

СОВЕТСКАЯ ГЕОЛОГИЯ

ISSN 0038-5069

9/1985



Ежемесячный
научный журнал

Пролетарии всех стран, соединяйтесь!

СОВЕТСКАЯ 9 / 1985 ГЕОЛОГИЯ

Ежемесячный научный журнал
Орган Министерства геологии СССР
Основан в 1933 году

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор В. М. ВОЛКОВ

Т. В. Билибина, В. А. Вахрамеев, Д. А. Венков, А. М. Властовский, В. Г. Гарьковец, А. А. Геодекян, М. В. Голицын, И. С. Грамберг, С. В. Григорян, М. Н. Денисов, А. Н. Еремеев, В. А. Ерхов, А. И. Жамойда (зам. главного редактора), А. Н. Золотов, Г. А. Израилева (зам. главного редактора), А. Б. Каждан, Ю. Б. Казмин, Е. А. Козлов, Н. Э. Краснова (отв. секретарь), Л. И. Красный, А. И. Кривцов, А. И. Лисицын, Н. В. Межеловский, В. Д. Наливкин, В. А. Нарсеев, В. А. Низьев, Л. Н. Овчинников, В. Н. Полуэктов (зам. главного редактора), Н. Н. Предтеченский, Д. А. Родионов, Е. И. Семенов, В. В. Семенович, Л. Н. Смирнов, В. С. Сурков, К. И. Сычев, М. А. Фаворская, А. С. Филько, А. Л. Яншин, В. А. Ярмолюк



МОСКВА, «НЕДРА»

© Издательство «Недра»,
«Советская геология», 1985

Содержание

Ускорение научно-технического прогресса — главная задача	3	СТРАТИГРАФИЯ И ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ	
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС В ГЕОЛОГИИ		Худoley К. М., Прозоровская Е. Л. Основные черты палеобиогеографии Евразии в юрском периоде	65
Низьев В. А., Бовт Л. Д., Попова С. Ф., Щербаков В. П., Ростовицков В. Б. Эффективность геофизических исследований при разведке сложнопостроенных месторождений нефти и газа	6	Изотова М. Н. Фузулинидовы зоны нижней перми северного и восточного бортов Прикаспийской впадины	76
ИТОГИ РАБОТЫ XXVII МКГ		РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ И ТЕКТНИКА	
Красный Л. И. Современные проблемы тектоники и региональной геологии	13	Ротман В. К., Кузьмин В. К. Хангарская структура центрального типа на Камчатке	85
ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ СЫРЬЕ		Антощенко-Оленев И. В. Районирование Казахстана по дешифрируемости фотоизображений	93
Ермошкин В. И., Сорокова Е. И., Филин А. С., Бобылева А. А. Фазовая зональность регионального нефтегазоаккумуляции	21	МИНЕРАЛОГИЯ, ПЕТРОГРАФИЯ, ЛИТОЛОГИЯ	
Кизильштейн Л. Я., Шницелуэ А. Л. Анатомический состав растительных тканей высокометаморфизованных углей	32	Рундквист Т. В., Веселовский Н. Н. Строение, состав и асбестовосность гипербазитов северокарельского комплекса	97
ГЕОФИЗИКА И ГЛУБИННОЕ СТРОЕНИЕ		Попков В. И., Япаскурт О. В., Демидов А. А. Породы фундамента юго-запада Туранской плиты	106
Дружинин В. С., Карманов А. Б. Изучение строения земной коры северо-западной части Западно-Сибирской плиты	39	ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ	
Ерхов В. А., Персиц Ф. М., Урсов А. А. Поиски слабопроявленных локальных геологических объектов аэрогеофизическими методами	49	Фролов Н. М. Гидрогеотермия на новом этапе развития	114
РУДНОЕ И НЕРУДНОЕ МИНЕРАЛЬНОЕ СЫРЬЕ		ХРОНИКА	
Кудрявцев В. А., Крылов В. В., Воллосович Н. Н., Ахметов Р. Н., Никитин В. М. Нижнеархейские магнетитовые кварциты Алдано-Станового региона — железорудное сырье	51	Жамойда А. И., Прозоровская Е. Л. Межведомственному стратиграфическому комитету 30 лет	122
МЕТОДОЛОГИЯ, ЭКОНОМИКА ОРГАНИЗАЦИЯ		90-летие Александра Кирилловича Матвеева	126
Шестаков Ю. Г. Об использовании ЭВМ при подготовке геологов	62		

Художественный редактор Е. Л. Юрковская
Технический редактор Е. В. Воробьева
Корректор В. А. Бобринская

Сдано в набор 24.07.85. Подписано в печать 19.08.85. Т-18511. Формат 70×108^{1/16}.
Печать высокая. Усл. печ. л. 11,2. Усл. кр.-отт. 11,55. Уч.-изд. л. 13,33.
Тираж 3170 экз. Заказ № 389.

Адрес редакции: 123812 ГСП, Москва, Бол. Грузинская, 4/6
Телефон 254-29-56

Ленинградская картографическая фабрика ВСЕГЕИ

Ускорение научно-технического прогресса — требование жизни

Ускорение научно-технического прогресса — главная задача

Состоявшееся 11—12 июня 1985 года совещание в ЦК КПСС по вопросам ускорения научно-технического прогресса, итоги апрельского и июльского (1985 г.) Пленумов ЦК КПСС и решения третьей сессии Верховного Совета СССР одиннадцатого созыва явились мощным стимулом дальнейшей активизации общественной жизни страны, повышения политической и трудовой инициативы масс, настойчиво претворяющих в жизнь планы коммунистического строительства.

Совещание в ЦК КПСС по вопросам ускорения научно-технического прогресса имеет первостепенное значение для экономической стратегии партии и является важным звеном в работе по выполнению решений апрельского (1985 г.) Пленума ЦК КПСС по подготовке к XXVII съезду КПСС. На совещании дана реалистическая оценка нашей экономики, изложена научно обоснованная концепция ускорения социально-экономического развития страны, качественного преобразования материально-технической базы народного хозяйства на основе внедрения достижений науки и техники, совершенствования управления и хозяйственного механизма. При этом подчеркнуто, что последовательная реализация выдвинутых на совещании задач, перевод экономики на рельсы интенсификации, широкомасштабное использование достижений научно-технического прогресса должны стать общенародным, общепартийным делом, стержнем организаторской, политической и хозяйственной работы на всех участках.

Разведчики недр, как и весь советский народ, с удовлетворением восприняли идеи и установки состоявшегося в ЦК КПСС совещания по вопросам ускорения научно-технического прогресса и рассматривают их как руководство к действию по решению задач, стоящих перед отраслью.

11 июля 1985 г. состоялось совещание актива Министерства геологии СССР, обсудившее задачи геологических организаций отрасли в свете установок и выводов совещания в ЦК КПСС по ускорению научно-технического прогресса.

На совещании с докладом «О задачах геологических организаций по интенсификации геологоразведочных работ в свете установок и выводов совещания в ЦК КПСС по вопросам

ускорения научно-технического прогресса» выступил министр геологии СССР т. Козловский Е. А. В докладе отмечено, что деятельность организаций Министерства геологии СССР в текущей пятилетке была направлена на выполнение задач, вытекающих из решений XXVI съезда КПСС, последующих Пленумов ЦК КПСС, постановлений ЦК КПСС и Совета Министров СССР. Сложившийся в отрасли научно-технический и производственный потенциал в целом позволяет решать задачи дальнейшего расширения минерально-сырьевой базы топливно-энергетического и агропромышленного комплексов, черной и цветной металлургии, строительной индустрии, производства минеральных удобрений, мелиорации сельскохозяйственных угодий.

За истекший период пятилетки учеными и конструкторами отрасли, специалистами производственных организаций решен ряд крупных научно-технических проблем. На новой методической основе дана оценка прогнозных ресурсов основных видов полезных ископаемых, в том числе для важнейших горнорудных районов и нефтегазоносных областей. Новые результаты получены при изучении строения земной коры, в том числе с помощью самой глубокой в мире Кольской скважины, создан и внедрен ряд прогрессивных методов и технологий, новых технических средств в области региональных исследований, геофизических, буровых, лабораторных и горно-разведочных работ. В текущей пятилетке продолжалось техническое перевооружение отрасли. Структура основных производственных фондов постоянно улучшается, повышается доля их активной части.

Вместе с тем организация работ по ускорению научно-технического прогресса в отрасли еще не в полной мере отвечает поставленной задаче соединения на деле преимуществ нашего социалистического строя с достижениями научно-технической революции.

В отрасли еще имеет место нерациональное использование средств, направление их под недостаточно обоснованные перспективы. Отдельные руководители стремятся выбить побольше средств и ресурсов, а планы получить меньше. Не осваиваются ассигнования на нефть и газ; при значительных затратах остаются не-

достаточно эффективными работы на некоторые виды полезных ископаемых в Мингео РСФСР, Мингео СССР, управлениях геологии Грузинской и Азербайджанской ССР и др.

За последние годы снизились эффективность поисковых работ и темпы роста задела для проведения поисково-оценочных работ. Результаты значительной части научно-исследовательских и тематических работ не находят широкого и быстрого применения на практике. Научно-исследовательскими и конструкторскими организациями неоправданно затягиваются сроки разработки и освоения новой техники и технологии.

Имеются значительные недостатки в капитальном строительстве в Мингео Казахской ССР, Главтюменгеологии, Мингео Украинской ССР, в управлениях геологии Таджикской, Туркменской и Белорусской ССР, в объединении «Союзгеотехника» и других организациях.

В ряде геологических организаций сохраняются старые подходы к инвестиционной политике. Отдельные руководители не уделяют должного внимания повышению фондоотдачи.

Еще не в полной мере приведены в действие резервы по использованию имеющегося оборудования, транспортных средств, полной реализации возможностей технических средств. Недостаточно ведется работа по экономии материально-технических ресурсов, совершенствованию нормирования их расхода, учета, отчетности, хранения, внедрению ресурсосберегающей техники и технологии.

Медленное развитие производственных мощностей отрасли, неполное использование производственного потенциала, отставание от современных требований опытно-производственной и экспериментальной баз НИИ и КБ негативно влияют на техническое перевооружение отрасли, технический уровень основных видов геологоразведочных работ, сдерживают рост планово-экономических показателей.

Нельзя считать удовлетворительным положение дел с качеством продукции, выпускаемой заводами отрасли. Допускаются в ряде случаев срывы плана по аттестации продукции по высшей категории качества, особенно на заводах «Союзгеотехники». Слабо ведется работа по соблюдению технологической дисциплины при изготовлении оборудования. Качество выпущенных отраслевыми институтами проектов на строительство остается низким из-за распыления сил и ресурсов.

Совещание актива Министерства геологии СССР приняло развернутое постановление, в котором рекомендуется организациям Министерства геологии СССР принять к исполнению установки и выводы совещания в ЦК КПСС по

вопросам ускорения научно-технического прогресса, положив их в основу всей практической деятельности.

Совещание актива одобрило Основные мероприятия Министерства геологии СССР по реализации задач, вытекающих из итогов совещания в ЦК КПСС по вопросам ускорения научно-технического прогресса, направленные на ускоренное развитие минерально-сырьевой базы страны на основе повышения эффективности использования капитальных вложений, госбюджетных ассигнований, выделяемых на проведение геологоразведочных работ; повышение качества подготовки запасов полезных ископаемых; техническое перевооружение геологоразведочного производства; развитие и эффективное использование научно-технического потенциала; совершенствование управления научно-техническим прогрессом и всего хозяйственного механизма; повышение уровня работы с кадрами.

