоморфологическими признаками выражена слабее, чем северная. Последняя характеризуется наличием ряда тектонических уступов и прямолинейных долин, среди которых наиболее значительно antecedentное Боомское ущелье, заложное по прогибу, разделяющему хребты Киргизский и Кунгей-Ала-тоо. В южной части зоны большинство линеаментов выражено в виде уступов, которые служат границами блоков с различной ориентировкой структурных элементов. Наиболее значительным линеаментом здесь является меридиональный участок хр. Кокшаал-Тау. В целом для рельефа зоны III, как и для предыдущих, характерно преобладание опущенных участков.

Зона IV, охватывающая восточную часть оз. Иссык-Куль, по геофизическим и геологическим признакам имеет ширину до 80 км. При этом такие геологические признаки, как разворот герцинских складчатых структур в меридиональном направлении, меридиональные границы третичных наложенных впадин и фрагменты меридиональных разломов (см. рис. 3), отмечаются преимущественно в восточной части зоны, а геофизические — в западной. Среди последних — появление на границах зоны в трансформированном гравитационном поле изолиний меридионального простирания небольшой протяженности и интенсивных отрицательных аномалий поля (см. рис. 2). Для магнитного поля (см. рис. 1) характерны резкие изменения простирания осей аномалий. В региональном гравитационном поле (см. рис. 4) западная часть зоны выражена в изменении простирания изолиний с северо-восточного на широтное и юго-восточное.

Судя по геоморфологическим признакам, большая часть линеаментов этой зоны представляет собой совокупность отдельных прямолинейных отрезков долин и эрозионно-тектонических уступов, имеющих большую (до первых сотен метров) амплитуду вертикального перемещения, которые чаще всего приурочены к местам изменения простирания водоразделов и речных долин. В целом зона IV выражена относительно слабее, чем другие.

Зона V расположена примерно в 60 км к востоку от предыдущей, будучи отделена от нее протяженным прогибом. Ширина ее от 55 до 70 км. По геологическим признакам она особенно отчетливо наблюдается к северу от государственной границы, т. е. там, где развиты интрузивы щелочного состава, а оси мезозойских складок испытывают резкие

виргации. В трансформированном гравитационном поле наиболее интенсивны отрицательные аномалии. Судя по геоморфологическим данным, плотность сгущения тектонических линеаментов в пределах зоны низкая. Подобное сгущение отмечается на северном склоне хр. Куйлю — от одноименного пика на западе до протяженного antecedentного отрезка долины р. Сарыджаз на востоке. По долине этой реки проходит граница блоков с различным морфоструктурным планом. Вдоль восточной границы зоны меняется простирание хр. Кокшаал-Тау с широтного на субмеридиональное.

Кроме аномальных зон меридионального простирания по региональному гравитационному полю (по сгущению изолиний) выделены две субширотные зоны (см. рис. 4) — южная и северная. Южная имеет выдержанное восток-северо-восточное простирание, а северная при близком к широтному простирании отдельных участков имеет направленные к северу изгибы изолиний над меридиональными зонами I, IIa и III. Субширотные аномальные зоны не фиксируются в гравимагнитных полях, характеризующих аномалиеобразующие объекты, расположенные в верхней части земной коры. Очевидно, природа этих зон обусловлена плотностными неоднородностями средней и нижней частей земной коры и, возможно, верхней мантии. Вместе с тем, судя по соответствующим изолиниям в северной зоне (см. рис. 4), и они испытывают влияние глубинных меридиональных систем нарушений.

В заключение отметим некоторые общие особенности проявления скрытых систем нарушений на территории Киргизии и за ее пределами.

1. Большинство выделенных зон характеризуются значительной протяженностью и прослеживаются далеко на юг за пределы Киргизии, где они, как правило, имеют более четко выраженные геологические признаки. По геофизическим данным [13] зоны IIa, III и V прослеживаются севернее, в Казахстане. Эти зоны, а также зона I отражены в региональном гравитационном поле.

2. Сравнительно узкие зоны скрытого типа шириной 60—70 км наиболее уверенно выделяются в восточной части Киргизии, в то время как на западе магнитные и трансформированные гравитационные аномалии образуют относительно однородную полосу шириной около 180 км. Аномалии, отображающие неоднородности верхней части земной коры, в целом более разнообразны и многочисленны по сравнению с теми, которые являются следствием глубинных неоднородностей.

3. Изменения простирания осей складок как в древнейших, так и в более поздних отложениях территории Киргизии позволяют утверждать, что влияние меридиональных систем нарушений ощущалось уже в сини и в дальнейшем неоднократно возобновлялось вплоть до настоящего времени.

4. Все перечисленные геоморфологические, геофизические и геологические признаки, как правило, не являются постоянными, становясь по простиранию структур то более, то менее четкими, иногда почти совсем исчезая или сменяясь другими признаками. Иными словами, большинство аномальных зон носят прерывистый, фрагментарный характер, местами наблюдается кулисообразное расположение отдельных звеньев. В целом рассматриваемая территория, приуроченная к меридиональной зоне глобального масштаба, изобилует фрагментарными линеаментами того же простирания. Тем не менее трансрегиональные глубинные системы нарушений, в отдельных случаях достигающие ширины 200 км, выделяются достаточно уверенно.

Что касается широтных разломов, образующих наряду с меридиональными ортогональную систему, то на территории Киргизии многие из них выступают как крупнейшие структурные элементы, отчетливо

проявленные на земной поверхности. Вместе с тем есть и такие широтные зоны, которые могут быть отнесены к числу скрытых. Они обнаруживаются в региональном гравитационном поле, по расположению цепочек щелочных массивов, по простиранию их длинных осей (см. рис. 3 и 4) и т. д.

Рассмотрим металлогеническое значение меридиональных и широтных структур. В восточной части площади поля повышенной рудоносности (см. рис. 4) отчетливо контролируются зонами III и V; что касается зоны IV, то она значительно уступает им по своему значению. Следует напомнить, что эта зона по всем признакам наименее выразительна по сравнению с остальными. В западной части площади картина в целом более сложная. Так, здесь наряду с зонами I и II еще более ощутим контроль оруденения упомянутыми выше субширотными глубинными зонами. Особенно интересны узлы пересечения последних со скрытыми структурами, ограничивающими зону II с запада и востока.

В контроле оруденения, кроме того, участвуют Талассо-Ферганский, Атбаши-Иныльчекский глубинные разломы и так называемая Структурная линия Николаева. Положение полей повышенной рудоносности в пределах зоны V определяется узлами ее пересечения с Атбаши-Иныльчекским разломом и Структурной линией Николаева.

Таким образом, выделение скрытых аномальных зон меридионального простирания на территории Киргизии позволило вскрыть новые особенности ее строения, тесно связанные с ее принадлежностью к Индо-Памирской глубинной зоне и играющие существенную роль в размещении рудной минерализации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Афиногенова Л. Н. Поперечные структуры Памира и их рудоконцентрирующее значение. — Изв. АН ТаджССР. Отд. физ.-мат. и геол.-хим. наук, 1973, № 3 (49), с. 85—92.
2. Белоусов В. В. Об упорядоченности в расположении зон диастрофизма на материках. — Геотектоника, 1977, № 5, с. 44—52.
3. Борисов О. М. О поперечном глубинном разломе Тянь-Шаня. — Узб. геол. журн., 1962, № 2, с. 5—17.
4. Волчанская И. К. Аномалии морфоструктурного плана горных областей и связь их с магмо- и рудоконтролирующими структурами. — В кн.: Структурная геоморфология горных стран. Мат.-лы к X пленуму Геоморфологической комиссии АН СССР. Фрунзе, Илим, 1973, с. 57—58.
5. Волчанская И. К., Кочнева Н. Т., Сапожникова Е. Н. Морфоструктурный анализ при геологических и металлогенических исследованиях. М., Наука, 1975.
6. Геология СССР, т. XXV. Киргизская ССР. Геологическое описание, кн. 2. М., Недра, 1972.
7. Глобальные закономерности размещения крупных рудных месторождений/М. А. Фаворская, И. Н. Томсон, В. А. Баскина и др. М., Недра, 1974.
8. Закономерности распределения олова и ртути в герцинидах Кокшаала/Н. И. Дорошенко, В. А. Кабо, А. С. Крючков и др. — Сов. геология, 1977, № 3, с. 68—84.
9. Кнауф В. И., Лобанченко А. Н., Маринченко Г. Г. Опыт анализа взаимоотношений геофизических полей и региональных геологических структур Тянь-Шаня. — В кн.: Тектоника допалеозойских и палеозойских толщ Тянь-Шаня. Фрунзе, Илим, 1970, с. 143—158.
10. Кочнева Н. Т., Томсон И. Н., Полуэктов В. Н. Основные элементы орогенной тектоники Тянь-Шаня и Памира по морфоструктурным и космогеологическим данным. — Сов. геология, 1978, № 7, с. 64—77.
11. Макаров В. И. Дешифрируемость тектонических структур областей молодого эпиплатформенного горообразования на космических снимках Земли. — Изв. вузов. Геол. и разв., 1973, № 7, с. 67—74.
12. Новые принципы металлогенических прогнозов на территории Приморья/М. А. Фаворская, В. А. Баскина, И. К. Волчанская и др. М., Наука, 1977.
13. Особенности расположения и строения глубинных разломов Казахстана по геофизическим данным/Г. Р. Бекжанов, Ю. А. Колмогоров, Н. Я. Куниин и др. — В кн.: Геофизические исследования в Казахстане. Мат.-лы III республиканской геофизической конференции. Алма-Ата, 1971, с. 3—20.

14. Петрушевский Б. А. Некоторые особенности тектоники Памира. — Бюлл. МОИП. Отд. геол., т. 36, вып. 4, 1961, с. 122—154.
15. Петрушевский Б. А. Индо-Памирская глубинная зона и Западно-Деканское землетрясение. — Геотектоника, 1969, № 2, с. 22—37.
16. Резвой Д. П. О важнейшей структурной зоне Южного Тянь-Шаня (Южно-Ферганская система глубинных разломов). — Геол. сб. Львовск. геол. общ., № 2, 1969, с. 118—130.
17. Сейсмическое районирование СССР. М., Наука, 1968.
18. Скарятин В. Д. Об изучении разрывной тектоники по комплексу разнообразных космоснимков Земли (метод ступенчатой генерализации). — Изв. вузов. Геол. и разв., 1973, № 7, с. 34—50.
19. Соболевская В. Н. Тектоника и общие закономерности становления и развития эпипалеозойских плит. М., Наука, 1973.
20. Томсон И. Н., Фаворская М. А. Рудоконцентрирующие структуры и принципы локального прогнозирования эндогенного оруденения. — Сов. геология, 1968, № 10, с. 7—13.
21. Фаворская М. А. О геохимических индикаторах глубинной тектоники. — Сов. геология, 1971, № 11, с. 6—19.
22. Фаворская М. А., Томсон И. Н. Взаимоотношение рудоконцентрирующих линейментов Евразии с зоной Тетиса. Тезисы докладов IV симпозиума Международной ассоциации по генезису рудных месторождений. София, 1974, с. 337—338.
23. Херасков Н. П. Некоторые общие закономерности в строении и развитии структуры земной коры. М., Изд-во АН СССР, 1963. (Тр. Геол. ин-та, вып. 91).
24. Якубов Д. Х., Ахмеджанов М. А., Борисов О. М. Региональные разломы Среднего и Южного Тянь-Шаня. Ташкент, Фан, 1976.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 550.81 : 553.44 (574.4)

Л. М. ТРУБНИКОВ (Восточно-Казахстанское ТГУ)

Совершенствование систем разведки сложных месторождений цветных металлов (на примере Рудного Алтая)

Совершенствование методики разведки месторождений полезных ископаемых — главное условие повышения экономической эффективности геологоразведочных работ. В «Основных направлениях развития народного хозяйства СССР на 1975—1980 гг.» предусматриваются опережающие по сравнению с добычей темпы роста разведанных запасов полезных ископаемых. В десятой пятилетке намечается ускорение дальнейшего развития сырьевой базы цветной металлургии, в частности свинцово-цинковой. На территории Рудного Алтая размещается значительная часть полиметаллических месторождений страны, для которых необходимо использовать наиболее совершенные и экономически выгодные системы разведки. Между тем за последние годы методика разведки месторождений цветных металлов здесь практически не меняется, основным видом геологоразведочных работ все еще остается бурение скважин. Известно, что при бурении выдержать геометрически правильную разведочную сеть практически невозможно из-за весьма интенсивных искривлений стволов скважин. В одних местах они сближаются, в других расходятся что влечет за собой необходимость дополнительного бурения. Стоимость разведки оказывается высокой, а детальность изучения месторождений, как установлено практикой работы горнодобывающих предприятий, недостаточной.

Весьма важной задачей геологоразведочных работ на Рудном Алтае является оптимизация применяемых систем разведки месторождений с целью повышения достоверности разведанных запасов при наименьших затратах и улучшения планирования. Под оптимизацией систем разведки, согласно классификации А. Б. Каждана [5], понимается определение наиболее рационального их вида (совокупности применяемых разведочных средств) и расположения разведочных профилей. При этом необходимо четко сформулировать понятие «достоверность запасов», с помощью которого устанавливаются критерии качества геологоразведочных работ и задачи геологоразведчиков, а также осуществляется выбор методики и систем разведки. Обычно это понятие сводится к подтверждаемости общего количества запасов. Опыт разработки месторождений полезных ископаемых показал, что часто при общем подтверждении количества запасов горнодобывающие предприятия не могут обеспечить выпуск запланированного объема продукции и добиться планируемого уровня экономики вследствие недостаточного изучения особенностей распределения оруденения в процессе разведки.

Следовательно, достоверность только количества подсчитанных запасов критерием качества геологоразведочных работ служить не может. Таким критерием должно быть, по нашему мнению, надежное обеспечение работы горнодобывающего предприятия на разведанных запасах с соблюдением предусмотренных проектом технико-экономических показателей.

Для этого необходимо изучить форму рудных тел, условия их залегания, горно-геологические и гидрогеологические условия до такой степени, при которой предусмотренные проектом системы отработки месторождений не приходилось бы менять из-за выявления новых, ранее не известных геологоразведочных и горно-геологических факторов; нужно определить технологические свойства руд всех разновидностей и на всех участках месторождения с детальностью, исключающей обнаружение в процессе эксплуатации блоков с неизученными качествами; обеспечить подсчет запасов с такой точностью, чтобы установленные при эксплуатации расходы не вызвали необходимости пересмотра проектной мощности предприятия.

В определении понятия «достоверность запасов» особенно важно подчеркнуть, что они должны обеспечить работу горнодобывающего предприятия с запланированными показателями, а методика разведки месторождений должна отвечать этим требованиям. Нами произведен анализ эффективности системы разведки, применяемой на полиметаллических месторождениях Лениногорского района Рудного Алтая, где весьма сложные распределения металлов и формы рудных залежей. За последние годы здесь проведены исследования с целью поисков возможных путей оптимизации систем разведки.