Совещание актива поручило руководителям министерств и управлений геологии союзных республик, организаций союзного подчинения подразделений центрального аппарата Министерства геологии СССР при доработке проектов плана на 1986 г. и двенадцатую пятилетку уточнить задания по научно-техническому прогрессу в целях интенсификации геологоразведочного производства, достижения передовых рубежей по производительности труда и эффективности геологоразведочных работ, обратив особое внимание на:

- реализацию заданий Энергетической и Продовольственной программ СССР, увеличение обеспеченности разведанными запасами действующих горнодобывающих предприятий, дальнейшую концентрацию сил и средств на выявлении и ускоренной оценке дефицитных видов минерального сырья и высококоррелябельных месторождений;

- концентрацию ресурсов на реконструкции и техническом перевооружении геологоразведочного производства, создании принципиально новых высокопроизводительных технических средств и технологий;

- коренную перестройку капитального строительства с целью концентрации средств и ресурсов на первоочередных объектах, имеющих решающее значение для ускорения научно-технического прогресса в отрасли;

- всемерную экономию материальных, трудовых и финансовых ресурсов, внедрение ресурсосберегающей техники и технологий, соблюдение строжайшего режима экономии;

- расширение применения микроэлектроники и вычислительной техники при обработке геолого-геофизической информации, в техноло-

гических процессах геологоразведочного производства;

- совершенствование планирования и управления геологоразведочными работами на основе расширения прав и повышения ответственности объединений, организаций и предприятий за конечные результаты их деятельности, более широкого и эффективного внедрения хозяйственного расчета;

- осуществление мер по сокращению управленческого аппарата и упразднению его лишних звеньев.

Совещание актива поручило научно-исследовательским и опытно-конструкторским организациям отрасли:

- сконцентрировать работы на решении главных задач отрасли — ускорении выполнения заданий Энергетической и Продовольственной программ СССР, укреплении сырьевых баз действующих предприятий, расширении ресурсов и запасов дефицитных видов минерального сырья, выявлении высококоррелябельных месторождений, повышении эффективности и качества геологоразведочных работ и улучшении их технико-экономических показателей;

- при доработке и реализации общесоюзных, отраслевой и территориальных научно-технических и научно-производственных программ обеспечить приоритетное развитие научно-исследовательских работ и внедрение их результатов по таким главным направлениям, как ускоренная оценка перспектив нефтегазности и рудоносности на основе комплексных глубинных исследований недр и регионального изучения территории СССР; создание и внедрение системы управления развитием минерально-сырьевой баз и геологоразведочными работами; геолого-экономическое районирование территории СССР по требуемым уровням развития минерально-сырьевой базы и сбалансированности темпов геологического изучения месторождений с темпами их промышленного освоения; создание и внедрение прогрессивных технологий и новой техники для всех видов геологоразведочных работ; разработка и внедрение эффективных методик локального прогноза, поисков, оценки и оптимальных методик разведки; компьютеризация всех видов геологоразведочных работ; комплексное изучение минерального сырья и разработка высокоэффективных технологий его использования; разработка и внедрение дистанционных и многоуровневых поисковых систем;
- укрепить и развить опытно-методические и опытно-экспериментальные базы НИИ, перевести научно-исследовательские работы на заказ-нарядную систему исследований по прогрессивным технологиям и новой технике.

Совещание актива поручило руководителям центрального аппарата Министерства геологии СССР, министерств и управлений геологии союзных республик, организаций союзного подчинения:

- обеспечить в 1985 г. разработку программы на двенадцатую пятилетку по экономии топливно-энергетических и других материальных ресурсов на основе внедрения ресурсосберегающей техники и технологии с тем, чтобы максимально удовлетворить прирост потребности отрасли в топливе, сырье и материалах за счет их экономии; организовать работу в отрасли по ее реализации;

- разработать и осуществить программу комплексного совершенствования механизма управления экономикой отрасли, предусмотрев в ней усовершенствование организационной структуры на всех уровнях и во всех звеньях отрасли; улучшение системы премирования, исходя из требований повышения эффективности геологоразведочных работ, роста производительности труда и интенсификации производства; повышение действенности всей совокупности экономических рычагов и стимулов хозяйственного механизма, включая методы оценки результатов хозяйственной деятельности, усиление его восприимчивости к достижениям научно-технического прогресса.

Совещание актива обратилось к трудовым коллективам всех организаций и предприятий отрасли с призывом совместно с партийными, комсомольскими, профсоюзными и другими общественными организациями:

- улучшить использование имеющегося производственного и научно-технического потенциала;

- усилить работу по укреплению трудовой, производственной и технологической, плановой дисциплины, добиваться, чтобы на каждом предприятии, в каждой организации эта работа стала делом всего трудового коллектива, самих трудящихся;

- осуществить практические меры по укреплению отстающих участков квалифицированными кадрами, способными в новой обстановке решать задачи по ускоренному развитию геологоразведочных работ, работать с полной отдачей сил. Всемерно поддерживать и развивать инициативу и мастерство рабочих, инженерно-технических работников, ученых, руководящих кадров, сконцентрировав их внимание на самом важном — научно-техническом прогрессе; осуществлять работу по более широкому привлечению научно-технической общественности, рационализаторов, изобретателей и новаторов производства к решению задач по

ускорению научно-технического прогресса в геологии.

Совещание актива поручило:

— провести организаторскую работу по широкой пропаганде и разъяснению материалов совещания в ЦК КПСС в организациях и на предприятиях системы Министерства геологии СССР;

— обсудить на заседаниях коллегий, активах и в трудовых коллективах задачи, вытекающие из итогов совещания в ЦК КПСС по вопросам ускорения научно-технического прогресса, обеспечить участие руководящих ра-

ботников министерств и управлений геологии союзных республик, организаций союзного подпаса является главной задачей деятельности при проведении этой работы в подведомственных организациях и предприятиях.

Участники совещания актива Министерства геологии СССР выразили твердую уверенность в том, что трудовые коллективы умножат свой вклад в борьбу за выполнение решений ЦК КПСС в том, что трудовые коллективы умножат свой вклад в борьбу за выполнение решений ЦК КПСС.

Участники совещания актива Министерства геологии СССР выразили твердую уверенность в том, что трудовые коллективы умножат свой вклад в борьбу за выполнение решений ЦК КПСС в том, что трудовые коллективы умножат свой вклад в борьбу за выполнение решений ЦК КПСС.

Участники совещания актива Министерства геологии СССР выразили твердую уверенность в том, что трудовые коллективы умножат свой вклад в борьбу за выполнение решений ЦК КПСС в том, что трудовые коллективы умножат свой вклад в борьбу за выполнение решений ЦК КПСС.

Участники совещания актива Министерства геологии СССР выразили твердую уверенность в том, что трудовые коллективы умножат свой вклад в борьбу за выполнение решений ЦК КПСС в том, что трудовые коллективы умножат свой вклад в борьбу за выполнение решений ЦК КПСС.

Участники совещания актива Министерства геологии СССР выразили твердую уверенность в том, что трудовые коллективы умножат свой вклад в борьбу за выполнение решений ЦК КПСС в том, что трудовые коллективы умножат свой вклад в борьбу за выполнение решений ЦК КПСС.

Участники совещания актива Министерства геологии СССР выразили твердую уверенность в том, что трудовые коллективы умножат свой вклад в борьбу за выполнение решений ЦК КПСС в том, что трудовые коллективы умножат свой вклад в борьбу за выполнение решений ЦК КПСС.

Участники совещания актива Министерства геологии СССР выразили твердую уверенность в том, что трудовые коллективы умножат свой вклад в борьбу за выполнение решений ЦК КПСС в том, что трудовые коллективы умножат свой вклад в борьбу за выполнение решений ЦК КПСС.

Участники совещания актива Министерства геологии СССР выразили твердую уверенность в том, что трудовые коллективы умножат свой вклад в борьбу за выполнение решений ЦК КПСС в том, что трудовые коллективы умножат свой вклад в борьбу за выполнение решений ЦК КПСС.

Участники совещания актива Министерства геологии СССР выразили твердую уверенность в том, что трудовые коллективы умножат свой вклад в борьбу за выполнение решений ЦК КПСС в том, что трудовые коллективы умножат свой вклад в борьбу за выполнение решений ЦК КПСС.

Участники совещания актива Министерства геологии СССР выразили твердую уверенность в том, что трудовые коллективы умножат свой вклад в борьбу за выполнение решений ЦК КПСС в том, что трудовые коллективы умножат свой вклад в борьбу за выполнение решений ЦК КПСС.

Участники совещания актива Министерства геологии СССР выразили твердую уверенность в том, что трудовые коллективы умножат свой вклад в борьбу за выполнение решений ЦК КПСС в том, что трудовые коллективы умножат свой вклад в борьбу за выполнение решений ЦК КПСС.

Участники совещания актива Министерства геологии СССР выразили твердую уверенность в том, что трудовые коллективы умножат свой вклад в борьбу за выполнение решений ЦК КПСС в том, что трудовые коллективы умножат свой вклад в борьбу за выполнение решений ЦК КПСС.

Участники совещания актива Министерства геологии СССР выразили твердую уверенность в том, что трудовые коллективы умножат свой вклад в борьбу за выполнение решений ЦК КПСС в том, что трудовые коллективы умножат свой вклад в борьбу за выполнение решений ЦК КПСС.

Участники совещания актива Министерства геологии СССР выразили твердую уверенность в том, что трудовые коллективы умножат свой вклад в борьбу за выполнение решений ЦК КПСС в том, что трудовые коллективы умножат свой вклад в борьбу за выполнение решений ЦК КПСС.

Участники совещания актива Министерства геологии СССР выразили твердую уверенность в том, что трудовые коллективы умножат свой вклад в борьбу за выполнение решений ЦК КПСС в том, что трудовые коллективы умножат свой вклад в борьбу за выполнение решений ЦК КПСС.

Участники совещания актива Министерства геологии СССР выразили твердую уверенность в том, что трудовые коллективы умножат свой вклад в борьбу за выполнение решений ЦК КПСС в том, что трудовые коллективы умножат свой вклад в борьбу за выполнение решений ЦК КПСС.

Участники совещания актива Министерства геологии СССР выразили твердую уверенность в том, что трудовые коллективы умножат свой вклад в борьбу за выполнение решений ЦК КПСС в том, что трудовые коллективы умножат свой вклад в борьбу за выполнение решений ЦК КПСС.

Участники совещания актива Министерства геологии СССР выразили твердую уверенность в том, что трудовые коллективы умножат свой вклад в борьбу за выполнение решений ЦК КПСС в том, что трудовые коллективы умножат свой вклад в борьбу за выполнение решений ЦК КПСС.



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС В ГЕОЛОГИИ

УДК 550.834.003.1

В. А. НИЗЬБЕВ, Л. Д. БОВТ, С. Ф. ПОПОВА,
В. П. ЩЕРБАКОВ (Мингео РСФСР),
В. Б. РОСТОВЩИКОВ (ПГО «Печорагеофизика»)

Эффективность геофизических исследований при разведке сложнопостроенных месторождений нефти и газа

В соответствии с решениями XXVI съезда КПСС и апрельского (1985 г.) Пленума ЦК КПСС дальнейшее развитие нефтегазодобывающих отраслей промышленности требует от геологоразведчиков страны укрепления и расширения минерально-сырьевой базы, открытия и ускоренной разведки новых месторождений нефти и газа на основе научно-технического прогресса.

Основные нефтегазодобывающие регионы характеризуются относительно высокой степенью изученности. Поэтому поиски и открытие месторождений связаны с новыми нефтегазоносными комплексами более сложного строения, с «нетрадиционными» типами ловушек и требуют особого подхода, более эффективных приемов и методов ведения работ на всех стадиях геологоразведочного процесса: региональной, поисковой и разведочной.

Нефте- и газодобывающая промышленность предъявляет все более высокие требования к степени изученности геологического строения нефтяных и газовых месторождений, к достоверности оценок запасов углеводородов. Это предполагает значительно боль-

шие объемы разведочного бурения, увеличение сроков разведки месторождений, что ведет к снижению общей геолого-экономической эффективности геологоразведочных работ на стадии подготовки запасов к разработке, особенно на сложнопостроенных многозалежных месторождениях.