Выбор методики и системы разведки месторождений полезных ископаемых зависит от многих геологических факторов и, в первую очередь, от характера изменчивости оруденения по простиранию и падению, от связи его с четко выраженными и легко устанавливаемыми элементами геологического строения, от количества и размеров рудных участков, в которых сосредоточены основные запасы металла, от обводненности месторождения, устойчивости горных пород и т. д. Некоторые из перечисленных факторов были изучены на рассматриваемых месторождениях.

Сеть буровых скважин на месторождениях с небольшими размерами рудных тел (Гусляковском, Стрелянском, Юбилейно-Снегиринском), отнесенных к третьей группе сложности, по классификации ГКЗ, для разведки запасов до категории С₁ принята равной 50×50 м, а на месторождениях с крупными рудными телами (Тигинском), отнесенных ко второй группе сложности, 100×100 м. Верхние части таких месторождений изучены одним горизонтом подземных горных выработок, которые пройдены уже после разведки этих частей сетью скважин по категории С₁.

Оконтуривание рудных тел производится, как правило, по экономическим условиям с вычисленным бортовым содержанием условного металла, в расчет которого входят все извлекаемые полезные элементы независимо от их генетической связи. Но такие контуры вряд ли точно отражают природную форму скопления полезного ископаемого и ее связь с геологическими элементами. Чтобы по возможности избежать влияния на закономерности распределения рудного вещества факторов, не связанных с геологическими процессами, предпринята попытка определить естественные границы оруденения. Для этого путем статистического изучения распределения оруденения по классам содержаний каждого металла определены границы уровней оруденения или, как их называет С. С. Лапин [8], «естественных ступеней плотности». Таких границ на каждом месторождении выявлено четыре. Соответствующие им значения содержаний являются бортовыми для оконтуривания оруденения на различных структурных уровнях, по А. Б. Каждану [5], — рудной зоны, рудного тела, морфологически обособленных участков рудного тела, локальных обособлений рудного тела.

На всех изучаемых месторождениях подсчитаны запасы руды, свинца, цинка и меди отдельно на всех четырех уровнях при различных густоте и плотности разведочной сети. Оконтуривание оруденения произведено по граничным значениям содержания цинка, так как этот металл наиболее распространен, а контуры свинцового и медного оруденения находятся, как правило, внутри цинкового. Кроме того, определены запасы руды и металлов по каждому из классов содержаний (ступеней плотности) или соответственно между контурами рудной зоны и рудного тела, рудного тела и морфологически обособленных участков рудного тела, морфологически обособленных участков рудного тела и локальных обособлений рудного тела, а также в самих локальных обособлениях.

Анализ выявленных количественных показателей дифференцированности металлов по ступеням плотности оруденения на различных месторождениях позволил установить ее неодинаковый характер. Например, на Гусляковском и Юбилейно-Снегиринском месторождениях третьей группы сложности требования к разведке предъявлялись одни и те же, в связи с чем они разведаны по единой методике. Однако при более детальном изучении характера распределения рудного вещества по ступеням плотности (классам содержаний) выяснено, что на Гусляковском и Стрелянском месторождениях оно более равномерное, чем на Юбилейно-Снегиринском. При этом установлено, что в классах с наиболее богатым оруденением, представленным морфологически обособленными участками и локальными обособлениями рудных тел, сложенных густовкрапленными и сплошными рудами, содержится более половины всего металла, подсчитанного в контурах рудных тел.

Таким образом, изучение месторождений показало, что при снижении бортового содержания металла и упрощении формы рудных залежей, когда для разведки можно разрежать сеть наблюдений, концентрация металла в небольших объемах рудной массы не позволяет снижать требования к плотности разведочной сети. Анализ геологических материалов методом многовариантного разрежения принятой за эталонную наиболее густой разведочной сети 50×50 м и сопоставление данных буровых скважин с данными разведки подземными горными выработками позволили сделать ряд вполне обоснованных выводов о достоверности определения основных параметров месторождений — содержания металлов в руде и объема рудной массы — различными способами разведки.

На графиках отклонений запасов руды, средних содержаний в ней каждого металла при различной густоте и конфигурации разведочной сети от эталонных при разных уровнях оруденения, различных бортовых содержаниях основного металла (рис. 1) видно, что величина отклонений количества руды и средних содержаний металлов практически не зависит от уровня бортового содержания металла, при котором производился подсчет запасов. Абсолютные значения отклонений запасов руды и средних содержаний металлов в ней для всех месторождений и при всех вариантах подсчета запасов в большинстве случаев не превышают 30%, и только в единичных случаях для отдельных параметров достигают 50—55%. При этом четкой закономерности в увеличении отклонений по мере разрежения плотности разведочной се-

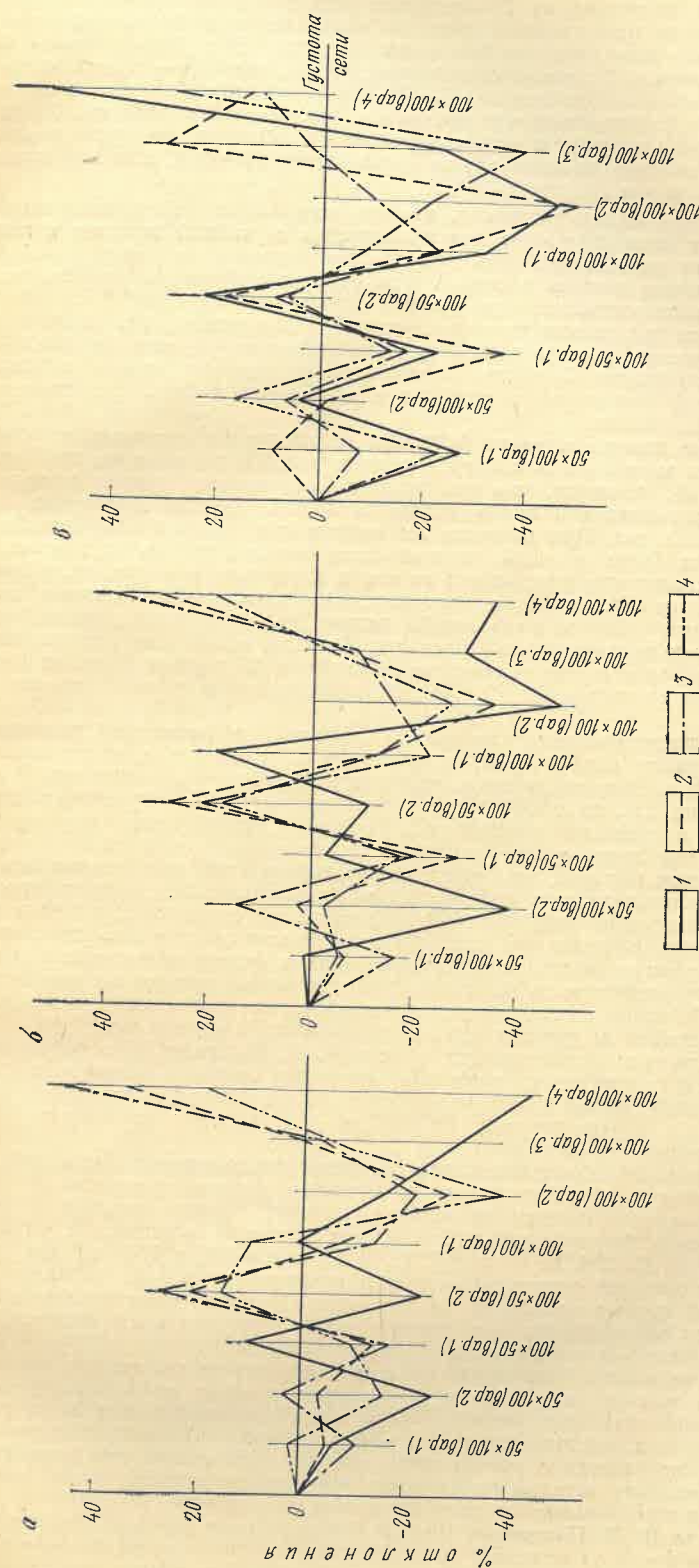


Рис. 1. Графики отклонений запасов руды и средних содержаний в ней металлов при различной густоте и конфигурации разведочной сети от эталонных значений (сеть 50×50 м): 1 — запасы руды; 2 — свинец; 3 — цинк; 4 — медь; а — рудное тело, б — морфологически обособленные участки рудного тела, в — локальные обособления рудных тел

ти не установлено. Например, на Гусляковском месторождении при низком бортовом содержании основного металла отклонения от эталонных содержаний при сети 100×100 м значительно ниже, чем при плотности сети 100×50 м. То же можно наблюдать и при повышенных бортовых содержаниях, а при высоком — величины отклонений во всех вариантах незначительны (5—15%) и равновелики, хотя и имеют неодинаковые знаки. На Стрежанском месторождении (см. рис. 1) в варианте 3 при сети 100×100 м для рудного тела и морфологически обособленных участков отклонений содержаний от эталонных практически не наблюдается (2—7%), а в вариантах 1 и 2 при сети 100×50 м они достигают 30%.

Исходя из этого можно заключить, что при всех вариантах отклонения подсчетных параметров от эталонных носят преимущественно случайный характер и мало зависят от плотности разведочной сети. Абсолютные значения отклонений небольшие, т. е. точность подсчета запасов и определения средних содержаний каждого металла на исследуемых месторождениях при густоте разведочной сети 100×100 , 100×50 и 50×50 м находится практически на одном уровне. Следовательно, при разведке сложных полиметаллических месторождений сгущать разведочную сеть от 100×100 до 50×50 м нецелесообразно. Остаются невыясненными вопросы: каков абсолютный уровень достигнутой достоверности разведки и каково может быть практическое значение подсчитанных запасов.

Сопоставление данных разведки буровыми скважинами с результатами проходки подземных горных выработок в контурах рудных тел, построенных по действующим кондициям (рис. 2), показало, что при разведке скважинами форма рудных тел идеализируется, упрощается и интерпретируется в виде линейно вытянутых сравнительно выдержанных тел. При разведке же подземными горными выработками форма их оказывается более сложной, увеличивается общая площадь оруденения. Пространственное расположение рудных тел по тем и другим данным совпадает лишь незначительно. Так, на Гусляковском месторождении разведочным бурением по сети 50×50 на горизонте +666 м выявлено 19 рудных тел. При последующей разведке этого же горизонта подземными горными выработками количество рудных тел возросло до 35. Пространственное совпадение оруденения по данным буровых и горно-разведочных работ составило 26% от общей площади, околонтуренной горными выработками.

Как видно, расхождение между общей площадью, установленной разведочными скважинами и горными выработками, сравнительно небольшое, т. е. общее количество запасов может быть достаточно точно определено разведкой скважинами. В то же время расхождение данных о пространственном распределении оруденения и форме рудных залежей, полученных в результате бурения и горно-разведочных работ, настолько велико, что достоверное изучение месторождений скважинами становится невозможным. Таким образом, на Рудном Алтае информация, необходимая для определения общих запасов руды и содержаний отдельных металлов, может быть получена уже при разведке по сети 100×100 м, дальнейшее сгущение сети в 2 и 4 раза повышения точности разведки не дает. Однако детального изучения распределения оруденения (его точного местоположения, размеров и формы обогащенных участков, содержащих значительную часть металла) для составления проекта на отработку месторождения с большим количеством незначительных по размерам рудных залежей скважинами произвести не удается даже при достаточной густой сети.

Сделанные выводы подтверждают мнение А. Б. Каждана [6] о необходимости проведения четкой грани между понятиями «точность подсчета запасов» и «детальность их изучения». В нашем случае можно сказать, что нужная точность подсчета запасов достигается при сети скважин 100×100 м, а детальность изучения запасов не обеспечивается и при сети 50×50 м.

Следовательно, при более детальном изучении месторождения, что необходимо для проектирования горнодобывающего предприятия, нужно увеличить в процессе разведки месторождений объемы проходки подземных горных выработок за счет уменьшения объемов буровых работ. Это вопрос не новый, и освещался он многими исследователями [1, 2, 3, 4, 7, 10 и др.]. И. Д. Чумаков [13] в 1963 г. для среднеазиатских месторождений подсчитал, что при штыльном рельефе разведку месторождений второй группы сложности до категории С₁ экономичнее производить подземными горными выработками, чем скважинами, а разведку месторождений третьей группы сложности — даже шахтами глубиной до 200 м.

Интересны вопросы о совмещении завершающих этапов разведки с подготовкой месторождения к эксплуатации и об использовании некоторых геологоразведочных выработок для эксплуатационных целей. В. В. Попов [9] предлагает при детальной разведке очень сложных месторождений проходить горные выработки большого сечения. Размещать их следует с учетом возможного использования при отработке месторождения, поскольку затраты на разведку этого месторождения часто приближаются к стоимости строительства горнодобывающего предприятия.

Предложения В. В. Попова на Рудном Алтае в ряде случаев реализуются, но пока как исключение, а узаконенной системой разведки такая методика не стала. Более того, при переходе к разведке мелких месторождений полезных ископаемых под-

земными горными выработками, когда планируется их дальнейшее использование для эксплуатации, разведка, как правило, из боязни допустить ошибки производится настолько густой сетью буровых скважин, что эффект от совмещения разведочных выработок с эксплуатационными значительно снижается.