Важным направлением повышения геолого-экономической эффективности на разведочной стадии является широкое развитие детализационных работ с помощью комплекса геофизических методов. Современный научно-технический уровень последних позволяет не только определять геометрические формы ловушек, но и уточнять в комплексе с бурением строение и контуры конкретных залежей, определять зоны распространения улучшенных коллекторов, линий литологических и стратиграфических выклиниваний, фациального замещения, устанавливать положение тектонических нарушений и другие особенности геологического строения месторождения.

Сокращение объемов дорогостоящего бурения глубоких скважин за счет заложения их в более оптимальных

условиях, а также сроков подготовки союзных республик, организаций союзного подпаса является главной задачей деятельности при проведении этой работы в подведомственных организациях и предприятиях.

Участники совещания актива Министерства геологии СССР выразили твердую уверенность в том, что трудовые коллективы умножат свой вклад в борьбу за выполнение решений ЦК КПСС в том, что трудовые коллективы умножат свой вклад в борьбу за выполнение решений ЦК КПСС.

В Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции детализационные геофизические исследования, проведенные на Уренгойском, Харампурском, Заполярном, Харасавейском, Новопортовском и других месторождениях, позволили уточнить особенности геологического строения, более уверенно и целенаправленно влиять на размещение разведочных скважин. В результате только на Харампурском месторождении за счет сокращения количества и оптимального размещения разведочных скважин получен экономический эффект в размере 6 млн. руб. Исследован характер изменений коллекторских свойств разреза, оконтурены литологические залежи на Тарасовском, Коголымском, Ай-Пимском и других месторождениях. На Тарасовском месторождении прослежены продуктивные пласты и установлено положение границы их замещения глинами. На Коголымском месторождении в ачимовской пачке пород выделены три сейсмостратиграфических комплекса, уточнена корреляция продуктивных пластов. На Ай-Пимском месторождении по материалам сейсморазведки в комплексе с электроразведкой и высокоточной гравиметрией выделена одноименная аномалия типа «залежь» и прослежена линия глинизации пластов; последующим бурением подтверж-

дено наличие здесь залежи нефти. На Северо-Салымском месторождении установлена промышленная нефтеносность разреза в контуре сейсмической аномалии, выделенной при обработке материалов сейсморазведки по программам пакета HCl (индикатор углеводородов).

В Тимано-Печорской провинции детализационные работы проводятся с середины 60-х годов [2]. Они выполнены на Вуктыльском, Усинском, Возейском, Западно-Соплесском, Сарембойском, Северо-Сарембойском, Печаноозерском, Югидском, Сандивейском, Харьягинском, Баганском и других месторождениях. Основным видом исследований является сейсморазведка методом общей глубинной точки (ОГТ). Результаты детализационных работ на Баганской площади показаны на рис. 1. Дополнительно отработанная сеть сейсморазведочных профилей позволила получить структурную карту, которая по своей детальности значительно превосходит первоначальный вариант.

Характерным примером высокой эффективности детализационной сейсморазведки может быть разведка сложнопостроенного многозалежного Харьягинского нефтяного месторождения, расположенного в центральной части Колвинского мегавала, к северу от Усинско-Возейской группы разрабатываемых месторождений (рис. 2). Месторождение открыто на структуре, подготовленной методом отраженных волн (МОВ) по верхнедевонскому отражающему горизонту, который контролирует поведение верхне- и среднедевонских терригенных отложений, регионально нефтеносных в пределах Колвинского мегавала. Залежи нефти в терригенных отложениях среднедевонского возраста приурочены к пластам песчаников, имеющим ограниченное распространение на юге месторождения вследствие предверхнедевонского размыва. Разведка выявленных залежей потребовала дополнительных (детализационных) сейсморазведочных исследований, которые были проведены на более высоком технико-методическом уровне (МОГТ, 12-кратная система, цифровая регистрация и обработка материалов по более совершенным программам).

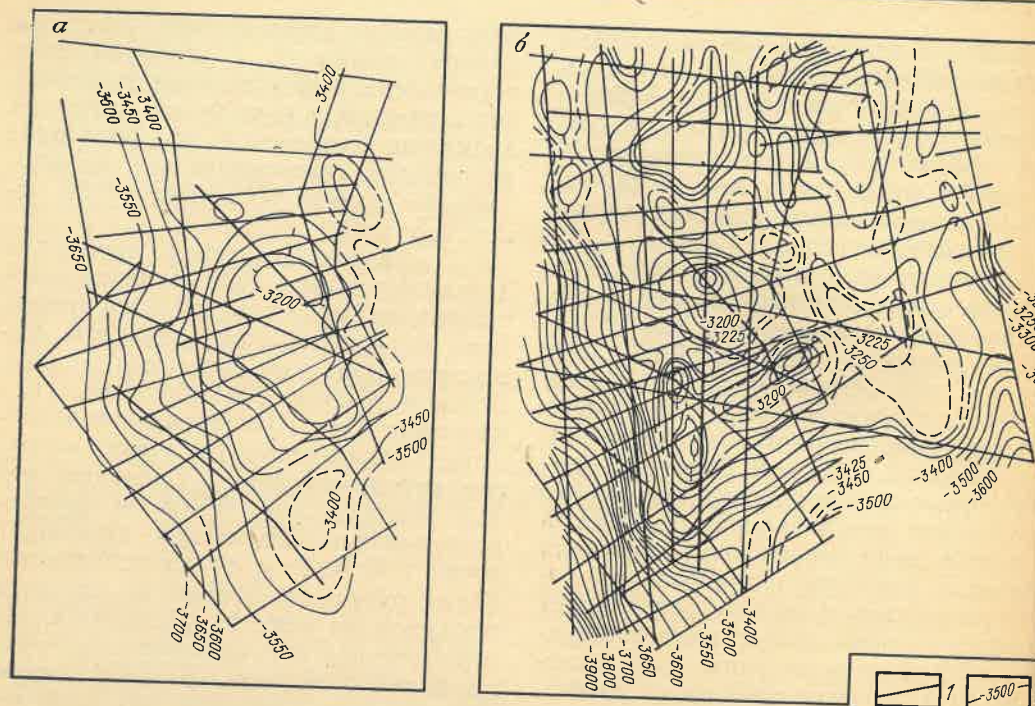


Рис. 1. Результаты детализационных работ на Баганской площади Тимано-Печорской провинции
а — структурная карта по подошве верхнедевонских

отложений; б — структурная карта по тем же отложениям после детализационных работ; 1 — сейсмические профили, 2 — изогипсы, м

В результате были изучены структурные планы продуктивных горизонтов в средне-верхнедевонских терригенных отложениях, уточнено строение кровли карбонатов нижнепермского возраста, получены структурные построения по верхнепермским и триасовым терригенным отложениям. Но наиболее важным результатом было установление в верхнедевонском разрезе рифогенных отложений и прогнозирование крупной рифовой ловушки. Полученные дополнительные сведения о строении позволили уже на первом этапе поисково-разведочных работ открыть новые залежи в верхнедевонских, нижнепермско-каменноугольных карбонатных и верхнепермских терригенных отложениях. Всего было выявлено более 20 нефтяных залежей, для детальной разведки которых первоначальным проектом предусматривалось пробурить 97 скважин общим метражом 220 тыс. м. В процессе разведки дважды проводились дополнительные сейсморазведочные детализационные работы и тематические комплексные обобщения геолого-геофизических материалов.

Конкретные особенности методики детализационных работ определялись поставленными геологическими задачами. Так, при картировании рифовой ловушки сейсмические профили ориентировались вкрест простирания зональной смены фаций (шельфовой рифовой, глубоководной). Это позволило получить на сейсмических материалах ярко выраженные аномалии волнового поля, приуроченные к разнофациальным зонам. На первоначальном этапе привязка сейсмических аномалий к разрезу осуществлялась по глубоким скважинам, которые были ориентированы на разведку нижележащих среднедевонских залежей, а попутно решали задачу изучения верхних горизонтов. Комплексное и качественное изучение разреза скважин, в частности выполнение сейсморазведочных и акустических исследований позволяло получить характеристику изменения скоростей и определять по ним акустическую жесткость, отображающую физические свойства литологию пластов. Заложение скважин производилось на основании детального анализа комплексных геоло-

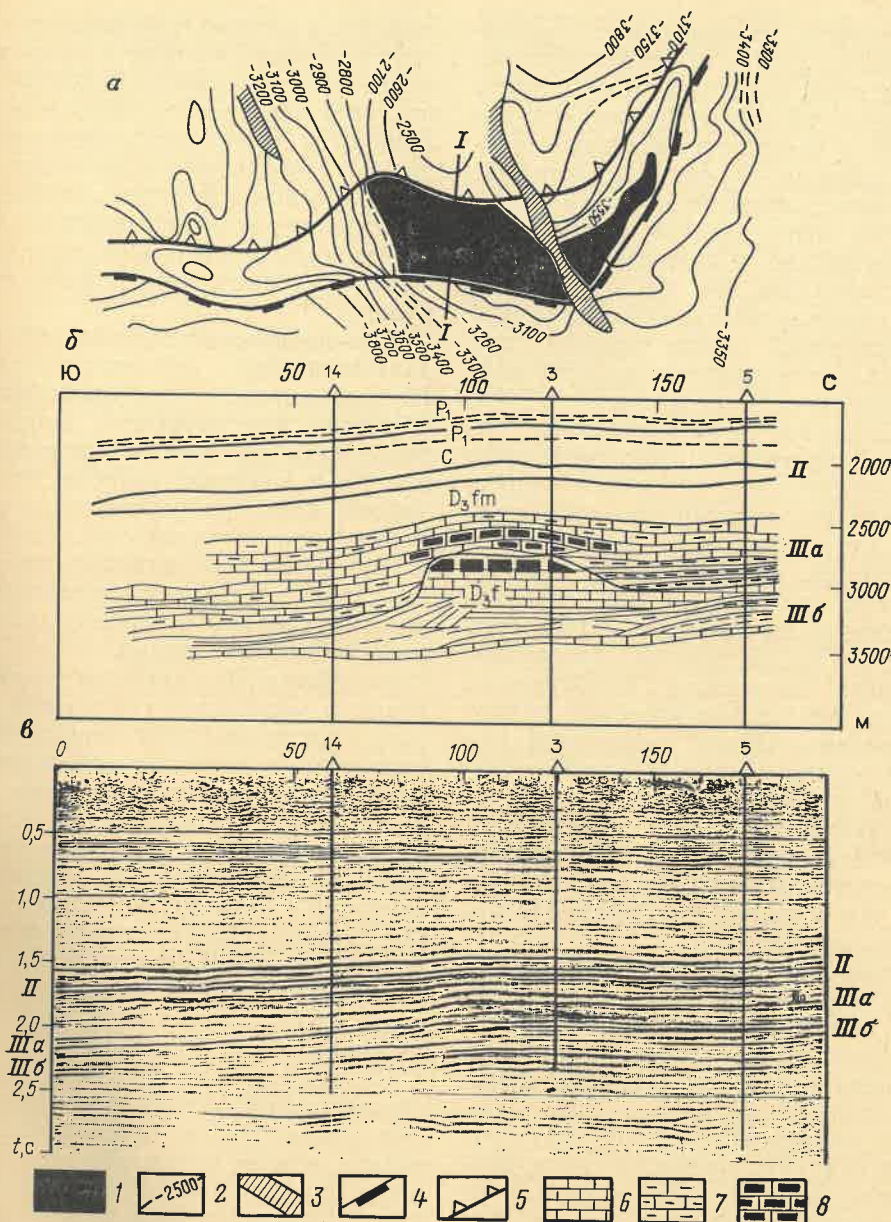


Рис. 2. Строение Харьягинской рифогенной ловушки
а — структурная карта по кровле рифогенной ловушки; б — геологический разрез по линии I—I; в — временной разрез по линии I—I (МОГТ, кратность 12, состояние между ПВ 100 м); 1 — нефтяная залежь;

2 — изогипсы отражающих горизонтов IIIa и IIIб, м; 3 — зоны тектонических нарушений со смещением; 4 — граница глубоководных фаций; 5 — граница шельфовых фаций; 6 — известняки; 7 — известняки глинистые; 8 — известняки нефтенасыщенные

о-геофизических параметров. Это позволило разведать нефтяную залежь, приуроченную к рифогенной ловушке. Детализационные работы по уточнению строения среднедевонских залежей позволили установить границы распространения продуктивных песчаных пластов и с достаточной точностью определить линию их выклинивания. При изучении верхнепермских

терригенных отложений, характеризующихся сложной палеофациальной обстановкой, на основе построенной геологической модели была выбрана оптимальная методика разведки залежей глубоким бурением. Важность этого результата очевидна, если учесть, что к верхнепермским залежам приурочено более половины запасов нефти месторождения.