Подземные горные выработки как основной способ детальной разведки при разреженной сети скважин тоже практически не используются. Причина, по нашему мнению, заключается не столько в том, что кто-то не понимает необходимости пересмотра существующих систем разведки или не наступил еще психологический перелом,

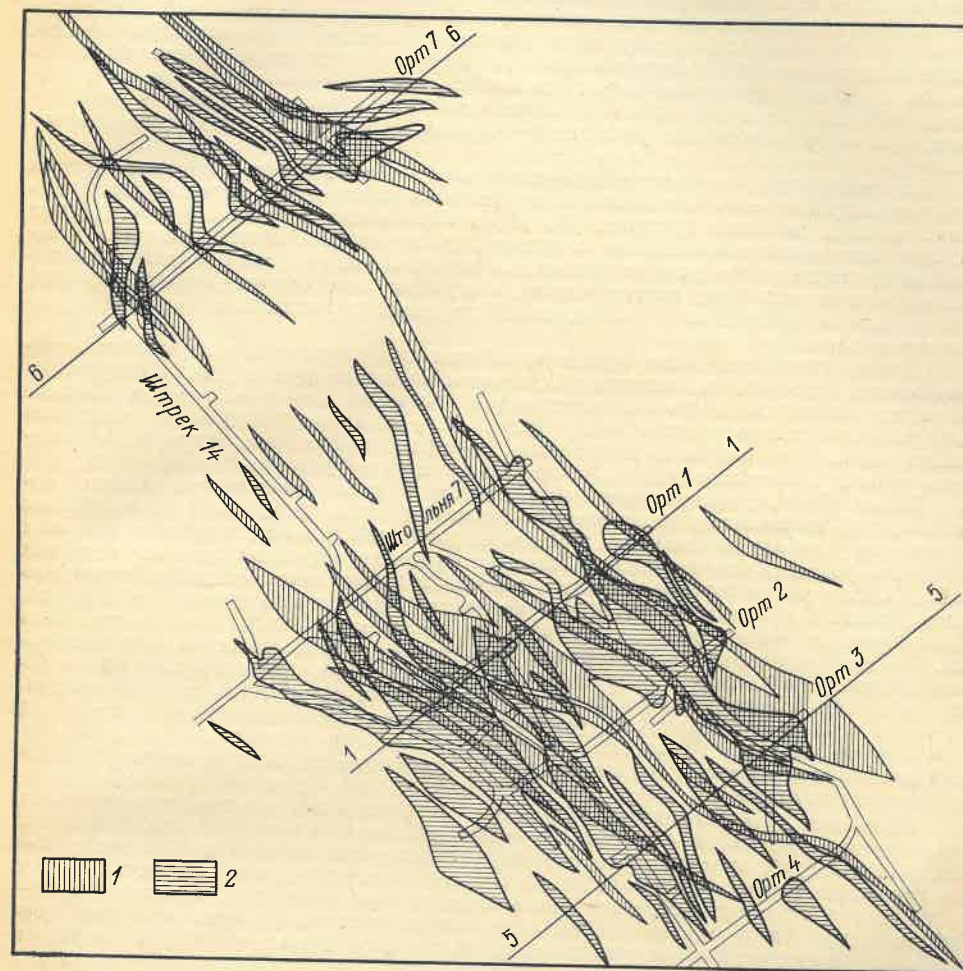


Рис. 2. Контурные рудных тел по данным буровых скважин и горных выработок
1 — рудные тела, по данным буровых скважин; 2 — то же, по данным горных выработок: 1-1, 5-5 и 6-6 — разведочные профили

или не решены некоторые организационные вопросы (хотя все эти факты в какой-то мере существуют), сколько в том, что еще слабо разработан научный подход к решению многих вопросов, связанных с совершенствованием методики разведки. Рассмотрим некоторые из них.

1. Наиболее дешевым способом разведки месторождений в большинстве случаев является бурение, и переходить на разведку подземными горными выработками следует только в том случае, если доказано, что другим путем обеспечить достоверность разведки нельзя. Поскольку критерии сложности строения месторождения, которые можно было бы использовать на ранних стадиях геологоразведочных работ, не известны, целесообразность разведки месторождения скважинами часто устанавливается тогда, когда она уже в основном выполнена. В связи с этим предложение ограничить буровые работы редкой сетью скважин практически не осуществляется.

2. Нет ясности и в установлении количественных параметров оптимальной разведочной сети, когда данных для перехода на разведку подземными горными выработками уже достаточно, а сгущение скважин не дает качественно новой информации. Надежно определить эти параметры только аналитическим путем без изучения обширного геологического материала невозможно.

3. Много трудностей возникает при проходке подземных горных выработок в условиях разрежения сети буровых скважин на предварительной стадии геологоразведочных работ, когда информации для составления проектных погоризонтных планов горных работ поступает мало, а дополнительные критерии, помогающие выбрать направление горных выработок, не установлены.

4. При совмещении заключительных стадий геологоразведочных работ с подготовкой месторождений к эксплуатации возникает опасение произвести большие затраты на месторождениях, которые после разведки окажутся нерентабельными. Вероятность подобных «бросовых» затрат отмечалась и В. В. Поповым [9]. Для их устранения необходима разработка такой системы разведки бурением и горными выработками, при которой стоимость работ не превышала бы стоимости, фактически сложившейся при существующей методике.

По затронутым вопросам можно сказать, что в отличие от некоторых других регионов нашей страны, где доказана возможность достоверной разведки месторождений цветных металлов бурением [11, 12], в Лениногорском районе Рудного Алтая на небольших месторождениях со сложным геологическим строением разведка скважинами не может обеспечить всей полноты информации, требующейся для составления проекта на отработку месторождения, а сгущение сети буровых скважин до 50×50 м дополнительной информации, способствующей достоверности разведки, практически не дает.

Для проходки подземных горных выработок при разрежении сети буровых скважин можно использовать сведения об условиях залегания рудных тел, оконтуренных по низким значениям бортовых содержаний отдельных металлов, так как внешние контуры сравнительно простые и при редкой сети скважин (100×100 м) устанавливаются достаточно надежно. Подземными горными выработками могут быть разведаны участки с богатыми рудами, располагающиеся внутри более бедных.

Таким образом, оптимальная плотность сети буровых скважин при разведке месторождений со сложным геологическим строением 100×100 м, далее целесообразно перейти на разведку подземными горными выработками. Но как изменится при этом стоимость разведки, каково должно быть оптимальное сочетание буровых и горных работ? Одним из условий оптимизации разведочной сети считается выбор такой системы разведки, при которой стоимость полученной информации окупает ее ценность. Приемлемых в наших условиях методик определения стоимости информации пока нет. Поэтому задаемся условием разработать новую систему разведки со значительным увеличением удельного веса подземных горных работ, стоимость которой не будет превышать существующей в настоящее время. Если планировать разведку по принятой в настоящее время схеме (сначала пробурить в соответствии с инструкцией сеть скважин, а затем проходить горные выработки), то стоимость геологоразведочных работ резко возрастет, а для некоторых месторождений встанет вопрос о нерентабельности их отработки.

Стоимость разведки одного небольшого месторождения со сложным строением, разведываемого на Рудном Алтае, за последние годы составляет 7100 тыс. рублей, из них 6100 тыс. руб. приходится на разведку буровыми скважинами и 1000 тыс. руб. — на подземные горные работы. Если ограничить разведочную сеть плотностью 100×100 м, то стоимость бурения уменьшится в 3—4 раза, т. е. составит 1500—2000 тыс. руб. По нормативам СУСН определена сметная стоимость проходки стволов шахт и необходимого количества горизонтальных горных выработок с учетом опыта горных работ на Рудном Алтае (таблица).

Сметная стоимость проходки стволов шахт и необходимого количества горных выработок

Объемы выполняемых работ		Сметная стоимость в тыс. рублей
Глубина (м) и сечение (м ²) ствола шахты	Длина горизонтальной выработки (количество горизонтов), пог. м	
100 и 9	3 160 (1 горизонт)	877
200 и 12,9	6 330 (2 горизонта)	1797
300 и 13,8	2 931 (3 горизонта)	2931
400 и 13,8	12 666 (4 горизонта)	3908
500 и 13,8	15 830 (5 горизонтов)	5110

Из таблицы видно, что для изучаемых месторождений можно теоретически считать систему разведки пятью горизонтами подземных горных выработок через 100 м с проходкой ствола шахты глубиной 500 м, причем ее стоимость с учетом предварительной разведки буровыми скважинами по сети 100×100 м не будет превышать стоимости разведки бурением. Однако рекомендовать такую систему в настоящее время нельзя, так как резко увеличится время проведения разведки. Это неизбежно вызовет рост фактических затрат по сравнению со сметными. Кроме того, расстояние 100 м между горизонтами можно принимать только при высокой степени выдержанности параметров оруденения по падению. В случае же их сильной изменчивости для увязки данных по двум горизонтам горных выработок потребуется проходка большого количества восстающих и скважин подземного бурения, что приведет к дополнительному удорожанию работ.

Оптимальным способом разведки сложных рудноалтайских полиметаллических месторождений следует считать разведочное бурение по сети 100×100 м и проходку подземных горных выработок на двух—трех горизонтах через 50—100 м в зависимости от степени изменчивости параметров оруденения по падению. Про штольневом рельефе количество горизонтов может быть увеличено.

Разведка верхних горизонтов месторождения горными выработками обеспечивает детальность изучения, необходимую для проектирования горнодобывающего предприятия и обоснованного планирования его производительности в первые годы работы. Если же месторождение представлено богатыми рудами, находящимися в благоприятной для района геологической обстановке, и его практическая ценность не будет вызывать сомнений уже на стадии разведки редкой сетью скважин, то детальную разведку целесообразно совмещать со вскрытием и подготовкой месторождения к освоению. Глубокие горизонты можно разведать буровыми скважинами по сети 100×100 м, что обеспечит необходимую для планирования горнодобывающего предприятия точность определения количества запасов. Детализацию же их целесообразно производить с помощью геологоразведочных и горно-подготовительных работ по мере отработки месторождения.

При этом детально разведанные верхние горизонты месторождения могут служить эталонными участками, о которых пишут А. Б. Каждан и М. В. Шумилин [1]. На них при изучении рудных тел во взаимосвязи между собой и со многими другими элементами геологического строения можно широко применять метод геологической аналогии. В этом случае появится также возможность использовать для рационального направления работ выявленные П. Ф. Иванкиным [4] закономерности изменения морфоструктурной характеристики рудных полей. В качестве объекта исследования он предлагает рассматривать рудное поле в целом. Для удешевления разведочных работ П. Ф. Иванкин, прогнозируя на глубину форму и размеры рудных залежей по данным разведки верхних горизонтов, считает возможным даже разрезать на глубоких горизонтах сеть скважин с сохранением степени достоверности подсчета запасов.

На основании изложенного можно сделать следующие выводы.

1. Критерием достоверности подсчитанных запасов полезных ископаемых и качества геологоразведочных работ следует считать не степень подтверждения общего количества разведанных запасов, а обеспеченность ими работы эксплуатационного предприятия с технико-экономическими параметрами, предусмотренными проектом.

2. Разведка буровыми скважинами полиметаллических месторождений сложного геологического строения в Лениногорском районе позволяет подсчитать общие запасы, причем для этого достаточно сети скважин 100×100 м.

3. Вместо существующей в настоящее время системы разведки полиметаллических месторождений сложного строения целесообразно применять систему разведки редкой сетью скважин (100×100 м) с двумя—тремя горизонтами подземных горных выработок через 50 или 100 м с небольшим объемом подземного бурения и восстающих. Стоимость такой системы не превысит существующей, но при этом будет достигнут значительно более высокий уровень достоверности разведки. Кроме того, указанная система делает возможным совмещение заключительных стадий разведки месторождения с подготовкой его к эксплуатации, что позволит резко повысить эффективность использования средств, выделенных на разведку, и сократить сроки освоения месторождений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гольдфельд А. И. Методика детальной и эксплуатационной разведки полиметаллических месторождений Прииртышья. — В кн.: Мат-лы Всесоюз. науч.-техн. совещания по рациональному соотношению горных и буровых работ при разведке месторождений полезных ископаемых. Ташкент, 1963, с. 77—87. (Тр. САИГиМС, вып. 5).
2. Гриценко Ю. Ф. Методика разведки и оценки полиметаллических месторождений Восточного Забайкалья. — Разведка и охрана недр, 1968, № 11, с. 13—19.

3. Дмитриев В. П. Опыт разведки полиметаллических месторождений северо-западной части Рудного Алтая. — В кн.: Мат-лы Всесоюз. науч.-технич. совещания по рациональному соотношению горных и буровых работ при разведке месторождений полезных ископаемых. Ташкент, 1963, с. 97—107. (Тр. САИГМС, вып. 5).
4. Иванкин П. Ф. Морфология глубокоовскрытых магматогенных рудных полей. М., Недра, 1970.
5. Каждан А. Б. Методологические основы разведки полезных ископаемых. М., Недра, 1974.
6. Каждан А. Б. Пути совершенствования методики геологоразведочных работ и повышение их экономической эффективности. — Сов. геология, 1972, № 2, с. 3—16.
7. Каждан А. Б., Шумилин М. В. Требования к разведанности и категоризации запасов. — Сов. геология, 1976, № 5, с. 81—84.
8. Лапин С. С. О закономерностях распределения железа в магнетитовых месторождениях Горной Шории. — Изв. СО АН СССР, 1959, № 6, с. 36—45.
9. Попов В. В. Актуальные вопросы разведки месторождений твердых полезных ископаемых. — Разведка и охрана недр, 1974, № 7, с. 13—19.
10. Поярков В. Э., Мурсалимов Х. И., Орлов А. И. Принципы определения соотношения бурового и горного способов разведки твердых полезных ископаемых. — В кн.: Мат-лы Всесоюз. науч.-техн. совещания по рациональному соотношению горных и буровых работ при разведке месторождений полезных ископаемых. Ташкент, 1963, с. 39—49. (Тр. САИГМС, вып. 5).
11. Прокин В. А. Выбор рациональных размеров разведочной сети на колчеданных месторождениях Урала. — В кн.: Мат-лы по методике разведки полезных ископаемых. М., Госгеолтехиздат, 1962, с. 65—71.
12. Филько А. С. Надежность разведки колчеданно-полиметаллических месторождений буровыми скважинами. — Разведка и охрана недр, 1977, № 1, с. 23—30.
13. Чумаков И. Д. Повышение достоверности и экономичности разведки редких металлов. — В кн.: Мат-лы Всесоюз. науч.-технич. совещания по рациональному соотношению горных и буровых работ при разведке месторождений полезных ископаемых. Ташкент, 1963, с. 9—20. (Тр. САИГМС, вып. 5).

УДК 550.837+550.831 (—925.22)

В. В. АРШИНОВ, А. Н. БОГУСЛАВСКИЙ, Ю. С. КОРОЛЬКОВ,
О. А. ПОТАПОВ (НПО «Союзгеофизика»)

Результаты электроразведочных и гравиметрических работ в Прикаспийской впадине

В решениях XXV съезда КПСС намечено ускорить выявление и разведку новых месторождений нефти, природного газа и конденсата в основных нефтедобывающих районах СССР, в том числе и на территории Прикаспийской впадины.

НПО «Союзгеофизика» с 1975 г. проводит комплексные геофизические исследования методами зондирования становлением магнитного поля (ЗСМ) и гравиметрии с целью прямых поисков нефти и газа в зоне сочленения Прикаспийской впадины с Южно-Эмбинским палеозойским поднятием. Работы осуществлялись в площадном варианте по системе субмеридиональных профилей, проходящих через Тортайскую и Турсайскую структуры.

Геологическое строение площади описано в ряде работ [1, 4, 15, 16]. Некоторые исследователи указывают на тектоническую природу бортового уступа [17], представляющего собой систему линейных дислокаций [5]. Другие считают, что этот уступ является бортовой зоной древней глубоководной аккумуляционно-топографической впадины и имеет седиментационную природу [7]. В районе Южно-Эмбинского поднятия по данным бурения выявлены прямые признаки нефтегазоносности (площади Жана-насу, Турсай, Сарыкум), а также получены (Тортай) промышленные притоки нефти [8, 15].

Схематически геоэлектрический разрез на исследуемой площади можно считать пятислойным типа НКН или шестислойным НКНА (табл. 1).

На кривых ЗСМ на самых ранних временах проявляется второй литолого-стратиграфический комплекс (горизонт) относительно пониженными кажущимися сопротивлениями. Третий горизонт, очевидно, обуславливает первый максимум, на временах 0,4—0,6 с, а четвертый — левую ниспадающую ветвь и минимум кривых. Мощная толща чередующихся прослоев в основном повышенного и пониженного сопротивления (пятый горизонт) проявляется главным образом на восходящей правой ветви, в максимуме и асимптоте кривых ЗСМ. В ниспадающей асимптотической ветви кривых иногда появляется слабо заметный перегиб, что, возможно, связано с нали-

Таблица 1

Схематизированная характеристика геоэлектрического разреза на участке Тортай — Турсай

Литолого-стратиграфический комплекс	Мощность, м	Сопротивление R_m , Ом·м	Исходная информация
Терригенные и карбонатные отложения $Q-P_{2-3}$	Десятки метров	Сотни	ВЭЗ, бурение
Песчано-глинистые отложения $P-K_{2sp}$	350—500	0,8—1,2	Каротаж
Мергель и писчий мел K_2t-K_{1al}	300—400	4—6	То же
Песчано-глинистые отложения $K_{1a}-J$	2500—3500	0,9—1,2	.
Известняки, аргиллиты, песчаники и песчано-глинистые прослои $P, C, D_3-?$	Более 1000—1500	От 15 до 40—60	.
Породы кристаллического фундамента	—	∞	[12]

чием в пятом горизонте проводящего прослоя. Об этом свидетельствуют и результаты анализа кривых кажущейся проводимости ЗСМ (S_T), по которым подчас удается оценить проводимость до подошвы прослоя: 4000—5000 См. Подобная закономерность отмечалась и на Устюрте [6].

По результатам электрокаротажа оценены значения продольной проводимости пород отдельных возрастных комплексов (табл. 2).

Таблица 2

Изменение продольной проводимости комплексов пород по данным электрокаротажа

Комплекс	Продольная проводимость S_K , См	
	Тортай, скв. П-1	Турсай, скв. Г-3
Палеогеновый	Нет данных	125
Меловой	959	577
Юрский	495	182
Мезо-кайнозойский	1454	884
Пермский	103	—
Девонско-каменноугольный (C_1-D_3)	114	35
Палеозойский	217	35
Осадочная толща ($KZ-MZ-PZ$), вскрытая бурением	1671	919

Очевидно, что проводимость пород уменьшается с запада на восток, от Тортая к Турсаю.

По данным интерпретации кривых ЗСМ, суммарная продольная проводимость (S) исследуемого разреза характеризуется монотонным уменьшением с юга-запада на северо-восток от 3900—3970 до 2570—2650 См (рис. 1). Значительное расхождение абсолютных значений суммарной продольной проводимости, полученных по данным ЗСМ и каротажа, объясняется принципиально различными способами оценки при электрометрических исследованиях с поверхности и в скважине в условиях преимущественно карбонатного разреза [3].

Стратиграфическая привязка данных интерпретации ЗСМ выполнена по методике, предложенной в работе [6]. На кривых ЗСМ первый высокоомный промежуточный горизонт отображается в интервале времен 0,5—1,5 с, юрская толща — в основном на 1,5—5 с, а ниже лежащие породы перми, карбона — на 5 с и более. Выдающая глубинная стратиграфическая привязка носит качественный характер и дает общие представления о соответствии геоэлектрических горизонтов разреза отдельным временным интервалам кривых ЗСМ.

В плотностном отношении разрез осадочных отложений Южно-Эмбинской зоны (в том числе и Тортай-Туресайской площади) очень дифференцирован. Плотностная характеристика пород получена на основании исследований Л. М. Полака, Н. В. Неволина, В. Д. Матвеева, С. Рахметова, В. П. Николенко и др. (табл. 3).

Несомненно существует гравитационная граница, соответствующая поверхности кристаллического фундамента. Однако до настоящего времени породы кристаллического фундамента в Прикаспийской впадине скважинами не вскрыты и их физические характеристики не известны. По аналогии с Русской платформой плотность фунда-

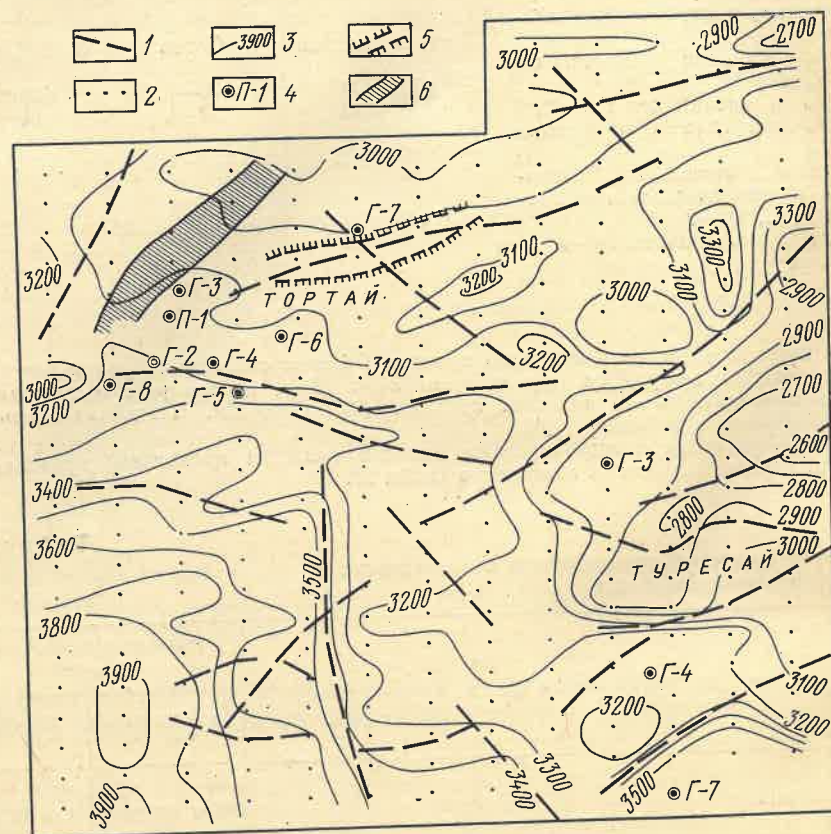


Рис. 1. Схематическая карта предполагаемых тектонических нарушений на площади Тортай — Туресай
1 — предполагаемые тектонические нарушения; 2 — точки наблюдения ЗСМ; 3 — изолинии S (См) по данным ЗСМ; 4 — глубокие скважины; 5 — зона тектонических нарушений по данным сейсморазведки; 6 — зона выклинивания отражающих сейсмических горизонтов

мента можно принять $2,85 \text{ г/см}^3$, что создает гравитационную границу с эффективной плотностью порядка $+0,2 \text{ г/см}^3$.

Бортовая часть Прикаспийской впадины, примыкающая с северо-запада к Южно-Эмбинскому поднятию, относится к перспективной зоне первой категории [4]. Возможная нефтегазоносность подсолевых отложений юго-востока Прикаспийской впадины оценивается весьма высоко как с точки зрения структурных и палеотектонических позиций, так и на основе прямых нефтепроявлений [15]. Рекомендуется сконцентрировать поисково-разведочные работы в Биикжальско-Южноэмбинской зоне нефтегазоаккумуляции [13].

Комплекс ЗСМ и гравиметрии успешно использовался и ранее в других районах [9]. На Тортай-Туресайском участке этими методами обрабатывались профили, размещенные на площади около 1000 км^2 . Зондирования становлением поля выполнялись с двухсторонней экваториальной и азимутальной установками АВ— q при действующем расстоянии $R=10 \text{ км}$. Полученные кривые КС отвечали переходной или дальней зоне источника поля. Густота сети точек наблюдения составляла $1 \times 2 \text{ км}$. Гравиметрические работы проводились по следующей схеме: 1) создание опорной сети в две ступени; 2) рядовая съемка по сети точек $0,2 \times 1 \text{ км}$. Точность аномальных значений силы тяжести составила $\pm 0,06 \text{ мгал}$.

Таблица 3

Плотностная характеристика разреза Южно-Эмбинской зоны

Лито-стратиграфический комплекс	Средняя плотность, г/см^3	Предположительные эффективные плотности, г/см^3		
		Борт Прикаспия (наличие каменной соли)	Борт Прикаспия (замещение каменной соли ангидритами)	Тортай-Туресай
Палеогеновый терригенный	2,11	+0,1	+0,1	+0,1
Меловой терригенно-карбонатный	2,21			
Юрский — пермо-триасовый терригенно-карбонатный	2,4	+0,19	+0,19	+0,19
Нижнепермский галогенный	2,2	-0,2	+0,23	+0,27
Нижнепермский ангидрито-терригенный	2,63			
Каменноугольный терригенный	2,67	+0,47	+0,04	+0,27
Девонский терригенный	2,57		-0,06	-0,1

Целенаправленный выбор традиционных и нестандартных приемов обработки и интерпретации (суммирование полного нормированного градиента, корреляционный способ, вычисление третьей производной потенциала силы тяжести, анализ кривых кажущейся продольной проводимости и др.) способствовал успешному выделению слабоинтенсивных аномалий на фоне значительного уровня помех [9]. Глубинная стратиграфическая привязка выявленных аномалий выполнялась с использованием данных бурения и электрокаротажа [2, 6]. При комплексной интерпретации материалов электроразведки и гравиметрии анализировались физико-геологические причины, вызывающие специфическое изменение геофизических полей. Широко использовались результаты параметрических исследований на известных нефтегазовых месторождениях в сходных геолого-геофизических условиях, а также данные физического и математического моделирования.

Изучение пространственного распределения электромагнитного и гравитационного полей позволило выявить локальные геофизические аномалии параметра расхождения A_{ij} , $G_{\Delta g, \rho, \tau}$, $S_{\tau} = f(H_{\phi}, t)$ и др.

По данным комплексных геофизических работ выделялись тектонические нарушения (см. рис. 1). При интерпретации ЗСМ они устанавливались по: зонам максимальных градиентов параметра расхождения A_{ij} ; сгущению изолиний суммарной продольной проводимости; резкому изменению графиков $H_{\phi} = f(S_{\tau})$; вертикальным границам раздела положительных и отрицательных аномалий на разрезах $\Delta \rho_{\tau}$. В гравитационном поле они прослеживались по: смещению осей гравиметрических аномалий; цепочкам узких линейных положительных и отрицательных аномалий; зонам высоких градиентов. Намеченные по комплексу геолого-геофизических признаков разломы имеют преимущественно северо-восточное простирание и, как правило, сопровождаются локальными геофизическими аномалиями. По этим нарушениям происходило как бы сдавливание Южно-Эмбинского поднятия надвигавшейся с юго-востока Северо-Устьюртской глыбой [12].

На крайнем юго-востоке площади (между скважинами Г-4 и Г-7) проходит Южно-Туресайское нарушение (см. рис. 1), по которому предполагается выклинивание среднекаменноугольных отложений [1]. Севернее скважины Г-4 прослеживается с перерывами субширотное нарушение, по которому происходит [1] выклинивание верхнекаменноугольных отложений. Вероятно, имеется нарушение (зона резкого изменения электрических и плотностных свойств разреза) чуть южнее Туресайской скважины Г-3. Примерно здесь В. П. Авров на схеме мощностей палеозойских отложений [8] проводит границу, отделяющую блок фундамента Прикаспийской впадины от Южно-Эмбинской складчатой зоны. По данным электроразведки и гравиметрии на значительном протяжении прослеживается Северо-Туресайская зона разлома, которая подтверждается и другими работами [12].

Четко выделяются две субширотные зоны нарушений южнее и севернее скважины П-1: Тортайская ограничивает с юга одноименную структуру, а Северо-Тортайская пересекает ее северное крыло. На северо-востоке рассматриваемой площади намечена зона нарушений, совпадающая с так называемым [12] Южно-Эмбинским разломом, по которому возможно смещение палеозойских блоков. Тектонические нарушения субширотного или северо-восточного простирания образуют, по-видимому, ряд параллельных блоков по поверхности фундамента и подсолевого палеозоя, а также ряд струк-

турно-тектонических зон [1, 12]. В связи с постепенным опусканием с юга на север палеозойских блоков вдоль разделяющих их разломов наблюдается выклинивание осадков нижнего, затем среднего и, наконец, верхнего карбона, т. е. от Южно-Эмбинского к Южно-Туресайскому нарушению в каждом из блоков все ближе к дневной поверхности залегают породы девона.

Вместе с тем, прослеживаются несколько нарушений и субмеридианального простирания, вдоль которых происходило ступенчатое опускание фундамента с востока на запад.

Тектонические нарушения могут сопровождаться неантиклинальными ловушками различного типа [10], где возможны как стратиграфические, так и литологические залежи УВ [14].

Очевидна закономерность расположения выявленных геофизических аномалий, связанная преимущественно с блоковым строением фундамента и палеозойской толщи. Аномалии протягиваются в виде полос северо-восточного простирания, параллельных бортовому уступу Прикаспийской впадины. В северо-восточной части рассматриваемой площади это направление меняется на субширотное (рис. 2).

В районе Тортайской структуры, выделяемой по отражающему горизонту P_3 (МОВ), оконтурена обширная зона, состоящая из нескольких локальных геофизических аномалий, которые протягиваются цепочкой с северо-востока на юго-запад по направлению оси Южно-Эмбинского поднятия. Центральная из них совпадает с зоной нефтепроявления, обнаруженного разведочными скважинами на глубине 2871—2991 м в каменноугольных отложениях. К югу и юго-востоку от Тортая выявлены другие перспективные геофизические аномалии: Южно-Тортайская, Тосмолинская, Туресайская и Сайтанская, параллельные Тортайской группе аномалий. Представляют интерес электрические и гравитационные аномалии к северу и северо-востоку от Тортая (см. рис. 2).

Большинство выявленных геофизических аномалий соответствуют неоднородностям разреза в интервале глубин 2000—3500 м. По результатам геологической интерпретации [2, 9] некоторые из них связываются с антиклинальными структурами (Сайтанская, электрические и гравитационные аномалии к северу и северо-востоку от Тортая). Другие, вероятнее всего, относятся к аномалиям типа залежи (АТЗ): Южно-Тортайская, Туресайская, Тосмолинская. Возможно, некоторые аномалии могут быть обусловлены несколькими факторами: структурными, литолого-фациальными и нефтегазоносностью разреза. Наиболее характерной аномалией подобного типа является Тортайская. Не исключено, что отдельные геофизические аномалии (Северная, Туресайская, Южно-Тортайская, Тосмолинская) могут быть обусловлены и рифогенными образованиями [11, 16].

В табл. 4 систематизированы различные геолого-геофизические критерии для выделения перспективных комплексных геофизических аномалий (КГА).

В табл. 4 не включены некоторые локальные аномалии: аномалии пониженной суммарной продольной проводимости S и аномалии повышенных A_{ij} к северо-востоку от Тортая и к северу от Северо-Туресайского нарушения (рис. 1, 2), которые связаны с горизонтальными неоднородностями повышенного сопротивления в разрезе (поднятия блоковые или антиклинальные, наличие УВ в породах или другие факторы).