В процессе комплексных геолого-разведочных работ на месторождении дважды производилось тематическое обобщение геолого-геофизических материалов и их анализ на основе полученных данных бурения. Уточненные структурные карты по залежам в значительной мере помогли оптимизировать количество и положение разведочных скважин на месторождении. На конечном этапе разведки структурные построения стали основой для окончательного подсчета запасов нефти и представления их к защите в ГКЗ.

В результате детализационных работ на Харьягинском месторождении были значительно увеличены запасы по сравнению с первоначальной оценкой за счет открытия и изучения новых залежей, срок разведки был сокращен на два года, метраж глубокого бурения — на 55 тыс. м, количество скважин — на 37 против проектных. Из общего количества пробуренных скважин (58) только две были непродуктивными. Общий экономический эффект комплексирования сейсморазведки и глубокого разведочного бурения оказался достаточно высоким, а стоимость подготовки 1 т запасов нефти на месторождении в несколько раз ниже, чем в целом по Тимано-Печорской провинции.

Детализационные сейсморазведочные работы на Песчаноозерском месторождении позволили получить уточненную структурную карту для размещения глубоких скважин. Высокий технико-методический уровень полевых и камеральных работ, достаточно плотная сеть профилей дали возможность выявить ряд особенностей геологического строения месторождения и учесть их при глубоком бурении. В частности, в триасовом комплексе установлены резкие литолого-фациальные изменения, влияющие на общие мощности продуктивной толщи, за счет чего структурный план этих отложений не соответствует пермско-каменноугольному карбонатному комплексу. В нижнепермских карбонатных отложениях выявлены аномалии волнового поля, отождествляемые с рифогенными отложениями зонального распространения, в которых возможно открытие новых залежей нефти и газа. Нижний структур-

ный этаж имеет сложное строение, обусловленное наличием крупного выступа кристаллического фундамента. В центральной части месторождения выделен ряд тектонических нарушений, контролирующих газонефтегазовую залежь, а комплексирование сейсморазведки с электроразведкой ЗСБ позволило подготовить к проверке бурением крупную аномалию типа «залежь». На Тас-Юряхском и Иреляхском месторождениях увеличена пер-

спективная площадь разведываемых залежей. Для повышения эффективности детализационной сейсморазведки в Песчаноозерском месторождении необходимо при обработке широко использовать программы прогнозирования геологического разреза. Это, в частности, позволит решить задачу отслеживания песчаных пачек и пластов в триасовых продуктивных отложениях, строение которых определено в части Сибирской платформы на Сокинском месторождении комплексом геолого-геофизических методов (сей-

сморазведка МОГТ, электроразведка ЗСБ, колонковое и глубокое бурение) в результате увеличения в два раза плотности сети наблюдений и тщательного изучения скоростных характеристик разреза уточнены параметры свода структуры, ее площадь и амплитуда, что позволило своевременно скорректировать размещение глубоких разведочных скважин. На Южно-Хыльчуйском месторождении в результате увеличения в два раза плотности сети наблюдений и тщательного изучения скоростных характеристик разреза уточнены параметры свода структуры, ее площадь и амплитуда, что позволило своевременно скорректировать размещение глубоких разведочных скважин. На Южно-Хыльчуйском месторождении в результате увеличения в два раза плотности сети наблюдений и тщательного изучения скоростных характеристик разреза уточнены параметры свода структуры, ее площадь и амплитуда, что позволило своевременно скорректировать размещение глубоких разведочных скважин. На Южно-Хыльчуйском месторождении в результате увеличения в два раза плотности сети наблюдений и тщательного изучения скоростных характеристик разреза уточнены параметры свода структуры, ее площадь и амплитуда, что позволило своевременно скорректировать размещение глубоких разведочных скважин.

В Оренбургской области детализированные сейсморазведочные исследования проводятся по более сложной методике, чем на поисковом этапе: кратность прослеживания повышается с 24—48, увеличивается группа сейсмприемников. Обработка материалов осуществляется с применением сложных высокоэффективных процедур. В результате в два раза увеличена перспективная площадь Зайкинского месторождения и определена оптимальная сетка скважин для его разведки. Материалы детализационных работ на Копанском, Гаршинском, Северо-Копанском месторождениях используются в качестве структурных основ для подсчета запасов.

В Якутской АССР детализационные работы на Тас-Юряхском, Средне-Ботуобинском, Иреляхском месторожд-

ного метода сейсморазведки МОГТ с другими методами разведочной (высокоточная гравиразведка, электроразведка) и промысловой (акустический каротаж, гамма-гамма-плотностной каротаж) геофизики, а также со скважинной сейсморазведкой (ВСП, ВЛП и др.) [4]. При этом геофизические работы в технико-методическом плане должны выполняться на достаточно высоком уровне, обеспечивающем решение конкретных задач. В сейсморазведке сеть профилей, кратность, длина годографа, шаг наблюдений, высокая разрешенность записи, а также уровень обработки должны быть ориентированы не только на выяснение особенностей геометрического строения залежей, но и на определение границ развития продуктивных пластов, зон с улучшенными коллекторами и уточнение других важных свойств нефтегазонасыщенных пород. Высокоточная гравиразведка и электроразведка могут давать дополнительную информацию для прогнозирования разреза на месторождениях. Важнейшая роль отводится скважинным сейсморазведочным и промыслово-геофизическим исследованиям [4], а также лабораторному изучению физических свойств исследуемого разреза по керновому материалу.

На этапе детальной разведки месторождения в комплекс программ обработки сейсмического материала необходимо включать пакет программ прогнозирования геологического разреза. Наибольшей эффективности при этом можно достичь путем применения скважинной сейсморазведки. Переход от скважинной (точной) характеристики продуктивных толщ через наземные наблюдения к площадному изучению параметров пластов на основе псевдоакустических кривых и синтетических сейсмограмм позволяет получить окончательный разрез акустических жесткостей между двумя пробуренными скважинами, на основе которого уточняется интерполяция границ распространения и физических свойств продуктивных пластов (Лемъюское месторождение).

Важное значение имеет повторная обработка архивных геофизических материалов по более сложным программам, позволяющая получить до-

позволили уточнить геологическое строение залежей. В частности, в Средне-Ботуобинском месторождении выделен ряд тектонических нарушений, контролирующих газонефтегазовую залежь, а комплексирование сейсморазведки с электроразведкой ЗСБ позволило подготовить к проверке бурением крупную аномалию типа «залежь». На Тас-Юряхском и Иреляхском месторождениях увеличена перспективная площадь разведываемых залежей. Для повышения эффективности детализационной сейсморазведки в Песчаноозерском месторождении необходимо при обработке широко использовать программы прогнозирования геологического разреза. Это, в частности, позволит решить задачу отслеживания песчаных пачек и пластов в триасовых продуктивных отложениях, строение которых определено в части Сибирской платформы на Сокинском месторождении комплексом геолого-геофизических методов (сейсморазведка МОГТ, электроразведка ЗСБ, колонковое и глубокое бурение) в результате увеличения в два раза плотности сети наблюдений и тщательного изучения скоростных характеристик разреза уточнены параметры свода структуры, ее площадь и амплитуда, что позволило своевременно скорректировать размещение глубоких разведочных скважин. На Южно-Хыльчуйском месторождении в результате увеличения в два раза плотности сети наблюдений и тщательного изучения скоростных характеристик разреза уточнены параметры свода структуры, ее площадь и амплитуда, что позволило своевременно скорректировать размещение глубоких разведочных скважин. На Южно-Хыльчуйском месторождении в результате увеличения в два раза плотности сети наблюдений и тщательного изучения скоростных характеристик разреза уточнены параметры свода структуры, ее площадь и амплитуда, что позволило своевременно скорректировать размещение глубоких разведочных скважин.

полнительную информацию без проведения дорогостоящих полевых работ. Обобщение и анализ структурных построений на основе повторной обработки полевых материалов по более совершенным графам и с привлечением данных бурения целесообразно проводить не менее 2—3 раз в течение всего периода разведки месторождения.

После бурения первых разведочных скважин производится уточнение априорно выбранных параметров среды для интерпретации материалов. Данные последующего бурения позволяют уточнять структурные построения непосредственно по разведываемым залежам и прогнозировать строение продуктивных толщ и пластов. И, наконец, на завершающей стадии разведки месторождения обобщение и анализ полученного геолого-геофизического материала позволяет подготовить и обосновать представление запасов промышленных категорий к утверждению в ГКЗ СССР.

Накопленный в организациях Министерства геологии РСФСР опыт проведения детализационных геофизических работ выявил ряд недостатков и объективных трудностей, влияющих на дальнейшее повышение эффективности разведки месторождений.

Постоянно растущие объемы детализационных сейсморазведочных работ отстают от потребностей геологических организаций. Качество полевых геофизических материалов часто не соответствует уровню новых сложных задач, в частности, в условиях траппового магматизма Восточной Сибири. Нередко оказывается недостаточной плотность наблюдений и кратность сейсморазведочных исследований.

Большинство организаций проводит детализационные геофизические исследования только с целью уточнения структурных планов нефтегазоперспективных объектов и месторождений. Такие задачи, как изучение литологии, стратиграфии, прогноза коллекторов и залежей углеводородов, решаются все еще неудовлетворительно. Недостаточными остаются объемы и качество скважинных наблюдений ВСП и АК. Имеющийся в геологических организациях парк ЭВМ не обес-

печивает необходимых вычислительных мощностей для углубленной обработки материалов детализационных геофизических работ.

Низкими темпами развиваются методы сейсмостратиграфического анализа, комплексной интерпретации данных сейсморазведки и промысловой геофизики. Не используется многоволновая сейсморазведка с целью получения новых информативных параметров записи. При проведении детализационных исследований недостаточны применяются высокоточная гравиразведка и электроразведка в различных модификациях, скважинная сейсморазведка и другие методы. Это затрудняет однозначное решение детализационных задач.

Министерство геологии РСФСР планирует проведение ряда мероприятий направленных на повышение эффективности детализационных работ. К ним относится разработка комплексных программ этих работ на месторождениях, и в первую очередь на особо важных объектах. В программах будут определены конкретные задачи, объемы и виды исследований, также требования к конечным результатам.

Планируется дальнейшее увеличение объемов детализационных геофизических работ на месторождениях. Будут приняты эффективные меры для повышения качества полевых и камеральных работ, в том числе улучшение технической оснащенности партий, увеличение парка ЭВМ, выполнение необходимых объемов скважинных исследований ВСП и АК на достаточном для решения поставленных задач качественном уровне. Предусматривается обработка всех материалов детализационных геофизических работ по расширенным графам, включая программы прямого прогнозирования залежей углеводородов. Важной задачей является организация в объединениях тематических партий, включающих специалистов по полевой и промысловой геофизике и геологов-нефтяников, которые призваны обеспечивать комплексную обработку и интерпретацию геолого-геофизических материалов на месторождениях и осуществлять контроль за проведением полевых работ.

Особое место в комплексе мероприятий по повышению эффективности детализационных работ должны занять новые направления геофизических исследований, и в первую очередь высокоразрешающая, многоволновая и пространственная сейсморазведка с целью прогноза литологии, условий осадконакопления, коллекторских свойств и изучения детального строения продуктивных толщ.