Представляют интерес и локальные гравиметрические положительные и отрицательные аномалии, которые могут быть связаны со структурными формами фундамента и палеозойской толщи, изменением литологического состава пород внутри комплексов, выклиниванием и замещением отдельных стратиграфических горизонтов. Серия субширотных положительных локальных гравиметрических аномалий севернее и северо-восточнее Тортая, возможно, обусловлена предполагаемой [8] полосой развития рифовых комплексов в зоне сочленения Прикаспийской впадины и Южно-Эмбинского палеозойского поднятия, где происходит замещение карбонатных среднекаменноугольных — нижнепермских отложений терригенными (см. рис. 2). В Камско-Кинельской системе прогибов и северо-западной части Прикаспийской впадины локальными гравитационными максимумами проявляются структуры в пределах рифогенных массивов [7]. В северной части исследуемой территории, в зоне значительного градиента силы тяжести, где линейно вытянутые аномалии переходят в изометричные, предполагается выклинивание соленосных отложений. Здесь проходит граница раздела структурных элементов первого порядка: Прикаспийской впадины и Южно-Эмбинского поднятия (см. рис. 2).

Таким образом, результаты комплексных электроразведочных и гравиметрических исследований на Тортай-Туресайской площади позволяют сделать следующие основные выводы.

Четкая зональность геофизических полей (протяженные зоны предполагаемых нарушений преимущественно северо-восточного простирания; секущие их почти под прямым углом более короткие нарушения, обрамляющие локальные аномалии, которые размещаются закономерными полосами или цепочками) несомненно свидетельствует о блоковом строении региона, характерном как для фундамента, так и для палеозойского комплекса пород. В пределах блоковых структур могут быть обнаружены

залежи полного контура или ограниченные плоскостью сброса, а также литологически и стратиграфически экранированные [12].

Протрассирован бортовой уступ, отделяющий Прикаспийскую впадину от Южно-Эмбинского поднятия, и уточнена его природа, которая до сих пор толкуется неоднозначно [5, 7, 12, 13, 17]. Бортовой уступ можно рассматривать как региональную зону нефтегазоаккумуляции.

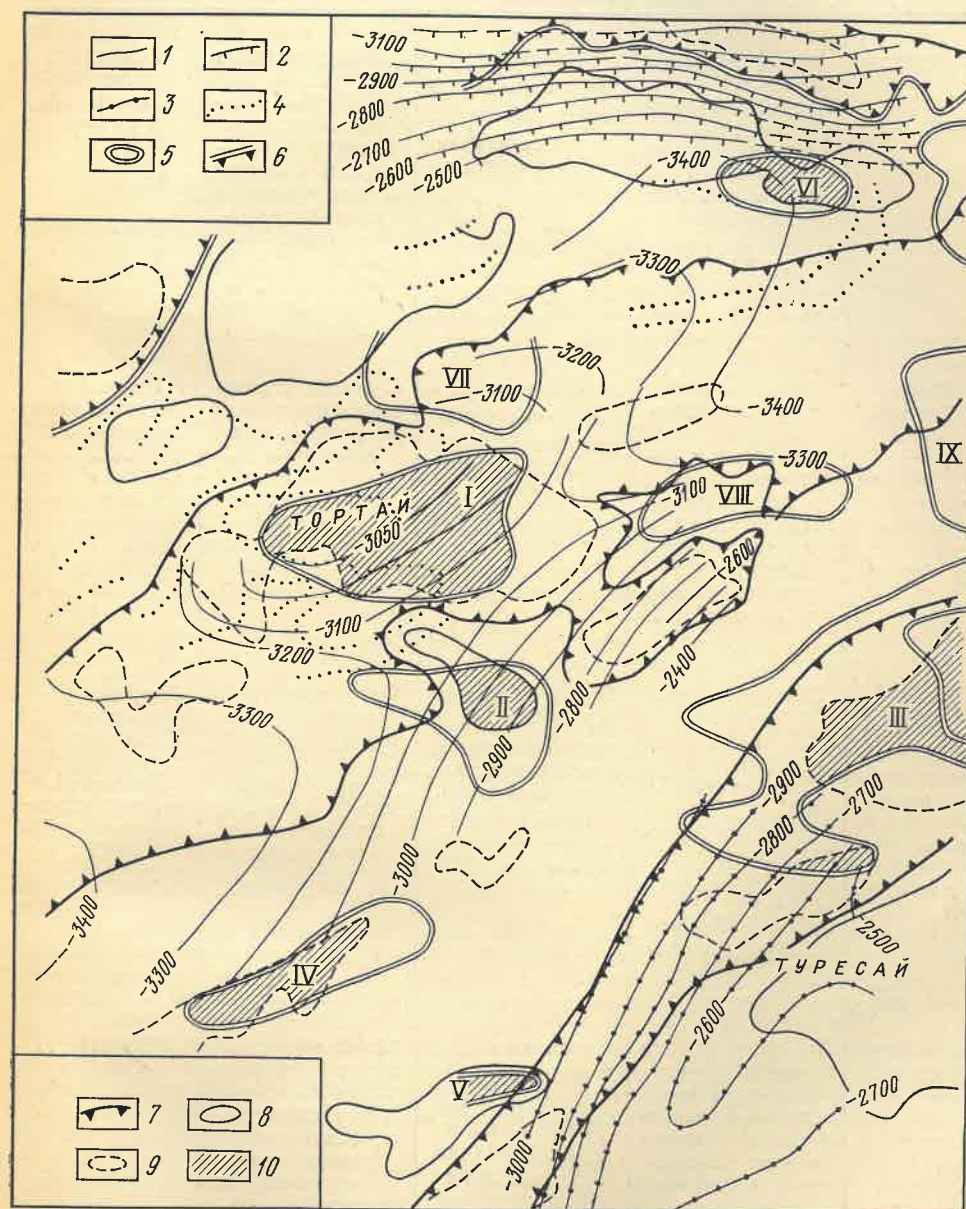


Рис. 2. Результаты комплексных геофизических исследований на площади Тортай — Туресай
1 — изогипсы по отражающему горизонту P_3 , 2 — изогипсы по отражающему горизонту VII, 3 — изогипсы по отражающему горизонту α , 4 — зоны максимальных градиентов β (МОВ), 5 — контуры электроразведочной аномалии: VII — Северовосточно-Тортайская, VIII — Восточно-Тортайская, IX — Северо-Туресайская; 6 — предположительная граница гравиметрической аномалии первого порядка; 7 — граница гравиметрической аномалии второго порядка; 8 — положительная локальная аномалия силы тяжести; 9 — отрицательная локальная аномалия силы тяжести; 10 — комплексные геофизические аномалии: I — Тортайская, II — Южно-Тортайская, III — Туресайская, IV — Тосмолинская, V — Сайтанская, VI — Северная

Таблица 4

Геолого-геофизические признаки, определяющие перспективность комплексных геофизических аномалий

Название КГА	Геологические признаки	Геофизические признаки, по данным ЗСМ и гравиметрии	Прочие данные	Предполагаемая природа КГА
Тортаяская	Нефтепроявления в скв. П-1, Г-2, Г-4; антиклинальная структура по палеозойским отложениям; возможная зона выклинивания пород P_1k	Аномалии ρ_c , A_{ij} , пониженной проводимости S_c , положительная $\Delta\rho_c$, отрицательная V_{zzz}	Положительная структура по МОВ, зона максимальных градиентов β ; ограничена с севера и юга предполагаемыми нарушениями; по данным моделирования ЗС и ЧЗ — полупроводящий выступ	Блоковая структура; наличие УВ в разрезе (АТЗ)
Южно-Тортаяская	Расположена в предполагаемой [16] зоне рифогенных построек (C_2-C_3), в зоне положительной аномалии на карте остаточного рельефа отложений РЗ [1]	Аномалия ρ_c , A_{ij} ; зона пониженных S ; положительная аномалия V_{zzz}	С севера ограничена нарушением; по данным моделирования ЗС и ЧЗ — полупроводящая линза	Рифы (?); не исключено наличие УВ (АТЗ)
Туресайская	Северо-западнее Туресайского поднятия, в зонах выклинивания отложений S_3 и S_{1+2} [1]; зона вероятного распространения рифовых построек [16]; газопроявление из каменноугольных отложений [8, 15]	Очень интенсивная аномалия A_{ij} сложной формы; интенсивные аномалии S и S_c ($H_{эф}$); отрицательная V_{zzz} ; аномалия $G_{\Delta g}^H$ типа АТЗ	Ограничена протяженными зонами нарушений (Северо-Туресайским, Туресайским) и состоит из нескольких локальных аномалий	Зона выклинивания каменноугольных отложений, которая может содержать УВ (АТЗ). Рифы (?)
Тосмолинская	Расположена на юго-западном продолжении Северо-Туресайского нарушения в зоне положительной аномалии на карте остаточного рельефа отложений РЗ [1]	Аномалия A_{ij} пониженных S_c ($H_{эф}$) и S , отрицательная V_{zzz} , аномалия $G_{\Delta g}^H$ типа АТЗ	Моноклиальный подъем отражающего горизонта P_3 в юго-восточном направлении; ограничена с севера и пересечена разломами	АТЗ, риф (?)

Продолжение табл. 4

Название КГА	Геологические признаки	Геофизические признаки, по данным ЗСМ и гравиметрии	Прочие данные	Предполагаемая природа КГА
Сайтанская	Расположена к юго-западу от Туресайской структуры, в зоне положительной аномалии на карте остаточного рельефа отложений РЗ [1]	Положительная аномалия V_{zzz} ; слабоинтенсивная A_{ij}	Расположена на южном крыле Южно-Туресайской зоны нарушений	Положительная структура; риф (?)
Северная	КГА в районе южного уступа Прикаспийской впадины, в зоне смены палеозойских карбонатных пород на терригенные	Аномалия A_{ij} , аномалия пониженных S_c , положительная аномалия Δg	Расположена на северном крыле Южно-Эмбинской зоны нарушений	Риф; положительная структура; АТЗ (?)

Намеченная по комплексу признаков система нарушений сопровождается часто зонами выклинивания [1] и может способствовать образованию неструктурных ловушек и залежей УВ. С этой точки зрения особое внимание должно быть обращено на зоны нарушений в районе Тортаяской и Туресайской структур.

Примененный комплекс исследований (ЗСМ и гравиметрия) достаточно успешно решает задачу по определению северной границы распространения карбонатных подсолевых пород в пределах северного борта Южно-Эмбинского палеозойского поднятия. Это позволяет рассчитывать на выявление новой зоны нефтегазоаккумуляции, связываемой [8] с замещением карбонатных среднекаменноугольных — нижнепермских пород терригенными толщами, где может быть развита полоса рифовых построек.

Некоторые из выявленных геофизических аномалий связываются с антиклинальными структурами или приподнятыми блоками в палеозое и с рифогенными структурами, другие — с предполагаемыми зонами выклинивания. Наконец, ряд конкретных признаков предопределяют выявление АТЗ, увязываемых с наличием УВ в той или иной части разреза. Наиболее перспективными в нефтегазоносном отношении являются аномальные участки вблизи тектонических нарушений и зон выклинивания палеозойских пород (Тортаяская, Южно-Тортаяская, Туресайская, Тосмолинская, Северная КГА).

Целесообразно поисково-разведочное бурение на Южно-Тортаяской, Туресайской, Тосмолинской, Северной КГА, что основывается на полученных данных, а также имеющейся геолого-геофизической информации (см. табл. 4). Необходимы дополнительные детализационные работы с включением сейсморазведки ОГТ в районе Восточно-Тортаяской, Северо-Туресайской, Сайтанской и других аномалий.

Приведенные в настоящей работе результаты свидетельствуют о больших возможностях предложенного комплекса геофизических методов при решении конкретных нефтепоисковых задач в районе южного борта Прикаспийской впадины. Кроме того, применение электроразведки (ЗСМ) и гравиметрии позволяет уменьшить объем дорогостоящих работ ОГТ и бурения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айзеништадт Г. Е.-А., Слепакова Г. И. Структура подсолевых палеозойских отложений юго-востока Прикаспийской впадины. — Труды ВНИИГИ, 1978, вып. 377.
2. Березкин В. М., Киричек М. А., Кунарев А. А. Применение геофизических методов разведки для прямых поисков месторождений нефти и газа. М., Недра, 1978.
3. Ваньян Л. Л. Становление электромагнитного поля и его использование для решения задач структурной геологии. Новосибирск, Наука, 1966.
4. Геология и нефтегазоносность подсолевых отложений Прикаспийской впадины/Ю. А. Иванов, Л. Г. Кирюхин, В. С. Эвентов и др. — Труды ВНИГНИ, 1977, вып. 184.

5. Журавлев В. С. Сравнительная тектоника Печорской, Прикаспийской и Североморской экзогенальных впадин Европейской платформы. М., Наука, 1972.
6. Корольков Ю. С. Глубинная привязка электрических аномалий по кривым кажущейся проводимости ЗСМ. М., изд. ВИЭМС, 1977, вып. 12, с. 1—11.
7. Латеральная изменчивость состава и физических свойств осадочной толщи в пределах локальных структур и ее отражение в зональности геофизических полей. — Труды ВНИГНИ, 1974, вып. 160.
8. Новые данные о тектонике и нефтегазоносности северо-восточного побережья Каспийского моря/В. В. Стасенков, И. А. Аббасов, В. П. Авров и др. М., Изд. ВНИИОЭНГ, 1976.
9. Применение геофизических методов при прямых поисках нефти и газа/И. Г. Базовкина, Ю. С. Корольков, А. А. Кунарев и др. М., изд. ВНИИОЭНГ, 1978.
10. Проничева М. В., Семенович В. В. Распространение, генетические типы и методы выявления неантиклинальных ловушек нефти и газа. М., изд. ВИЭМС, 1975.
11. Северо-Каспийский мегаатолл, перспективы его нефтегазоносности и методика поисково-разведочных работ/М. М. Грачевский, В. П. Шебалдин, Е. В. Кучерук, И. А. Скворцов. М., ВИНТИ, 1978. (№ 1625—78 Деп.)
12. Слепакова Г. И. Тектонические нарушения зоны Южно-Эмбинского поднятия. — Сов. геология, 1977, № 8, с. 118—124.
13. Состояние проблемы поисков залежей нефти и газа в подсольевых отложениях/П. В. Анцупов, М. С. Бурштар, А. А. Голов и др. М., изд. ВИЭМС, 1976.
14. Стратиграфические и литологические залежи нефти и газа. Под ред. Р. Е. Кинга. М., Недра, 1975.
15. Структура подсольевого комплекса юго-востока Прикаспийской впадины и перспективы ее нефтегазоносности/А. А. Яншин, В. П. Авров, Р. Б. Сапожников, А. Е. Шлезингер. — Изв. АН СССР. Серия геол., 1976, № 7, с. 5—20.
16. Чепелюгин А. Б., Шереметьева Г. А. Рифогенные ловушки нефти и газа на юго-востоке Прикаспийской синеклизы. — Нефтегазовая геология и геофизика, 1978, № 1, с. 3—7.
17. Шафиро Я. Ш. Природа бортового уступа Прикаспийской впадины. — Геология нефти и газа, 1978, № 4, с. 43—48.

ХРОНИКА НАУЧНОЙ ЖИЗНИ

УДК 551.761/782(571.5)

А. Г. АБЛАЕВ, Г. В. БЕЛЯЕВА (Дальневосточн. геол. ин-т ДВНЦ АН СССР),
К. В. СИМАКОВ (СВКНИИ ДВНЦ АН СССР)

Третье стратиграфическое совещание по Дальнему Востоку

Первые стратиграфические схемы для Дальнего Востока были приняты на межведомственном региональном совещании в Хабаровске в 1956 г. Через 9 лет во Владивостоке состоялось второе подобное совещание (решения, принятые им, были опубликованы лишь в 1971 г. [1]). Однако разработанные на этом совещании стратиграфические схемы могли служить основой преимущественно для мелкомасштабной геологической съемки. Переход к повсеместному крупномасштабному геологическому картированию вызвал необходимость детализации стратиграфической основы.

За последние 13 лет, истекшие после второго совещания, накоплены обширные материалы по стратиграфии и палеонтологии данного региона, позволившие уточнить или детализировать существующие схемы. Для ряда систем стало возможным выделение горизонтов провинциальных зон (лон), слоев с фауной или флорой. Новые материалы суммированы в десяти сборниках, изданных в 1973—1978 гг., а также отражены в тезисах докладов, опубликованных ко второму совещанию [2, 3]. Результаты изучения фауны и флоры, кроме того, положены в основу ряда монографий и многочисленных статей.

Третье Дальневосточное межведомственное региональное стратиграфическое совещание открылось 16 мая 1978 г. во Владивостоке. В его работе участвовали около 400 специалистов, представлявших 38 учреждений Министерств геологии СССР и РСФСР, Академии наук СССР, Министерства высшего и среднего специального образования. Совещанию предшествовала большая работа, возглавляемая специальным Оргкомитетом, созданным при РМСК Востока СССР в 1974 г. В подготовительный период были проведены коллоквиумы по триасу, юре, палеоген-неогену, по раннему докембрию. На специальных заседаниях обсуждались схемы структурного районирования для различных возрастных уровней. Проекты подготовительных стратиграфических схем прошли предварительную апробацию на рабочих совещаниях (в апреле 1975 г. в Хабаровске — по мезозою и кайнозою, в феврале и мае 1976 г. в Хабаровске — по докембрию и кайнозою, в мае 1977 г. во Владивостоке — по палеозою).

На третьем стратиграфическом совещании были всесторонне обсуждены многочисленные вопросы по проблемам стратиграфии докембрия и фанерозоя (исключая антропоген) материковой части юга советского Дальнего Востока. Возглавили совещание акад. Н. А. Шило, член-корр. АН СССР Л. И. Красный и проф. А. И. Жамойда.

На первом пленарном заседании были заслушаны доклады по геологическому строению и палеогеографии Дальнего Востока (В. А. Бажанов, Е. Б. Бельтнев, М. Г. Золотов, Л. И. Красный, А. М. Смирнов), по основным положениям стратиграфического кодекса СССР и задачам региональных стратиграфических совещаний (А. И. Жамойда) и по проблемам стратиграфии Дальнего Востока (Е. В. Красный, К. В. Симаков, Н. А. Шило).

Дальнейшая работа проводилась по секциям: нижнего докембрия (руководитель секции А. М. Смирнов), верхнего докембрия (Б. М. Келлер), кембрия и ордовика (Г. В. Беляева), силура и девона (В. Ф. Зубков), карбона (Б. В. Поярков), перми (А. П. Никитина), триаса (Т. М. Окунева), юры (Е. Б. Бельтнев), мела (В. П. Коновалов), палеогена и неогена (В. Г. Варнавский). Результаты секционных обсуждений можно свести к следующему.

По нижнему докембрию была принята рабочая стратиграфическая схема архея и нижнего протерозоя Дальнего Востока для 16 структурно-фациальных зон. В отличие от схемы 1965 г. принято двучленное деление архейских образований. Границей между этими двумя подразделениями принят возрастной уровень более 3000 млн. лет. К нижнему архею отнесены серии и свиты алданского комплекса Алданского щита, курультинская и джанинская серии Становой области, олекминская и батомгская серии Олекминской и Маймаканской зон, охотская серия Охотского массива. К верхнему архею отнесены серии станового комплекса, борсалинская и тунгурская серии, устьевая и дабанская свиты на юго-востоке Олекминской зоны, гонжинская свита Гонжинского выступа и иманская серия Ханкайского массива.

Отложения, выделявшиеся в 1965 г. в виде самостоятельного среднепротерозойского подразделения (джелтулакская серия, элгэтэйская, топорицкая, чумиканская свиты и др.), показаны как верхняя часть нижнего протерозоя (карелия). Ранее от-

носившаяся к верхнему докембрию союзенская свита также включена в состав карелия.

По верхнему докембрию принята корреляционная стратиграфическая схема для юго-восточной части Сибирской платформы и Юдомо-Майского прогиба, а для юга Дальнего Востока — рабочая стратиграфическая схема. На первой из указанных схем принято четырехчленное деление рифея вместо трехчленного за счет выделения из верхнего рифея венда, или терминального рифея, на основании соответствующих комплексов строматолитов и микрофитолитов. Уточнены объем и возрастное положение свит, выделен ряд местных горизонтов и зон. Однако схема стратиграфии верхнего докембрия юга Дальнего Востока все еще остается слабо разработанной.

Для кембрийских отложений рекомендованы три стратиграфические схемы по подрегионам: Приморскому, Хабаровско-Амурскому и юго-восточному обрамлению Сибирской платформы. На последней, в Аянской структурно-фациальной зоне, впервые выделены палеонтологически доказанные вендско-кембрийские отложения (нячинская свита).

На основании монографического изучения археоциат, трилобитов и водорослей нижнего кембрия Шевлинской зоны выделены три биостратиграфических уровня, соответствующих нижней и верхней частям атдабанского и тарынского горизонтов Сибирской платформы. Уточнена схема стратиграфии и объемы подразделений для Юдомо-Майского района, где выделены местные горизонты и зоны. На схеме Хабаровско-Амурского подрегиона в Джагдинском районе упразднены улигданская и оннетокская свиты. Вулканогенно-кремнистые и кремнисто-терригенные образования выделяются в виде толщ, иногда подразделенных на пачки. По археоциатам, водорослям и трилобитам здесь намечается несколько биостратиграфических уровней алданского и ленского ярусов, а также выделяются слои по археоциатам. В восточной части хр. Джагды впервые выделены фаунистически доказанные верхнекембрийские фосфатоносные отложения.

Впервые выделены фаунистически доказанные нижнекембрийские (алданский ярус) отложения в Мамыньском районе. В Приморском подрегионе уточнена схема стратиграфии кембрия. Возраст реттиховской свиты, согласно венчающей разрез, на основании находок остатков членистоногих установлен как средне-верхнекембрийский. Выделены прохоровский и дмитриевский биостратиграфические горизонты, соответствующие объемам одноименных свит. В пределах названных горизонтов по археоциатам и трилобитам намечены слои. Трилобитовые слои (четыре уровня) выделены и в отложениях медвежинской свиты.

Впервые палеонтологически доказаны кембрийские отложения в Вознесенском районе. Прежде относившиеся к докембрию дальнезаводская, первомайская, новоярославская, волкушинская, коваленковская и медвежинская свиты на основании находок флоры и фауны переведены в кембрий.

Для ордовика принята рабочая стратиграфическая схема, охватывающая пять структурно-фациальных зон: Удско-Шантарскую, Аянскую, Охотскую, Шевлинскую и Юдомо-Майскую. По сравнению с прежней схемой изменения касаются лишь алдомской свиты Аянского района, в средней части которой обнаружена позднеродовиковская фауна.

Для силура приняты корреляционные стратиграфические схемы по Хабаровскому и Амурскому подрегионам и рабочая схема для Приморья. В отличие от схем 1965 г., отложения, содержащие тувелловую фауну, рассматриваются в интервале верхний лландовери — пржидол (ранее он принимался как венлок — ранний лудлов). Это верхние подсвиты омутнинской и мамынской свит в Амурском подрегионе. В связи с тем что возрастной интервал тувелловского комплекса расширен, верхнеамурский горизонт в схеме не выделяется. Впервые были установлены силурийские отложения в Удском районе Хабаровского подрегиона.

В стратиграфической схеме Приморского подрегиона были упразднены путятинская свита, в которую объединялись отдельные выходы пород неясной стратиграфической приуроченности, и тамгинская серия, отложения которой отнесены к девону. Вангоуская толща переименована в кривинскую серию.

Для девонских отложений Дальнего Востока совещание рекомендовало унифицированную схему подрегиона юго-западной части Хабаровского края и Амурской области, корреляционную схему северной части Хабаровского края и рабочую схему Приморского подрегиона.

Установлены и впервые внесены в схемы стратиграфии ряд новых районов развития девонских отложений. Выделен нижний девон Баладекского (терригенная толща) и Галамского районов (гербианская, ир-галамская и оннетокская толщи) в Удско-Шантарской зоне, средний девон — в Ланской (джегдалинская толща) и Мынской (пачка глинистых сланцев) зонах. Впервые выделен средний девон в Приморье (васиановская, левочерниговская, светлаярская и люторгская свиты). Детализированы схемы и уточнен возраст отдельных подразделений девонских отложений в Аянской, Омутнинской, Сухотинской и Урмийской зонах. Для территории юго-западной части Хабаровского края и Амурской области впервые выделены большеверский горизонт (зиген-эмс), соответствующий большеверской свите Омутнинской зоны. В пределах большеверского и ольдойского горизонтов выделены местные зоны.

По каменноугольной системе принята рабочая стратиграфическая схема Хабаровского и Приморского краев. Приведена корреляция по 20 структурно-фациальным зонам. Выделены слои по фауне и флоре. Уточнен возраст титаринской свиты Омутнинской зоны, в пределах которой выделяются турнейские слои и слои нижней половины визе.

Установлен почти полный разрез системы (исключая турнейский ярус) в Ланской зоне. Нижняя часть разреза (визейский и башкирский ярусы) подразделена на несколько толщ, охарактеризованных комплексами мшанок, брахиопод, фораминифер и криноидей. Верхняя часть разреза карбона представлена немymi отложениями, расчлененными на свиты. В Удско-Шантарской зоне отложения карбона расчленены на толщи и две свиты — малошантарскую и большеомокойскую. Здесь упразднены уйконская серия, теважинская и чичакинская свиты.

Впервые установлены терригенно-вулканогенная толща с остатками турнейских фораминифер в Норско-Сухотинской зоне, визейско-верхнетурнейские отложения с брахиоподами, криноидеями и трилобитами в Урмийской зоне, шевелевская толща с турнейским комплексом флоры в Даубихино-Южноприморской зоне.

По пермской системе совещание приняло унифицированную стратиграфическую схему для отложений Амурской области, Приморского и Хабаровского краев. Нижняя граница пермской системы в морских разрезах проводится по подошве отложения со *Schwagerina sphaerica gigas* и *Acervoschwagerina indolasa* — по подошве дунайской свиты в континентальных разрезах. Верхняя граница системы проводится по кровле отложений *Colaniella parva* (Col.) и *Palaeofusulina cf. prisca* (Dergrat.).

В отличие от схемы 1965 г. изменен объем дунайского горизонта в связи с отнесением к нему отложений, содержащих позднеасельский — сакмарский комплекс растений. Выделенные в 1965 г. по флористическим данным веснянский (P₁) и решетниковский (P₂) горизонты объединены в один абрековский горизонт, так как при картировании отложений без флоры выделяется лишь одно стратиграфическое подразделение. В нижней части абрековского горизонта выделен конюшковский комплекс растений. Детализирована схема лонального расчленения чандолазского горизонта. Зона *Colaniella parva* переведена в ранг слоев с фауной.

Полученные за последние годы материалы по биостратиграфии триаса Дальнего Востока позволили создать единую стратиграфическую схему (прежде выделялись две схемы — для территории Приморья и для Хабаровского края и Амурской области) с единой унифицированной частью. Впервые на схеме выделены местные зоны, горизонты и слои с фауной. Выявлены и изучены новые или значительно детализированы известные ранее разрезы триаса в ряде районов.

По юрской системе утверждены две корреляционные схемы Дальнего Востока — для Хабаровского края и Амурской области и для Южного Приморья. На первой коррелируются разрезы по 24, на второй — по семи структурно-фациальным зонам. Палеонтологическая изученность позволила выделить лоны для части плинсбахского, частично тоарского, ааленского и частично волжского ярусов, а также слои и характерные комплексы фауны для всего разреза юрской системы.

Для меловых отложений приняты две корреляционные стратиграфические схемы — по Монголо-Охотской и Сихотэалинской складчатым областям. В результате палеонтологических исследований на схеме Монголо-Охотского подрегиона выделено девять региональных горизонтов и четырнадцать зон, охарактеризованных соответствующими комплексами флоры, а для Сихотэалинского подрегиона — четырнадцать горизонтов и десять зон, отличающихся составом фауны. Установлены континентальные отложения берриаса, валанжина и альба в Торомском прогибе, альбские отложения кындальской свиты в Буреинском бассейне, морские верхнеотерив-нижнебарремские отложения в бассейнах рек Коппи, Валинку, Рудная, Приманка и Лагерная (Приморский край), верхнеаптские отложения с аммонитами в бассейнах рек Дорожная, Рудная и Красная Речка.

Определен по флоре альбский возраст магейской свиты в Преджугджурском прогибе, раннеэокомский возраст аланской и ульбериканской свит Ульинской зоны. Разработаны стратиграфические схемы для меловых отложений Западно-Туранской, Куйдусунской и Ульбериканско-Кавинской зон Монголо-Охотии. В Приморском крае изучено распределение бухий по разрезам берриасских и валанжинских отложений, в результате чего установлено пять разновозрастных комплексов. Там же в результате изучения позднемеловой флоры выделено шесть флористических комплексов: альб-сеноманский, туронский, коньяк-сантонский, маастрихтский, раннедатский и позднедатский.

По палеогеновой и неогеновой системам приняты унифицированные стратиграфические схемы для всего Дальнего Востока. На основании дополнительных сборов и анализа ископаемых растительных макроостатков и спорово-пыльцевых комплексов внесены следующие изменения в унифицированную часть схемы 1965 г.: исключены из нее тадушинский, а также майтунский горизонты; первый из них отнесен к данию, наличие же второго в результате дополнительных исследований не подтвердилось. В основании палеогеновой системы выделен кивдинский горизонт с флорой и спорово-пыльцевыми комплексами палеоценового облика.