В заключение следует отметить, что детализационные работы, ориентированные на уточнение геологического строения месторождений, оптимизацию объемов и размещения дорогостоящего глубокого разведочного бурения, сокращение сроков разведки и уточнение оценки запасов нефти и газа, станут одним из ведущих направлений в повышении эффективности

геологоразведочных работ на нефть и газ во всех нефтегазоносных регионах страны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зайченко В. Ю., Ковалева А. А. О количественной оценке эффективности геолого-геофизических работ на нефть и газ на разных стадиях их проведения. — Геология нефти и газа, 1984, № 3, с. 39—48.
2. Комплексный метод ускоренной разведки месторождений нефти/И. И. Беловол, Б. Я. Вассерман, Н. Т. Забродский и др. — Геология нефти и газа, 1974, № 10, с. 1—8.
3. Кунин Н. Я. Подготовка структур к глубокому бурению для поисков залежей нефти и газа. М., Недра, 1981.
4. Промысловая сейсмика — сейсмические исследования на этапе разведки и эксплуатации месторождений/А. Н. Амиров, Е. И. Гальперин, И. И. Гуревич и др. — Изв. вузов. Геология и разведка, 1980, № 7, с. 78—85.



ИТОГИ РАБОТЫ XXVII МГК

ДК 551.24+55 (1/9)

Л. И. КРАСНЫЙ (ВСЕГЕИ)

Современные проблемы тектоники и региональной геологии

Различные стороны тектоники как науки, основополагающей в решении проблем строения и эволюции Земли, ее важнейших регионов, рассматривались на пленарных заседаниях, в большинстве секций, коллоквиумов и симпозиумов конгресса. Внутреннее строение и происхождение Земли, особенности верхней мантии и коры, вопросы структурной геологии и тектофизики, палеотектонических реконструкций, методов исследований и многие другие освещались в докладах и выступлениях делегатов.

На XXVII сессии МГК особое внимание было уделено изучению тектоники Азии. Многочисленные доклады индийских, китайских, монгольских, вьетнамских, советских геологов осветили разные стороны строения и эволюции континента. Независимо от теоретических представлений все исследователи подчеркивают мозаичность этого суперрегиона. В нем раз-

личаются древние континентальные массивы, такие, как Сибирский, Сино-Корейский, Южно-Китайский, Индостанский, Таримский и Аравийский, а также глыбы древней сиалической коры разного размера. Часть исследователей предполагает, что это фрагменты возникшего в конце архея или раннем протерозое крупнейшего Азиатского континента. На примере Южной и Юго-Восточной Азии было показано, что блоки древней кратонизированной коры имеют различный возраст. Здесь известны древние существенно архейские платформы, такие, как Индийская, и протерозойские «параплатформы» — Сино-Корейская, сформированная орогенезом Чжэнтяо (1,9 млрд. лет), и Янцзы с фундаментом, образованным орогенезом Янцзы (0,7 млрд. лет). Докембрийские глыбы выделяются на высочайшем Цинхай-Шинцзянском (Тибетском) плато. Ими сложен также фундамент масси-

Концепции структурной эволюции Тетиса (по И. Штёклину)

Характерные особенности	Геосинклинальная («доплитная») концепция	Тектоноплитная концепция
Происхождение	Результат опускания коры	Подъем мантийного материала; процессы апвеллинга
Структуры, осадки	Эвгеосинклинальные — глубоководные; миогеосинклинальные — мелководные	Специфическая океанская структура; океанская кора и океанские осадки
Форма в плане	Существенно симметричная	Резко асимметричная с орогенными процессами на северной активной окраине
Зональность	Единая орогенная зона	Совмещение двух разных континентальных окраин, отстоявших до столкновения на тысячи километров

вов Шиллонгского, Шан и Индосинийского. В последнем вьетнамские геологи выделяют архейский (?) комплекс двупироксеновых гнейсов, эндербитов и чарнокитов. Эти блоки древней континентальной коры нередко перекрыты слабодеформированными мелководными морскими или континентальными отложениями.

По мнению некоторых китайских геологов, Азиатский континент возник как единая структура в результате длительной эволюции отдельных палеоплит (их насчитывается 12), существовавших в разное время. Согласно другой концепции, примерно два десятка литосферных блоков (геоблоков) выявлено в современном срезе. Отчетливо мозаичные геоблоки с древними сиалическими массивами и межглыбовыми геосинклиналями характерны для Западно-Сибирского (фундамент соответствующей плиты), Казахстанского, Алтае-Саянского и Амурского геоблоков. Справедливо высказывание группы сибирских геологов, что под Западно-Сибирской плитой выявлен ряд массивов, разделенных офиолитовыми зонами срав-

нительно небольшой протяженности, слепо выклинивающихся по простиранию. Специальные исследования Геологического института АН СССР, проведенные на Урале, Северо-Востоке СССР и других регионах, показали, что многие структуры складчатых систем, которые считались палеоокеаническими, формировались в связи с процессом внутриконтинентального раздвигания, происходившего по разным тектоническим поверхностям внутри литосферы.

Особое внимание привлекли азиатская часть Тетиса и Гималаи. Известный исследователь этого региона И. Штёклин (Швейцария) напомнил, что большая часть исторически сложившейся терминологии («Гондвана», «Евразия», «Тетис», «конвергенция континентов», «сближение» и «закрывание» Тетиса) стала применяться с новых позиций концепции тектоники плит. Тетис из узкого морского бассейна превратился в гигантский океан (см. таблицу).

Работы индийских и китайских геологов с участием исследователей других стран выявили различный подход к тектонике Гималаев, которые оказались не только областью коллизии континентов или сочленения крупных геоблоков, но и регионом столкновения различных тектонических концепций. С одной стороны, Центральные Гималаи сложены тремя комплексами с возрастом 2,3—1,9, 1,4—1,2 и 0,6—0,5 млрд. лет, при этом делается вывод, что гималайская орогенция не является просто результатом субдукции, поскольку континентальные блоки не продвинулись далеко на север под другие блоки и надвиговые зоны, а охватили только узкие клинья. Другие исследователи в соответствии с новыми данными рассматривают линейную зону вдоль Ярлунг—Дзанго как геосинклинальную, в то время как главная часть горной страны (включая Высокие и Низкие Гималаи) относится к структурам дива. Кристаллический фундамент, сложенный породами группы Джомолунгма, был метаморфизован 0,6 млрд. лет назад и перекрывается платформенными (по мнению автора, перикратонными) существенно морскими отложениями от ордовика до мела. В неогене стадия развития

структур дива сменилась интенсивной складчатостью, магматической активностью и разломообразованием.

И, наконец, в соответствии с тектоникой плит значительная часть геологов утверждает, что Индийский щит перемещался в северном направлении, вращаясь при этом против часовой стрелки и сталкиваясь с Азиатским континентом. Процессы сближения этих двух континентальных масс и явились причиной особенностей тектоники Гималаев, имеющих четко выраженную тектоническую зональность. Последняя предусматривает наличие меловой островной дуги, магматической (тоналиты, гранодиориты и пр.) дуги андийского типа, континентального задугового бассейна и фронтального поднятия фундамента. Выделяются и парные метаморфические пояса, связанные с сутурой Инд-Цангпо, эволюция которой предполагает образование тектонопары океанский желоб — островная дуга.

Этой тектоноплитной системе взглядов (К. С. Валдия, В. С. Такур, Индия) противопоставляются исследования И. Штёклина, который приводит доказательства отсутствия следов океанской субдукции. Сокращения коры в Ирано-Гималайском складчатом поясе было недостаточным, чтобы компенсировать расширение океанского дна в Атлантическом и Индийском океанах. Он подчеркивает, что расширение коры в этих океанах является результатом общего расширения Земли.

Представления о грандиозной долгоживущей структуре Гималаев, включающей разнообразные геосинклинальные прогибы, начиная с кембрийских и до мезозойских включительно, доложил на конгрессе Г. Д. Аджирей.

Авторская интерпретация изложенных выше данных о тектонике Гималаев сводится к следующему. Между сиалическими глыбами Северной Индии (включая массив Шиллонг) и Тибета формировалась (с позднего докембрия до начала кайнозоя) сложная межглыбовая зона. В ней известны перикратонные опускания и раздвиги геоблоков с образованием геосинклинальных толщ с гипербазитами, радиоляриями, тектоническим ме-

ланжем и более поздним внедрением в ослабленную зону гранитоидов умеренно кислого (тоналитового) состава с еще более поздним схождением (сдвигом) глыб. Результатом этого процесса явилось горизонтальное перемещение ряда пластин, наиболее эффективное в зоне между главными надвижками: Пограничным (на юге) и Центральным (на севере).

Существенные дополнения к известным данным о тектонике северной окраины Евразии и Северной Америки были сделаны специалистами разных стран. Так, тектоника огромного Арктического шельфа Евразии получила довольно полное освещение. Группа геологов и геофизиков ВНИИОкеанологии показала специфичность этой провинции, в которой ведущие структурные элементы — окраинно-материковые плиты с устойчивым длительным погружением. Эти плиты, охватывающие области нередко с гетерогенным фундаментом, отделяются от глубоководных океанских впадин не только глубинными разломами, но и крупными краевыми поднятиями, образующими архипелаги Шпицберген, Землю Франца Иосифа и Северную Землю.

Основную информацию о строении литосферы шельфовых областей дают геофизические методы. По результатам районирования аномалий магнитного и гравитационного полей и с учетом колонок земной коры, выявленных по геофизическим разрезам, на основании ряда критериев (мощность коры и ее слоев, геомагнитные, плотностные и скоростные характеристики, сейсмичность и тепловой режим) выделены коровые геоблоки (В. Э. Волк, Г. И. Гапоненко, А. Г. Краев и др.). Наиболее мощными корой (35 км и более) и магнитным слоем (30—35 км) отличаются Барцево-Карский, Печороморский, Южно-Карский и некоторые другие геоблоки. Относительно утоненные кора (25—30 км) и магнитный слой (не более 20—30 км) предполагаются в центральной части Лаптевского геоблока. Намечаются значительные зоны растяжения коры, приуроченные к аномально утоненным (2—3 км и менее) районам развития «гранитного» слоя. На Баренцевоморском шельфе такими зонами оконту-

риваются юго-восточная и юго-западная части Барцево-Карского геоблока.

Новые данные об осадочных бассейнах материковой окраины Чукотско-Аляскинского региона принадлежат А. Грантцу и С. Мею (США). Ими реконструированы бассейны девона — среднего карбона (эозлсмирские), среднекаменноугольные — неокомовые (элсмирские), юрские, постнеокомовые — меловые (раннебрукские) и третичные (позднебрукские). Эти исследователи, в отличие от других американских геологов, в своих палеоструктурных построениях не склонны придавать значение крупным горизонтальным перемещениям микроплит. Они намечают два крупных тектонических события, определивших происхождение, место и особенности поздне-неокомских меловых бассейнов. Это, во-первых, обрушение южной части бассейна Арктической Аляски за счет образования надвигов, утолщения коры и воздымания орогена (хребта) Брукса и, во-вторых, формирование океанской Канадской котловины в связи с рифтогенезом и разрушением континента. Именно рифтогенез явился основной причиной выявленной в этом регионе серии эпизодов глубинного прогибания, приведшей к образованию новой океанской коры или утонению ранее существовавшей континентальной коры.

В Арктической континентальной окраине пассивного типа молодые (поздне-меловые — кайнозойские) юриканские тектонические движения особенно активно проявились вдоль северного побережья Гренландии, западнее на о. Элсмир и соседних с ним островах Канадского Арктического архипелага (А. Д. Майелл, Канада). В отличие от различных спрединговых моделей, юриканская орогения рассматривается как внутриплитная; при этом Гренландия и Канада все время находились в контакте, будучи разделены широкой межплитной (по автору, межгеоблоковой) границей. Раскол Канадских Арктических островов, в результате чего они приобрели современный вид, произошел вследствие сбросообразования в обстановке растяжения в плиоцене или антропогене.

Пристальное внимание было привлечено к тектонически активной вос-

точной окраине Азии, в отношении которой наблюдается столкновение взглядов различных исследователей. По-прежнему значительное число японских, американских, советских и других геологов развивают тектоноплитные представления о зонах конвергенции плит, сопровождаемой субдукцией океанской литосферы. Однако первоначальная простая схема поддвигания тихоокеанской плиты под островные дуги заменяется усложненной. При этом подчеркивается, что моря окраины Азиатского континента состоят из мозаичного комплекса относительно небольших бассейнов с различным типом эволюции. Так, Д. Хейс (США) мировые окраинные бассейны подразделяет на три типа: 1) сформированные в результате спрединга в тылу островных дуг, согласно модели Карига; 2) возникшие явно не в соответствии с этой моделью; 3) с неясной (или неопределенной) эволюцией.

Н. А. Богданов и Ю. П. Непрочнов указали, что глубоководные впадины Берингова моря — Алеутская и Командорская — существенно отличаются по геолого-геофизическим характеристикам и истории геологического развития. Новый тип конвергентной, растягивающейся активной окраины установлен Ж. Обуэном, Ж. Буржуа и Ж. Аземой (Франция) в тихоокеанских окраинах. Ими выделяются Марианская, Рюкю, Андаманская и Чилийская системы зон субдукции. Как показано Т. Кимура (Япония), островные дуги длительного развития, аналогичные Японской, являются результатом образования многих систем зон субдукций. Следовательно, структуру окраинных морей более логично рассматривать исходя из концепций «тектоники малых плит» (Д. Хейс) или геоблоков транзитали (Л. И. Красный).

XXVII сессия МГК показала новые возможности глобального обсуждения проблем тектоники. Континенты и океаны, а также переходные между ними зоны получили значение самостоятельных планетарных суперструктур. В этом отношении показательны взгляды Ж. Обуэна, выступившего с несколькими докладами. По его мнению, два типа явлений мирового масштаба представляются решающими

для тектонического районирования: 1) раскрытие и закрытие океанов; 2) раскол и объединение континентов. Первый критерий иллюстрируется примером Альпийского складчатого пояса, который возник благодаря раскрытию океана Тетиса, раздвинувшего пермскую Пангею, и его закрытию от мела до кайнозоя. Великая «революция конца юры» в истории развития Тетиса выражается в переходе от расширения к сжатию. Вторым критерий исходит из раскола континентов. Имели место «раскол растянутого моря» (Восточная Африка и Красная Азия — вдавливание Индийского континента). Ж. Обуэн предлагает рассматривать в качестве основных критериев: а) объединение всех континентов в Пангею для выделения универсальных орогенических суперциклов (конец протерозоя, конец палеозоя); б) раскрытие — закрытие океанов для выделения региональных орогенических циклов (альпийский цикл ограничивается в Южной Европе раскрытием Тетиса в триасе — юре и его закрытием в мелу — кайнозое); в) офиолитовые швы — для выделения локальных орогенических подциклов. Итак, делается попытка существенной модернизации причинной связи тектонических событий, завершающих геосинклинальный процесс и приводящих к инверсионным и складчатым деформациям. Тектоническое районирование, предлагаемое Ж. Обуэном, скорее отвечает общепланетарным тенденциям, уточняющим некоторые положения тектоники плит, чем строгую тектоническую концепцию, необходимую для геологического картирования и составления тектонических карт регионов различного ранга.

А. В. Чекунов, В. Б. Сологуб и Ю. К. Щукин согласно динамической характеристике литосферы разделяют всю континентальную часть Земли на два типа: 1) пассивный, в пределах которого явных тектонических процессов в настоящее время не наблюдается; 2) активный с четко выраженными тектоническими движениями, магматизмом, аномальными тепловыми потоками, многочисленными очагами землетрясений и пр. Участки сочленения активной и пассивной лито-

сферы особенно богаты неоднородностями. В концепции подчеркивается ведущая роль глубинных разломов мантийного заложения. Указывается на приуроченность к ним перепадов глубин астеносферного слоя до 50—60 км.

И. Рамберг (Норвегия) и П. Морган (США) сделали попытку уточнить систематику рифтов, которые могут быть связаны с двумя основными механизмами формирования: «активным», при котором рифты возникают в результате местного термального подъема астеносферы, и «пассивным», когда рифты образуются вследствие растяжений, возникающих в результате взаимодействия плит. Во втором случае более сильно влияние дорифтовых элементов, и рифтогенез представляет пассивную реакцию на региональном поле напряжений. Обе эти системы должны рассматриваться во взаимосвязи. Большинство рифтов имеет как «активную», так и «пассивную» компоненты, и на разных стадиях образования могут доминировать различные механизмы.

Из новых или усовершенствованных методик изучения тектоники крупных регионов упомянем о некоторых, доложенных на конгрессе. Расширяется изучение методики палеоструктурного анализа. Так, группой советских тектонистов успешно разрабатывается система поэтажного тектонического районирования по структурно-вещественным признакам минеральных масс. За основу принято выделение геосинклинальных, прототерогенных и плитных комплексов.

На примере Юго-Восточной Азии геологами СССР, Малайзии и Вьетнама древние структурно-формационные комплексы интерпретируются на основе сопоставления их с современными структурами, образующими латеральные ряды. Эта методика названа «латерально-структурно-формационным анализом».

Значительные, но полностью оправданные средства затрачиваются на проведение геотраверсов, результаты которых обсуждались на ряде секций, коллоквиумов и симпозиумов. Один из интереснейших геотраверсов прошел по 18° с. ш.; он был проложен от Тихого океана через систему Мариан-

ских дуг, Филиппинское море и закончился на континентальной окраине Китая.

Подробная геолого-геофизическая характеристика разных тектонических зон показала существенное отличие коры и верхней мантии как отдельных блоков региона, так и межблоковых структур.

С Марианским желобом связана вытянутая гравитационная аномалия в редукции Фая. Магнитные аномалии (около 200 нТл), характерные для окраин Тихого океана, были прослежены до оси желоба, в районе которого отсутствует какая-либо значительная аккреционная призма. По мнению Д. Хейса, здесь имело место погружение, сопровождавшееся тектонической эрозией. Многочисленные крупные сбросы вытянуты параллельно фронтальной части Марианской дуги; сама дуга имеет глубокозалегающий «корень» коры. Следующая к западу зона Марианского прогиба (тыловодужного окраинного бассейна) отличается мощным слоем «2А» (скорости 3,2—3,4 км/с) и положительными гравитационными аномалиями. Изверженные породы фундамента свидетельствуют о магмах различных типов, одновременно проникших к поверхности вблизи центра прогиба. В Западно-Марианском хребте «корень» на глубине около 13 км создает кору мощностью свыше 10 км. Далее выявляются заметные различия в строении западной и восточной частей бассейна Парасе-Вела, разделенных рифтом того же названия, с которым связан гравитационный минимум. За хребтом Кюсю-Палау, не выраженным аномальным гравитационным полем, следует Западно-Филиппинский бассейн с Центральным разломом, совпадающим с осью симметрии линейных аномалий. Сейсмические скорости раздела Мохо вдоль геотранверса варьируют от 7,6 до 8,6 км/с. Указывается, что глубина коры в бассейнах окраинных морей определяется остыванием, сжатием и опусканием в сочетании с процессами спрединга.

При переходе от областей со сложными структурами, утоненной субокеанской и субконтинентальной корой Азиатско-Тихоокеанской транзитали к утолщенной (от 50—55 до 75—78 км)

коре Центральной Азии (геотранверс от Ферганской депрессии до Индийской платформы) на протяжении геотранверса устанавливается расслоенность ее верхней части до глубины 20—25 км. На глубинах 10—15 и 25—30 км обнаружены локальные понижения скорости сейсмических волн и на глубине около 40 км выделен раздел, четко проявляющийся в поле обменных волн. Для самой нижней части коры определены скорости 7,2—7,4 км/с, характерные для коромантийного слоя. Изменения скорости на границе Мохо значительные: под Центральным и Южным Памиром 8,05 км/с, под Северным Памиром и Тянь-Шанем 8,1—8,2 км/с, под Гималаями 8,3—8,4 км/с. Кровля астеносферного слоя фиксируется на глубине 100—150 км, подошва на севере юге региона — на 200 км, в центральной части (Южный Памир, Каракорум) — на 300 км. В. В. Белоусов, В. С. и И. С. Вольвовские, И. Х. Хамрабаев, а также К. Кайла (Индия) и А. Марусси (Италия) указывают на сложность глубинных геодинамических процессов. В отдельных районах возможно поступление из глубин Земли значительных объемов аномально разогретых масс вещества. Здесь под ненормально мощной корой отмечаются утолщение астеносферы и повышенный тепловой поток. Вся эта аномальность весьма глубинная, связанная с верхней мантией.

Показателен скоростной разрез верхней мантии до глубины 700 км, по данным НПО «Нефтегеофизика» (А. В. Егоркин, С. К. Зюганов, И. М. Чернышев) на профиле Березово — Усть-Мая. Выявлены основные особенности осредненной скоростной модели Сибирской платформы: 1) малый диапазон изменения скорости продольных колебаний в первых 380 км верхней мантии; в ее верхней части выделяются четыре слоя с пониженной скоростью на глубинах 74—81, 95—110, 145—160 и 200—273 км; 2) резкое увеличение скорости на глубинах 410—415 и 670—700 км, где скорости возрастают соответственно от 8,8 до 9,4 и от 9,9 до 11,0 км/с. Изменение параметров волноводов и разделение их слоев достаточно хорошо коррелируется с крупными струк-

турами (блоками), выделяемыми тектонистами. К ним относятся разные по типу синеклизы — Обь-Тазовская, Тунгусская, Вилюйская, а также Алданский щит.

Принципиальное значение имеют результаты многолетних сейсмических исследований Балтийского щита, суммированные И. В. Литвиненко.

1. В консолидированной коре существуют неоднородности разных масштабов. Расширились представления о слоисто-блоковом строении древнего Балтийского щита. Резко аномальные разрезы устанавливаются в сочленении мегаблоков (Беломорского, Карельского и др.).

2. Сложные структуры консолидированной коры, часто крутопадающие, существенно отличаются от пологих внутрикоровых сейсмических разделов, которые наблюдаются вплоть до поверхности Мохо. Последняя имеет тонкую и сложную сейсмическую структуру с высоко-, низкоскоростными и градиентными неоднородностями.

3. Имеется настоятельная необходимость изъятия терминов «гранитный» и «базальтовый» слои. Геологические данные, полученные при бурении Кольской сверхглубокой скважины, показали, что на месте ожидаемого «гранитного» слоя оказались метаморфические породы преимущественно основного состава, на месте условного «базальтового» слоя — мигматит-плагиогранитовый комплекс. Достоверно установленный контакт между этими комплексами вскрыт на глубине 6842 м, где наблюдается резкий переход между основными метавулканидами (PR₁) и кислыми плагиогнейсами (AR₂). Здесь уместно подчеркнуть справедливость высказывания Ж. Обуэна, что интерпретация геофизических данных без опоры на соответствующие геологические связи весьма ненадежна.

Интересны результаты сейсмических профилей в горных районах Средиземноморья (П. Гизе, Западный Берлин), каледонид Великобритании и их фронтальной зоны (Д. Метьюз, Англия). В первом из этих регионов установлены значительные горизонтальные перемещения блоков коры разных размеров. Плоскости надвигов

могут пересекать всю кору и достигать мантии. Велика роль надвигов и в северной части Великобритании, особенно впечатляют данные о надвиге Фленн, который пересекает границу Мохо.

Обзор результатов ряда геотранверсов и профилей, вскрывших особенно-сти глубинного (до 700 км?) разреза мантии и коры, раскрывает высокую степень неоднородностей глобального и регионального характера, а также их историческую обусловленность.

В заключение следует отметить весьма заметное наращивание геологических, геофизических, геохимических, геоморфологических, океанологических и других данных, на которые опирается геотектоника, а также поиски логически стройной концепции, которая могла бы удовлетворять историко-геологическим, геодинамическим и другим сторонам наук о Земле.