На уровне второй половины нижнего и начала среднего миоцена выделяется приханкайский горизонт, характеризующийся наиболее теплолюбивым флористическим комплексом. Вновь подтверждено наличие угловского, надеждинского, усть-давыдовского, усть-суифунского и суифунского горизонтов. В пределах угловского и усть-суифунского горизонтов выделены слои с флорой. Для ряда районов выделены новые свиты.

На заключительном пленарном заседании было обращено особое внимание на стратиграфические схемы, подготовленные в качестве основы для крупномасштабного геологического картирования. Выяснилось, что значительная часть схемы пока еще не удовлетворяет требованиям, предъявляемым к детальности и обоснованности стратиграфического расчленения. В связи с этим настоящее совещание сочло необходимым рекомендовать заинтересованным организациям сконцентрировать усилия стратиграфов на решении проблем в первую очередь в районах, имеющих существенное значение для расширения минерально-сырьевой базы Дальнего Востока, учитывая широкое распространение здесь полезных ископаемых осадочного и вулканогенно-осадочного генезиса (каменный уголь юры и мела, бурый уголь палеогена и неогена, железные и марганцевые руды рифея и кембрия, фосфориты рифея, палеозоя и мезозоя и т. д.). Намечены конкретные пути дальнейших стратиграфических исследований на Дальнем Востоке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Решения 2-го Дальневосточного межведомственного стратиграфического совещания. Владивосток, 1971.
2. Стратиграфия Дальнего Востока. Тезисы докладов III Дальневосточного стратиграфического совещания. Владивосток, 1978.
3. Стратиграфия палеозоя юга Дальнего Востока. Тезисы докладов регионального совещания. Владивосток, 1977.

КРИТИКА И РЕЦЕНЗИИ

УДК 551.243

В. П. ФЕДОРЧУК (ВИЭМС)

Полная систематика разрывных структур*

За последние годы достигнуты значительные успехи в изучении разрывных структур, особенно в связи с их рудоконтролирующей (глубинные краевые разломы — Н. М. Сеницын, 1960 г., В. И. Казанский, 1972 г.), рудоподводящей (структуры пересечения и сопряжения разломов — А. В. Королев, П. А. Шехтман, 1954 г.) и рудолокализирующей (системы разрывных трещин разного порядка — В. А. Королев и др., 1976 г.) ролями. Однако основное внимание при этом уделялось линейным разрывам. Нелинейным структурам были посвящены лишь единичные публикации (Н. П. Лавров и др., 1962 г.). Не так давно их значение было подчеркнуто И. П. Кушнаревым и А. В. Дружининым (1972, 1975 гг.).

В книге «Методы изучения разрывных нарушений» И. П. Кушнаревым не только систематизированы известные данные о разрывных структурах различных типов, в том числе «экзотических», ранее детально не описывавшихся, но и разработаны новые приемы их изучения. Своей главной задачей автор считает «выяснение генезиса разрывов, установление времени их появления, истории развития и расчет амплитуд в каждый этап перемещений блоков» (с. 3).

Критически проанализировав существующие схемы классификации разрывных нарушений, И. П. Кушнарев предлагает свою генетическую «всеобъемлющую их систематику ... в которой по возможности учтены все ведущие типы структур и укоренившиеся (что очень важно — В. Ф.) их названия» (с. 8). Это действительно одна из самых полных классификационных схем, охватывающая разрывные нарушения практически всех генетических типов, в том числе ранее специально не описывавшиеся. Автор выделяет пять генетических групп разрывных нарушений: эндогенную (с четырьмя подгруппами — разрывы, не зависящие от складчатости, связанные с развитием геосинклиналей, магматизмом и конседиментационные), экзогенную, эндогенно-экзогенную комплексную, космогенную и техногенную; каждая из них объединяет большое число типов и подтипов.

В группе эндогенных разрывных нарушений привлекают внимание крупные кольцевые и более локальные структуры «точечного» типа, представленные «колоколообразными» телами брекчий, возникших в ядрах диапировых складок и в краевых частях протрузий, а также трубообразные тела брекчий, сформировавшиеся в связи с камуфлетными явлениями в вулканических аппаратах. С подобными структурами часто связаны месторождения рудных полезных ископаемых, в том числе такие, как Клаймакс (США), Альмаден (Испания) и др. Аналогичные структуры выделены и в группах экзогенных (карстовые воронки, соляные и песчано-глинистые диапиры), эндогенно-экзогенных комплексных (активизированные диапиры, грязевые вулканы), космогенных (воронки взрыва от падения метеоритов) и техногенных (атомные взрывы, просадки над выработанным пространством и т. д.) разрывных нарушений.

Кольцевые структуры рассмотрены в специальном разделе (с. 88—116). Там же подробно описаны диапировые структуры, на которые пока еще мало обращается внимания. Показаны ярко выраженная конвергентность образования, широкое развитие и роль этих структур в локализации полезных ископаемых. Весьма подробно охарактеризованы также кольцевые структуры.

Особый интерес представляет схема группировки техногенных разрывных нарушений. Значение последних быстро возрастает в связи с расширением добычных работ, в том числе с использованием мощных подземных взрывов и новых методов извлечения полезных ископаемых — путем подземного выщелачивания и выплавки руд, газификации углей и т. д.

Предложенная классификация носит преимущественно качественный характер. К сожалению, в ней отсутствует количественная оценка масштабов разрывных нарушений различных генетических типов. Только в отдельных случаях указывается соподчиненность структур (например, до- и послескладчатые эндогенные разрывы первой подгруппы подразделяются на глубинные, средние и мелкие). Выделяя разрывы, обусловленные тектонической активностью магмы (третья подгруппа), автор имеет в виду лишь нарушения, развивающиеся в экзоконтактовых зонах интрузивов (краевые надвиги, послойные разрывы, штокверки) и вулканических постройках (радиаль-

* О книге И. П. Кушнарера «Методы изучения разрывных нарушений». М., Недра, 1977.

ные и кольцевые структуры), элементы же прототектоники специально не обособляются.

И. П. Кушнарев, обращаясь к опыту изучения интрузивных массивов, указывает на четкую связь трещиноватости с тектонической активностью магмы и на этом основании резко критикует известные представления Г. Клооса, считая, что выделенные им системы трещин присущи не только интрузивным телам. В одних случаях, отмечает автор, они выходят далеко за пределы последних и являются наложенными на массив, повторяя трещиноватость вмещающих пород, а в других — связаны формированием и образуют веер разнонаправленных крутопадающих трещин, что «хорошо увязывается с вертикальным тектоническим воздействием незастывших частей магмы на раскристаллизованную часть массива и его роговики, при отсутствии каких-либо преобладающих тангенциальных давлений в этот период деформаций» (с. 19).

Однако, несмотря на наличие примеров со ссылками на ранее опубликованные работы как самого автора (1951, 1960 гг.), так и других исследователей, этого явно недостаточно, чтобы убедительно противопоставить новую трактовку глубоко укоренившемуся в сознании геологов представлению о трещинах прототектоники. Чтобы быть последовательным, автору следовало бы не рассеивать критику концепции Г. Клооса в разных местах книги, а дать ее концентрированно и достаточно развернуто.

Большого внимания заслуживает и проблема шарьяжей, связываемых автором с оползневыми движениями, стимулируемыми сейсмическими явлениями. Структуры шарьяжного типа, по мнению И. П. Кушнарева, это далекие, часто бескорневые тектонические покровы, представленные пластинами чужеродных пород в полого залегающих толщах пластичных, преимущественно песчано-глинистых отложений.

С критикой шарьяжей как особого типа покровных структур можно согласиться. Однако это не значит, что пологих чешуйчатых надвигов нет вообще. Так, они наблюдаются в Южной Фергане, где тектонические чешуи одних и тех же пород смяты в пологие складкоподобные структуры, многократно повторяя, как и в Северо-Нумидийском хребте (Северная Африка), однородные члены разреза. Что касается роли палеооползневых явлений как в микро- (послойные брекчии в горизонтах слоистых доломитов), так и в макромасштабах (шарьяжеподобные структуры), то они действительно фиксируются во многих тектонических зонах, где с ними часто ассоциируют стратиформные и стратиформноподобные месторождения свинца и цинка, а иногда также месторождения ртути и флюорита (Юго-Восточная Азия).

Обобщая данные о разрывных нарушениях, автор приходит к выводу, что все многообразие последних в зависимости от типа деформации можно свести к двум морфологическим группам. К первой он относит скалывающие деформации (сбросы, взбросы или надвиги, сдвиги, сбросо-сдвиги, взбросо-сдвиги), ко второй — отрывные (раздвиги), с чем вполне можно согласиться. При этом отрывным деформациям, как наименее изученным, посвящен специальный раздел, где впервые четко описаны их отличительные черты, а также показано, как надо учитывать их при расчете амплитуд перемещений по разломам.

По нашему мнению, раздвиги в локализации руд играют менее значительную роль по сравнению с другими нарушениями. Дело в том, что природа не любит пустоты, и поэтому раздвиги могут существовать в приоткрытом состоянии лишь геологически ничтожное время.

Большое внимание — и это совершенно справедливо — автор уделяет определению амплитуды перемещения по нарушениям и его знака. Так, обращаясь к методике интерпретации высотных и космических снимков, он «со всей категоричностью» (с. 47), может быть несколько излишней, заявляет, что «карты, лишенные элементов залегания, не представляют никакой ценности для настоящего тектонического анализа, особенно дизъюнктивной тектоники» (с. 47), ибо по ним нельзя определить тип и характер движений. Действительно, решить указанные задачи без таких данных невозможно. Определению перемещений по разломам посвящена значительная часть книги (с. 145—219).

К каким многообещающим выводам можно прийти, изучая перемещения по разломам (как частные — в каждый отдельный импульс тектонической деятельности, так и суммарные — наблюдаемые в настоящий момент), автор попытался показать в кратком итоговом разделе (с. 213—218). При этом И. П. Кушнарев поднимает ряд вопросов: что брать за нулевую поверхность отсчета — современный уровень моря или древний пенеплен, каково влияние разломов на блоковое строение отдельных рудных полей и как реализуются напряжения при межблоковых перемещениях, как определять глубину эрозийного среза рудоносных районов и др. Автор предлагает решать их, используя результаты полевой геологической документации и, главное, отражая взаимоотношения между основными структурными элементами на глубинных разломах. Эта рекомендация является весьма своеобразной, поскольку геологоструктурным разрезам у нас не всегда уделяется должное внимание, тогда как составление систем взаимно пересекающихся глубинных разломов — наиболее верный путь к познанию структуры изучаемого объекта — месторождения, рудного поля, рудного узла — на глубину.

Заметим, однако, что один пункт в рассуждениях автора нам представляется ошибочным. Речь идет об утверждении, будто «мы не имеем ни одного хорошо аргументированного примера участия самих поверхностей разломов в складчатости» (с. 218). Выше говорилось, что в Южной Фергане наблюдаются пологие чешуйчатые надвиги. Они неоднократно освещались в геологической литературе, будучи аргументированы данными длительного разбуривания соответствующих структур (гора Плави́ковая-Южная и др.).

Весьма интересен в теоретическом и практическом плане заключительный раздел книги «Некоторые аспекты трещинной тектоники» (с. 219—239), отдельные части которого написаны в полемическом стиле. В нем автор делится своим опытом изучения трещиноватости в рудных полях Забайкалья, а также критически рассматривает методические приемы М. А. Осипова, Е. Н. Прямова и ряда зарубежных исследователей, вновь возвращаясь к Г. Клоосу (кстати, в списке литературы почему-то отсутствуют его работы). При этом И. П. Кушнарев совершенно резонно предостерегает против чрезмерного увлечения статистикой при изучении мелкой трещиноватости: «...статистика хороша лишь для массы; индивидуальность в ней исчезает... так как ведет к потере информации и ряда закономерностей» (с. 237).

И, наконец, необходимо специально остановиться на разделе «Новые приборы, приемы и методы решения задач по структурной геологии» (с. 117—144). Перед нами, действительно, новая глава в структурной геологии — той ее области, в которой особенно велика роль методических разработок. Не перечисляя многочисленных приемов решения геолого-структурных задач, предложенные И. П. Кушнаревым, отметим лишь сконструированную им универсальную веерную линейку. Нам представляется, лучше было бы дать этот материал в виде специального приложения, что облегчило бы его использование при освоении техники работы по линейке. К сожалению, по вине издательства масштаб воспроизводства самой линейки (приложения 1 и 2) оказался искаженным, да и бумага, на которой она напечатана, не годится для наклейки на плотную основу. Линейка предназначена для решения широкого круга задач, связанных с определением положения линии пересечения различных геологических поверхностей, — именно с этими задачами приходится постоянно сталкиваться полевому геологу в его каждодневной работе. Как известно, и раньше принимались попытки облегчить тем или иным способом (графическим, расчетным) решение указанных задач, но приемлемого варианта до сих пор предложено не было.

Книга И. П. Кушнарева несомненно привлекает внимание широкого круга геологов, ведущих геологосъемочные работы разного масштаба и принимающих участие в детальном картировании рудных полей и месторождений, а также решении задач региональной геологии и тектоники. Она своевременно ориентирует на необходимость изучения не только обычных, но и ряда «экзотических» структур, часто играющих большую роль в рудолокализации. Книга нуждается в переиздании.

УДК 553.042.003.1

Повышать эффективность механизма хозяйствования на геологоразведочных работах.— Сов. геология, 1979, № 11, с. 3—7.

В соответствии с основными положениями постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР «Об улучшении планирования и усилении воздействия хозяйственного механизма на повышение эффективности производства и качества работ» рассматриваются мероприятия, разрабатываемые Министерством геологии СССР для совершенствования системы планирования и экономического стимулирования геологоразведочных работ, коренного улучшения капитального строительства, повышения эффективности научно-исследовательских, конструкторских, опытно-экспериментальных работ, приближения их к запросам геологоразведочного производства и ускорения внедрения результатов разработок в практику.

УДК 551.7

Косыгин Ю. А., Салин Ю. С. Стратиграфия и геологическое время.— Сов. геология, 1979, № 11, с. 7—18.

Ключевым понятием стратиграфии можно считать геологическое время. Если подходить к нему не с позиции умозрительных соображений, а как к теоретической конструкции, выводимой из наблюдаемых данных, то геологическое время обладает только теми характеристиками, которые внесены в него процедурами его построения. Математически однозначное и непротиворечивое определение отношений разновозрастности и одновозрастности может быть введено на основании законов Стено и Смита — Вернера для членов последовательности руководящих признаков (зональной последовательности). Эта последовательность используется в качестве геохронологической шкалы при установлении возрастных диапазонов других признаков. Геологический возраст любого слоя понимается как место этого слоя в шкале. Для построения шкалы не нужно никаких других исходных данных, кроме послойно описанных разрезов.

Единственным средством решения конечной задачи стратиграфии — прослеживания реальных геологических тел — является геологическое время. При этом принимается посылка о непересечении геологических и хроностратиграфических границ. Далекая, межрегиональная корреляция — область использования биохронологии; местная, локальная — сфера литохронологии. Стратиграфические подразделения производны от геохронологических. Принципы и критерии выделения всех стратиграфических подразделений едины и не зависят ни от размеров исследуемой территории, ни от характера используемых признаков — литологических, палеонтологических, геохимических и др. Не существует никакой другой стратиграфии кроме временной.

Список лит.— 51 назв.

УДК 551.781 : 551.353.3 : 561.26.001.33(47+57)

Глезер З. И. Зональное расчленение палеогеновых отложений по диатомовым водорослям.— Сов. геология, 1979, № 11, с. 19—30.

В разрезе морских кремнистых палеогеновых и эоценовых отложений Средиземноморской (Западной) палеобиогеографической области в пределах СССР по диатомеям установлено восемь провинциальных биостратиграфических зон. Зональное расчленение олигоценовых отложений в настоящее время невозможно из-за недостаточной изученности диатомей этого возраста. Зоны выделены на основании этапности развития водорослей. В большинстве случаев прослежена преемственность зональных комплексов (смыкаемость зон) более чем в двух регионах. Для всех зон указаны стратотипы. Используя принцип взаимозаменяемости хроностратиграфических признаков, выделенные зоны удалось условно скоррелировать с ярусной шкалой палеогена СССР и зонами по планктонным фораминиферам. По объему они отвечают ярусам или их частям.

Ил. 1, список лит.— 31 назв.

УДК 551.24 : 550.83(26)

Булин Н. К. Глубинное строение дна океанов. Сов. геология, 1979, № 11, с. 30—42.

Рассмотрены геологические и геофизические данные о составе и структуре земной коры Мирового океана. В фундаменте океанов широко развиты магматические и метаморфические породы кислого состава, в том числе породы гранулитовой фации. Так называемый океанический слой может быть сложен не основными породами («базальт»), а более кислыми разностями и представляет собой «гранитный» или «диоритовый» слой. Предложены контуры новой сейсмической модели коры океанов. В этой модели мощность твердой коры в океанах достигает 35—55 км; граница Мохоровичича располагается значительно глубже подошвы третьего океанического слоя; подошва третьего слоя, принимаемая в настоящее время за границу Мохоровичича, является тонким (1—2 км) слоем, ниже которого находятся породы с $v_p \approx 6,5$ —7 км/с. Приведены данные, свидетельствующие о принципиальном сходстве состава и структуры литосферы континентов и океанов. Имеющиеся фактические материалы по строению земной коры и верхов мантии не дают оснований для выделения особого «океанического» типа коры литосферы.

Ил. 2, список лит.— 17 назв.

УДК 551.248.1(924.8)

Неволин Н. В., Козлова Е. Ф., Патрушева В. А. Рельеф поверхности Мохоровичича Восточно-Европейской платформы и прилегающих территорий.— Сов. геология, 1979, № 11, с. 42—52.

На основе сейсмических данных (ГСЗ, КМПВ и пр.) с использованием корреля-

ционного метода преобразования региональных аномалий силы тяжести составлена новая схема рельефа поверхности Мохоровичича Восточно-Европейской платформы и прилегающих территорий. Дана краткая характеристика морфологии поверхности Мохоровичича, отмечено существование закономерной связи между ее рельефом и строением дорифейского фундамента платформы, например соответствие простираций отдельных крупных элементов фундамента и поверхности М, приуроченность крупных грабенообразных прогибов фундамента к областям неглубокого залегания поверхности М и т. п.

Ил. 2, табл. 1, список лит.— 4 назв.

УДК 550.361.2+553.98

Аммосов И. И. Петрографические особенности твердых органических веществ как показатель палеотемператур и нефтеносности.— Сов. геология, 1979, № 11, с. 53—65.

На основе сводки данных по количественным петрографическим особенностям твердых органических веществ осадочных пород выделены зоны палеотемператур. Возникновение, существование и изменение положения этих зон в пространстве и во времени создает единую соподчиненную систему генерации, миграции и аккумуляции органогенных флюидов, в целом обуславливающую формирование залежей нефти. Зоны палеотемператур образуются под влиянием тепловых потоков астеносферы (в основном) и под влиянием тепловых потоков интрузий. Введено понятие о палеогеотермическом градиенте как одном из показателей палеотепловых потоков.

Ил. 3, табл. 5, список лит.— 20 назв.

УДК 553.495 : 551.242.51

Главные типы урановых месторождений щитов докембрийских платформ/Я. Д. Готман, А. К. Мигута, Э. В. Петросян и др.— Сов. геология, 1979, № 11, с. 65—78.

Рассмотрены геологические условия уранового рудообразования в щитах докембрийских платформ. Разнообразие и характерные особенности урановых месторождений докембрийских щитов обусловлены спецификой и длительностью истории геологического развития этих наиболее древних структурных элементов земной коры. Выделено пять главных групп урановых месторождений щитов: полигенные стратиформные в протогейсинклинальных образованиях, метасоматические завершающих этапов гранитизации, гидротермально-метасоматические в областях протоактивизации, в областях позднедокембрийской и фанерозойской активизации, гидротермальные в наложенных и эрозионных впадинах.

Табл. 1, список лит.— 8 назв.

УДК 553.31(571.61)

Архипов Г. И. Перспективы зоны Байкало-Амурской магистрали на железные руды.— Сов. геология, 1979, № 11, с. 78—89.

На основании обобщения материалов выполнена оценка перспектив Амурской области на железные руды. Систематизированы данные о региональных закономерностях размещения железорудных формаций, уточнены границы рудных районов и зон, в их пределах выделено 14 рудных узлов. На рассмотренной площади известно 298 проявлений железных руд, 334 магнитные аномалии предположительной и установленной железорудной природы, в том числе одно детально разведанное месторождение промышленного значения, шесть предварительно оцененных месторождений, которые по запасам могут быть промышленными, разведано четыре малых месторождения, не имеющих практического значения. Остальные проявления открыты в процессе геологосъемочных работ и не имеют оценки размеров и запасов. Промышленные запасы территории составляют 389 млн. т руды, запасы с учетом поисково-оценочных работ 680 млн. т, прогнозные запасы вместе с установленными составляют, по различным оценкам, от 4,5 до 8 млрд. т. Геологическая обстановка благоприятна для обнаружения средних и мелких месторождений скарновомагнетитовых руд и железистых кварцитов. Наиболее перспективны Селемджинский и Бомнакский железорудные районы. Рекомендуются комплекс геологоразведочных работ, переоценка ряда рудных объектов, в том числе Гаянского месторождения.

Табл. 1, ил. 1, список лит.— 9 назв.

УДК 553.078 : 551.243(575.2)

Фаворская М. А., Гольдверт Г. С., Лобанченко А. Н. Металлогеническое значение меридиональных дислокаций территории Киргизии.— Сов. геология, 1979, № 11, с. 89—102.

На основании новых данных, полученных в результате анализа геологических, геофизических и морфоструктурных аномалий на территории Киргизии, сделан вывод о наличии ряда скрытых систем нарушений меридионального простирания, пересекающих названную территорию и уходящих за ее пределы как на север, так и на юг. Выделение упомянутых структур позволило вскрыть новые особенности строения территории Киргизии, тесно связанные с ее принадлежностью к Индо-Памирской глубинной зоне нарушений и играющие, наряду с широтными дислокациями, существенную роль в размещении рудной минерализации.

Ил. 4, список лит.— 24 назв.

УДК 550.81 : 553.44(574.4)

Трубников Л. М. Совершенствование систем разведки сложных месторождений цветных металлов (на примере Рудного Алтая).— Сов. геология, 1979, № 11, с. 103—110.

Рассматриваются вопросы выбора критериев достоверности геологоразведочных работ. Изложены результаты исследований зависимости точности определения основных параметров месторождений полезных ископаемых от плотности разведочной сети и различных способов разведки на сложных полиметаллических месторождениях Лениногорского района Рудного Алтая. Предлагается система разведки сложных рудноалтайских полиметаллических месторождений редкой сетью буровых скважин и большим объемом подземных горных выработок, позволяющая повысить достоверность разведки без увеличения стоимости работ.

Табл. 1, ил. 2, список лит.— 13 назв.

УДК 550.837+550.831(—925.22)

Результаты электроразведочных и гравиметрических работ в Прикаспийской впадине/В. В. Аршинов, А. Н. Богуславский, Ю. С. Корольков, О. А. Потапов.— Сов. геология, 1979, № 11, с. 110—118.

Рассмотрены особенности геоэлектрического разреза и изложены методические приемы проведения комплексных геофизических работ. Описаны основные результаты интерпретации геофизического материала, сделаны выводы о геологическом строении территории и перспективах обнаружения в ее пределах залежей углеводородов. Даны рекомендации по направлениям дальнейших исследований.

Табл. 4, ил. 2, список лит.— 17 назв.

Contevits

- | | | |
|--|----|--|
| The influence of economy on the efficiency of geological prospecting . . . | 3 | <i>Favorskaya M. A., Goldvert G. S., Lobanchenko A. N.</i> |
| <i>Kosygin Yu. A., Salin Yu. S.</i> | | |
| Stratigraphy and geological time . . . | 7 | Metallogenic value of meridional dislocations of the Kirghizia territory . . . 89 |
| <i>Glezer Z. I.</i> | | |
| Zoning differentiation of the Paleogene deposits based upon diatom algae | 19 | |
| <i>Bulin N. K.</i> | | |
| Deep structure of the ocean floor . . . | 30 | |
| <i>Nevolin N. V., Kozlova E. F., Patrushevi V. A.</i> | | |
| The Moho surface relief of the Eastern-European Platform and adjacent territories | 42 | |
| <i>Ammosov I. I.</i> | | |
| Petrography of solid organic matter as an indicator of paleotemperatures and oil potential | 53 | |
| <i>Gotman Ya. D., Miguta A. K., Petrosyan E. V., Pruss A. K., Smilkstyn A. O.</i> | | |
| Main types of uranium deposits of shields of the Precambrian Platform | 65 | |
| <i>Arkhipov G. I.</i> | | |
| Prospects for iron ores in the Baikal—Amur line zone | 78 | |
| | | <i>Trubnikov L. M.</i> |
| | | Improvement of prospecting for composite nonferrous metal deposits (as exemplified by the Rudny Altai) . . . 103 |
| | | <i>Arshinov V. V., Boguslavsky A. N., Korolkov Yu. S., Potapov O. A.</i> |
| | | Results of electric prospecting and gravimetric studies in the Pricaspian basin 110 |
| | | |
| | | SCIENTIFIC CHRONICLE |
| | | <i>Ablyayev A. G., Belyayeva G. V., Simakov K. V.</i> |
| | | The IIIrd stratigraphic meeting on the Far East 119 |
| | | |
| | | CRITIQUE AND BOOK REVIEWS |
| | | <i>Fedorchuk V. P.</i> |
| | | Complete classification of faults . . . 123 |

ВНИИЗАРУБЕЖГЕОЛОГИЯ предлагает карты и книги, вышедшие из печати в 1979 году.

Карта нефтегазоносности и угленосности Тихоокеанского подвижного пояса и Тихого океана масштаба 1:10 000 000. Гл. редакторы Н. А. Еременко, Л. И. Красный, В. В. Федынский. Цена с объяснительной запиской 5 р. 76 к.

Показаны основные геоструктурные элементы региона, мощности потенциально нефтегазоносной толщи на суше, шельфе и в глубоководных районах, нефтегазоносные и угленосные бассейны и распределение в них месторождений. Представлены фациальные особенности формирования основных нефтегазоугленосных толщ и др. В записке к карте дан статистический материал по запасам и добыче горючих ископаемых и проанализированы основные закономерности размещения нефти, газа и угля в Тихоокеанском суперрегионе.

Геологическая карта Южной Америки масштаба 1:5 000 000. Гл. редактор Н. А. Беляевский. Цена карты с объяснительной запиской 3 р. 16 к.

Карта отражает новейшие данные о геологическом строении и истории развития континента. Дано более детальное расчленение комплексов пород, уточнен их возраст, изображены важнейшие структурные элементы, отсутствовавшие на ранее изданных картах. Легенда составлена в соответствии с международной хроностратиграфической шкалой. Объяснительная записка является по существу первой сводкой по стратифицированным и интрузивным образованиям Южной Америки.

Геологическая карта Африки масштаба 1:5 000 000. Гл. редактор В. А. Ярмолюк. Цена 3 р. 42 к.

Новым по сравнению с ранее изданными геологическими картами Африки является: детализация расчленения докембрийских образований и интрузивных комплексов, выделение тел карбонатитов, кимберлитов и эффузивов, показ на карте цифр абсолютного возраста и изогипс кровли докембрийского фундамента платформы. Легенда составлена в соответствии с международной хроностратиграфической шкалой и приведена на русском, французском и английском языках.

Н. А. Калинин. Методика долгосрочного прогнозирования разведки и добычи нефти. (Труды ВНИИЗарубежгеологии, вып. 36). М., Недра. 9,5 л. Цена 1 р. 40 к.

Предложена новая методика прогнозирования разведки и добычи нефти по бассейнам, базирующаяся как на геолого-статистическом материале, так и на общих законах извлечения нефти из пористых сред. Устанавливаются функциональные связи между параметрами, контролирующими эффективность разведки и динамику добычи нефти. Предлагается также новая классификация нефтегазоносных бассейнов по количеству и степени концентрации в них углеводородов, а также типовые модели освоения нефтеносных бассейнов.

Геологическое строение и закономерности размещения месторождений важнейших полезных ископаемых на территории МНР. Под ред. Р. А. Хасина и Ч. Хурца. М., Недра, 11,5 л. Цена 1 р. 70 к.

Содержит статьи советских и монгольских специалистов по вопросам геологии и металлогении Монголии. В частности, изложены принципы поэтапного латерального анализа геологических формаций, на основе которых впервые составлена структурно-формационная карта Центральной и Восточной Монголии. Рассмотрены закономерности размещения оловянных, вольфрамовых, флюоритовых и других месторождений.

Методические рекомендации по разработке геоморфологической терминологии дна Мирового океана. Под ред. Ю. Я. Кузнецова и О. К. Леонтьева. 4,5 л. Цена 35 к.

В книге приведены термины по геоморфологии дна Мирового океана. Для большинства из них даны английские и французские эквиваленты. Рассмотрены основные требования к терминам и их определениям, проблемы классификации рельефа дна и принципы составления словаря для подготовки государственной стандартизации научной терминологии.

Методические рекомендации по организации труда и быта геологов, работающих в странах с тропическим климатом. 4,7 л. Цена 33 к.

Даются рекомендации по мерам безопасности труда и быта в полевых условиях тропических и близких к ним районов, по организации медицинского обслуживания. Приводятся сведения о характерных для стран с тропическим и жарким климатом болезнях, их симптомах, средствах и методах лечения, об опасных животных и растениях этих стран.

Заявки просьба направлять по адресам:
127018, Москва, Стрелецкая ул., д. 6. ОНТИ ВНИИЗарубежгеологии

Цена 1руб.

70824

СОВЕТСКАЯ ГЕОЛОГИЯ. 1979. №11. 1-128