Все еще имеются существенные расхождения между гипотезами происхождения и развития литосферы, включая наиболее доступную для исследования ее верхнюю часть — земную кору, и общей теорией Земли. Автору, как и многим другим геологам, представляется, что отдельные очень важные аспекты современной тектоники, выдвинутые за последние десятилетия, удовлетворяют лишь отдельным этапам эволюции нашей планеты или раскрывают особенности строения ее крупных частей. В раннем эотектоническом этапе истории Земли, которому посвящен ряд обобщений, четко выявляется наличие ультрабазит-тоналитовых и еще непознанных сиалитических образований, о чем свидетельствует обнаружение в блоке Илгарн (Западная Австралия) детритовых зерен циркона с возрастом 4,2—4,1 млрд. лет. Не менее важен вывод, что эпизодическое образование континентального протолита в докембрии связано с поступлением материала из мантии или нижней части коры. Это один из ключей к установлению специфики древнейших структур. Одновременно шло выявление дискретных структурных провинций на всех континентах. Такую работу проделали К. Стоквелл в Канаде, К. О. Кратц и др. на Балтийском щите, их последователи на других кратонах.



УДК 553.98(-0) (-925.23)

В. И. ЕРМОЛКИН, Е. И. СОРОКОВА, А. С. ФИЛИН,
А. А. БОБЫЛЕВА (МИНХИГП)

Фазовая зональность регионального нефтегазонакопления

К началу раннего протерозоя, как указал А. Крёнер (ФРГ), крупные (больше 2000 км) континентальные сегменты достигли значительной мощности и стабильности в результате глобального корообразующего акта. Столь же велики для этого протектонического этапа деструктивные короразрушающие процессы, сопровождающиеся новыми рифтогенными и протоавлакогенными конструкциями. Вслед за завершением кратонизации обширных площадей приблизительно 1,7—1,6 млрд. лет назад начался этап параплатформенного развития с наиболее мощной в эволюции Земли терригенно-карбонатной седиментацией.

Для палеозойского геосинклинального развития, согласно И. В. Хворовой, характерна особая, отличная от океанской обстановка, обусловленная специфической морфометрией и вулканизмом. Констатируется и отсутствие в этих геосинклиналях осадков абиссальных внутриокеанских фаций. Формирование в палеозое мозаичных геоблоков со сложным взаимодействием срединных и других массивов и геосинклинальных прогибов создало особый стиль палеозойской тектоники, характерной для байкалид, каледонид, герцинид Западной и Центральной Европы и Центральной Азии (фундамент Западно-Сибирской плиты, Казахстан, Алтае-Саянская область). Возможно, что сочетание многоактного конструктивного и деструктивного процессов с раздвигом и сдвигом блоков особенно характерно для палеозойского тектонического этапа. Несмотря на сохранение тенденций образования мозаичных структур и в мезозое (Северо-Восток и Юго-Восток Азии, ряд областей Средиземноморского пояса), мезозойский тектонический этап имеет самостоятельное значение. Он отличается линейной архитектурой тихоокеанских окраин Северной и Южной Америки и отчасти Восточной Азии с геосинклинальными (включая лиминарные) и окраинно-

вулканогенными поясами. Одновременно это и грандиозная эпоха становления океанов с их сложной внутренней структурой.

Особой контрастностью тектонического рельефа, вероятно, никогда не наблюдавшегося в прошлые тектонические этапы, как показали Н. И. Николаев и другие исследователи, характеризуется неотектонический этап. Высочайшие континентальные горные хребты, глубокие окраинно-континентальные желоба, океанские котловины и мировые срединноокеанские поднятия свидетельствуют о весьма большой амплитуде движений как вертикальных, так и горизонтальных.

Можно ли считать, что такая последовательность и качественная неповторимость тектонических этапов, начиная с эотектонического и кончая неотектоническим, связана с одной из концепций, которые развиваются ведущими тектонистами современности. Автор отвечает на этот вопрос отрицательно.

«Созревание» глубинных недр — процесс сложный и длительный. От гетерогенной аккреции внеземного вещества через ядерно-мантийные преобразования в течение 4,5 млрд. лет шло формирование латерально и вертикально изменчивых слоев Земли. Наряду с общими, глобальными историко-геологическими закономерностями, ведущие концепции современности, такие, как тектоника плит, неравномерная расслоенность литосферы, сопровождающаяся разной скоростью перемещения литопластин, расширения и пульсаций Земли, вертикального подъема вещества из глубоких слоев мантии к поверхности, могут, с одной стороны, удовлетворительно объяснять только отдельные, достаточно крупные по времени и значению этапы тектонического развития Земли, а с другой — обуславливать ограниченные региональные или надрегиональные явления.

Повышение эффективности поисково-разведочных работ на нефть и газ возможно лишь на основе комплексного подхода к изучению природных факторов, определяющих особенности формирования и закономерности размещения скоплений углеводородов в различных геологических условиях. В настоящее время одной из главных задач геологической науки о нефти и природном газе является изучение основных параметров, определяющих зональность нефтегазонакопления и возможность нахождения в осадочном чехле скоплений преимущественно нефти, конденсата или газа. Эта проблема привлекает все большее внимание исследователей. Известны работы последних лет ученых ВНИГРИ, ВНИИгаза, ЗапСибНИГНИ, СНИИ-ГГиМС и др.

Современная методика поисков месторождений углеводородов различного типа основывается прежде всего на знании статистических закономерностей и допускает лишь ту или иную вероятность нахождения скопления нефти и газа в изучаемом районе. Исследования, направленные на выявление генетических факторов, обеспечивающих формирование и возможность существования скоплений нефти или газа в осадочном чехле в различных геологических условиях, являются весьма актуальной проблемой не только в практическом, но и в теоретическом отношении.

На основе анализа закономерностей формирования и размещения скоплений углеводородов ряда нефтегазоносных провинций СССР и зарубежных стран (Туранская, Аравийская, Сахарская и др.) установлено, что образование и размещение углеводородных скоплений в осадочном чехле литосферы происходит в двух различных тер-

мобарических мегазонах. Для верхней мегазоны, приуроченной к неглубоким горизонтам, характерны нормальные пластовые давления p , относительно невысокие температуры T и закономерное линейное изменение этих параметров с глубиной. Нижняя термобарическая мегазона, распространенная на больших глубинах, отличается аномально повышенными пластовыми давлениями, высокими температурами и нелинейной связью их с глубиной, причем скорость повышения температур с глубиной затухает, а скорость нарастания давлений, напротив, увеличивается.

Линейная связь температур и давлений с глубиной в верхней термобарической мегазоне и нелинейная связь этих же параметров в нижней мегазоне предопределили необходимость использовать различные методы исследования для выявления критериев фазовой зональности УВ в изучаемых мегазонах. Критерии фазовой зональности УВ верхней термобарической мегазоны разрабатывались с помощью информационно-логического анализа, в основе которого лежит теория распознавания образов.

Для нижней мегазоны применялась детерминированная термобарическая фазовая диаграмма, в которой величина давления оценивалась коэффициентом аномальности K_a — превышением фактического пластового давления над нормальным гидростатическим.

Известно, что давление способно изменить температуру кипения жидкости, плавления твердых тел. Чем выше пластовые давления, тем выше должны быть температуры, при которых будет протекать процесс преобразования ОВ и деструкция УВ. Давление повышает сжатие молекул, в связи с чем значительная часть тепловой

энергии расходуется на преодоление этого сжатия. В пластовых условиях величина сжатия ОВ и УВ определяется коэффициентом аномальности АВПД.

При однонаправленном линейном увеличении температур и давлений с глубиной, что характерно для верхней термобарической мегазоны, ОВ и УВ не подвергаются аномальному сжатию и, следовательно, находятся в жестких термобарических условиях.

В нижней термобарической мегазоне при нелинейном изменении температур и давлений с глубиной, где градиенты нарастания давлений экспоненциально опережают градиенты нарастания температур, ОВ и УВ испытывают возрастающее сжатие. Подобные условия способны увеличить температуру начала преобразования ОВ и затормозить процессы деструкции жидких УВ.

Выявленные закономерности свидетельствуют о том, что критерии фазовой зональности УВ верхней и нижней термобарических мегазон не идентичны. В условиях нормальных пластовых давлений верхней термобарической мегазоны критериями являются палеотемпературы и геологическое время их нарастания, или, другими словами, скорость нарастания температур во времени в пределах определенного интервала.

При повышенных пластовых давлениях нижней термобарической мегазоны критериями являются соответствующие сочетания температур и давлений, оцениваемых коэффициентом аномальности K_a .

Изучение представительной выборки термобарических и геохимических показателей с помощью методов математической статистики позволило построить модель пространственной фазовой зональности углеводородов мезозойских комплексов восточной части Туранской плиты и Предкопетдагского прогиба (таблица).

Построение модели базировалось на методе количественного раздельного прогнозирования нефте- и газоносности, разработанном в отраслевой геолого-геохимической лаборатории МИНХ и ГП им. И. М. Губкина [4].

Используемый метод основан на выявлении функциональных связей

между фазовым состоянием скоплений УВ в недрах и комплексом физических и геологических факторов, определяющих особенности процессов генерации, миграции, аккумуляции и консервации УВ. Проблема решалась с позиций совместного изучения генерационной (первичной) и миграционно-аккумуляционной (современной) фазовой зональности УВ. В качестве основных факторов образования и становления фазовой зональности углеводородов были приняты современные пластовые температуры, палеотемпературы, время их воздействия на ОВ и УВ и давления.

На Туранской плите и в Предкопетдагском прогибе как в верхней, так и в нижней термобарических мегазонах широко развиты в основном газовые и газоконденсатные скопления, в связи с чем они изучены более детально. По критериям, отражающим процессы генерации УВ, выделены генетические типы газов и газоконденсатов. Так, в верхней термобарической мегазоне наблюдаются зоны низкотемпературного газа ($<95^\circ\text{C}$) и высокотемпературного ($>150^\circ\text{C}$).

В интервале палеотемператур $120-150^\circ\text{C}$ при времени их нарастания $50-100$ млн. лет отчетливо выделяется зона первичных газоконденсатов, дифференцированная на три генетических типа: слабо превращенных (А), превращенных (Б) и резко превращенных (В). Жесткость геохронотермических условий последовательно возрастает от типа А ($120-130^\circ\text{C}$) к Б ($130-140^\circ\text{C}$) и В ($140-150^\circ\text{C}$), но при этом для всех выделенных газоконденсатных типов характерны одинаковые скорости нарастания температур во времени: $0,6^\circ\text{C}/\text{млн. лет}$. По-видимому, скорость нарастания температур обуславливает процесс генерации углеводородов определенного фазового состояния, а отличия в палеотемпературах являются причиной разнообразия генетических типов.

В нижней термобарической мегазоне выделяются зона вторичных газоконденсатов и интегрированная зона первичных газоконденсатов, а также высокотемпературного газа [3].

Углубленное изучение физико-химических свойств и индивидуального углеводородного состава газов, газокон-

денсатов и нефтей полностью выявляет весь комплекс геохимических и геологических факторов, определяющих образование и нахождение углеводородных скоплений в верхней и нижней термобарических мегазонах. Из большого числа изученных алкановых, ароматических и нафтеновых углеводородов для геохимической характеристики выделенных газоконденсатных зон были выбраны следующие соотношения:

$$\frac{\sum \text{н-алканов}}{\sum \text{изоалканов}}, \quad \frac{\sum \text{циклогексановых}}{\sum \text{циклопентановых}},$$

$$\frac{\text{этилбензол}}{\sum \text{ксилолов}}, \quad \frac{\sum \text{изопреноидов}}{\sum \text{н-алканов}}.$$

При этом учитывались фракционный и групповой составы, содержание н-алканов и изопреноидов, количество ароматических углеводородов, соотношение между алканами и цикланами и ряд других геохимических показателей. Следует иметь в виду, что второе и третье отношения в большей степени характеризуют генетический тип флюида, а первое и четвертое — степень превращенности углеводородов [3].

С ростом превращенности первичных газоконденсатов верхней термобарической мегазоны возрастает доля алканов, а среди них н-алканов в групповом составе метановых УВ, уменьшается количество изопреноидов, увеличивается доля изомеров ксилола в группе ароматических УВ состава C_8 .

Первичные газоконденсаты нижней термобарической мегазоны сочетают в своем составе признаки резко превращенных конденсатов типа В с более глубокой степенью метаморфизма и ряд показателей, присущих только этому типу конденсатов. Как и в газоконденсатах типа В, здесь наблюдаются высокие соотношения между метановыми и нафтеновыми углеводородами, повышенное значение отношения

$$\frac{\sum \text{н-алканов}}{\sum \text{изоалканов}}, \quad \text{низкие величины показателей генетического родства}$$

$$\frac{\text{этилбензол}}{\sum \text{ксилолов}} \quad \text{и отношения} \quad \frac{\sum \text{изопреноидов}}{\sum \text{н-алканов}}.$$

Вместе с тем по сравнению с первичными газоконденсатами верхней термобарической мегазоны в газоконденсатах этого типа утяжеляется фракционный состав, увеличивается содер-

жание ароматических углеводородов, а содержание циклогексановых и циклопентановых углеводородов различается незначительно ($\sum \text{ЦГ}/\sum \text{ЦП} = 1,6-2,4$). Однако при этом отношение между циклогексаном и метилциклопентаном колеблется в пределах $4-10$, что отмечается и для газоконденсатов верхней термобарической мегазоны [2].

Вторичные газоконденсаты нижней термобарической мегазоны, представляющие собой продукты растворения легких нефтяных фракций в сжатом газе в условиях АВПД, отражают признаки исходных нефтей и отличаются большим содержанием ароматики, низким отношением

$$\frac{\sum \text{циклогексановых}}{\sum \text{циклопентановых}}, \quad \frac{\text{этилбензола}}{\sum \text{ксилолов}} \quad \text{и}$$

$$\frac{\sum \text{изопреноидов}}{\sum \text{н-алканов}}.$$

Геохимическая характеристика газов выражается показателями CH_4/TU , $\frac{\text{C}_2\text{H}_6}{\text{C}_3+\text{высш.}}$, коэффициентом обогащенности УВ газами, а также отношением изобутана к нормальному бутану.

Модель пространственной фазовой зональности углеводородных скоплений в мезозойских комплексах Туранской плиты и Предкопетдагского прогиба включает 25 различных фазовых зон. Из них 16 выявлены и достаточно хорошо разведаны, остальные прогнозные, приуроченные главным образом к глубоким горизонтам юрских комплексов.

Предложенный способ раздельного прогнозирования нефтеносности и газоносности позволяет выразить конечный результат в количественной форме. По каждой зоне в единицах условного топлива приводятся процентные соотношения ресурсов нефти, газа и газового конденсата (см. таблицу).

Туранская плита — это молодая платформа, которая отличается высокой прогреваемостью недр, что обуславливается герцинским возрастом фундамента, его поздней консолидацией и сравнительно умеренной глубиной залегания. На глубине 2 км максимальные современные пластовые температуры осадочного чехла составляют 95°C , на глубине 3 км — 130°C , а на глубине 4 км — 150°C . Подобное рас-

Термобарическая и геохимическая модели фазовой зональности углеводородов мезозойских нефтегазовых комплексов восточной части Туранской плиты и Предкопетдагского прогиба

№ зоны	Зона	Термобарическая метазона	Генетический тип УВ	Критерии фазовой зональности УВ													Содержание конденсата, см³/м³	Соотношение газового конденсата (Г), нефти (Н) и газа (К), %
				Хронометрические		Термобарические	Геохимические											
				Платотемпература, °С	Время выдержки, мин, лет		Т _{пл} , °С	K _a	Δ H-алканов	Δ циклогексанов	Δ циклопентанов	Δ изопрееноидов	Δ H-алканов	C ₁ H ₄	C ₂ H ₆ + высш.	C ₃ +TV		
Нижне-среднеюрский комплекс																		
I	Бухарская газонефтяная	—	—	100—110	30—40	—	—	1,0	—	—	—	—	—	82—95	2,5	11—38	50—60	Г 60, Н 40
II	Беурдиш-Балкуинская газоконденсатная*	Верхняя	Газоконденсаты первичные слабо превращенные и превращенные	120—130	50—70	—	—	1,0	0,89—1,16	1,92—2,64	0,21—0,26	0,22	—	10—13	2,3	55—60	50—135	Г 97; К 3
III	Чарлжоуская газоконденсатная	—	Газоконденсаты первичные превращенные	130—140	60—80	—	—	1,0	0,94—1,13	2,80—5,33	0,11—0,15	0,39	—	20—29	1,6	22—80	30—58	Г 98; К 2
IV	Амударьинско-Мургабская газоконденсатно-газовая	Нижняя	Газоконденсаты первичные, газ сухой высокотемпературный	—	—	150—190	1,1—1,6	—	—	—	—	—	—	100—150	>10	>100	0—10	Г 97—100; К 0—3
Верхнеюрский комплекс																		
V	Бухарская газонефтяная	—	—	95—110	40	—	—	1,0	—	—	—	—	—	5—10	1,3	2—8	80—110	Г 60; Н 40
VI	Каракумская газозона с незначительными скоплениями нефти	—	Газ низкотемпературный	65—95	15—30	—	—	1,0	—	—	—	—	—	20—30	3,5	15—20	20	Г 97; Н 3
VII	Беурдиш-Балкуинская газоконденсатная с незначительными скоплениями нефти	—	Газоконденсаты первичные слабо превращенные	120—130	50—60	—	—	1,0	0,86—0,96	2,75—2,83	0,07—0,08	0,19—0,27	—	14—23	2—3	50—80	15—58	Г 92—97; К 3 Н 0—5
VIII	Чарлжоуская газоконденсатная	Верхняя	Газоконденсаты первичные превращенные	130—140	60—80	—	—	1,0	1,13—1,36	3,4—3,94	0,06—0,09	0,19—0,26	—	15—40	2—4	100—120	12—32	Г 98; К 2
IX	Бешкентская газоконденсатно-нефтяная	Нижняя	Газоконденсаты вторичные	—	—	108—135	1,7—1,8	0,85	1,34	0,12	0,22	—	—	10—20	1—3	85—110	50—60	Г 75—85; Н 5—10 К 10—15
X	Бешкентская газоконденсатная	—	То же	—	—	116	1,9—2,0	1,05	2,29	0,18	0,26	—	—	15—30	2—3	80—120	80—100	Г 92; К 8
XI	Сандыкачинская нефтяная	—	—	—	—	140—160	1,7—1,8	—	—	—	—	—	—	10—15	2—4	50—80	50	Н 80; Г 20
XII	Яшларская газоконденсатно-нефтяная	—	Газоконденсаты первичные	—	—	140—155	1,4—1,5	1,31	1,31	0,09	0,30	—	—	140	5	60	10—20	Г 92; К 3; Н 5
XIII	Кулач-Даулетбадская газоконденсатная*	—	То же	—	—	135—140	1,3—1,4	1,33—1,55	1,6—2,27	0,01—0,03	0,08—0,11	—	—	15—30	2—5	50—70	—	Г 97; К 3
XIV	Предкопетдагская газоконденсатно-нефтяная	—	Газоконденсаты вторичные	—	—	150—180	1,9—2,1	—	—	—	—	—	—	100—150	2—4	80—190	—	Г 75; Н 10; К 15
XV	Предкопетдагская нефтяная	—	—	—	—	170—190	1,6—1,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Н 80; Г 20
XVI	Бахардок-Багдажинская газоконденсатно-газовая	—	Газоконденсаты первичные, газ сухой высокотемпературный	—	—	120—180	1,1—1,4	1,04	3,7	0,06	0,18	—	—	25	2—5	40—110	3—7	Г 98—100; К 0—2
Нижнемеловой комплекс																		
XVII	Бухарская газонефтяная	—	—	65—80	5—10	—	—	1,0	0,89—0,90	2,18—2,30	0,08	0,30—0,31	—	20—30	1,3	45—130	25—30	Г 97; Н 3
XVIII	Каракумская газозона, с незначительными скоплениями газоконденсата	Верхняя	Газ низкотемпературный, газоконденсаты первичные	<65 65—95	0—15 15—30	—	—	0,8—1,0	0,9—1,02	2,46—2,86	0,9—0,11	0,29—0,39	—	10—60	1—5	17—70	6—49	Г 99—100; К 0—1
XIX	Бахардокская газонефтяная	—	—	95—120	30—50	—	—	1,0	1,21—0,91	1,46—1,43	0,17—0,25	0,25—0,32	—	8—25	2—6	5—13	—	Г 5—60; Н 95—40

Критерии фазовой зональности УВ																	
№ зоны	Зона	Термобарическая метазона	Генетический тип УВ	Хронометрические		Термобарические		Геохимические							См ³ /м ³ Содержание конденсата,	Количественное соотношение ресурсов газа (Г), нефти (Н) и газового конденсата (К), %	
				Палеотемпература, °С	Время воздействия млн. лет	T _{пл} , °С	K _a	Изоалканов C ₁ -алканов	C ₁ циклогексанов	Этиленов C ₂ циклопентанов	C ₃ изопренолов	C ₄ Н ₁₀ / C ₃ Н ₈ + высш.	C ₄ Н ₁₀ / C ₃ Н ₈ + высш.	C ₁ +TV N ₂			
XX	Беурдешик-Балкунская газово-конденсатная, с незначительными скоплениями нефти	Верхняя	Газоконденсаты первичные слабо превращенные	70—90	60—70	—	1,0	0,89—1,13	2,64—3,20	0,02—0,13	0,15—0,22	15—20	2—3	70—80	13—31	Г 92—97; К 3 Н 0—5	
XXI	Бухаро-Чарджоуская газоконденсатная		Газоконденсаты первичные превращенные	70—90	60—70	—	1,0	0,90—1,15	3,24—4,65	0,07—0,09	0,29—0,31	20—25	1—3	25—50	30—40	Г 98; К 2	
XXII	Яшларско-Учал-жинская газовая		Газ сухой высокотемпературный	150—160	100—120	—	1,0	—	—	—	—	—	25—45	5—7	25—50	0—10	Г 100
XXIII	Шатлык-Телженская газоконденсатная		Газоконденсаты первичные резко превращенные	140—150	80—100	—	1,0	1,28—1,60	1,87—3,07	0,03—0,05	0,10—0,19	17—48	2—6	50—100	12—19	Г 99; К 1	
XXIV	Бадхыз-Карабильская газоконденсатно-нефтяная	Нижняя	Газоконденсаты первичные	—	—	120—125	1,2—1,3	1,31—1,57	1,58—3,79	0,01—0,03	0,08—0,15	50—100	3—6	10—60	8—15	Г 92; К 3; Н 5	
XXV	Предкопетдагско-Сандыкчинская газоконденсатная		То же	—	—	140—160	1,2—1,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Г 97—99; К 1—3

пределение температур свидетельствует о том, что геотермические градиенты с глубиной уменьшаются.

Максимальный разрыв между современными пластовыми температурами и палеотемпературами составляет 12—15 °C и приурочен обычно к средней части разреза осадочной толщи. На больших глубинах разрыв резко уменьшается, и есть основание предполагать, что там палеотемпературы близки к современным.

В пределах изучаемых регионов до определенных глубин наблюдаются нормальные пластовые давления, которые приближаются к гидростатическим. С глубин 2,5—3,5 км они аномально возрастают. Полагают, что аномально высокие пластовые давления (АВПД) имеют региональный характер и возникают благодаря гравитационному уплотнению осадочных горных пород. Наиболее благоприятные условия для образования АВПД наблюдаются в регионах, которые характеризуются высокой скоростью осадконакопления в новейшее время (N₂—Q) [1].

Изучаемая плита в неоген-антропогеновый отрезок времени подверглась сильной активизации, которая в разных ее частях проявилась в разной степени. Значительную роль в активизации Туранской плиты сыграла сопряженная с ней на востоке Афгано-Таджикская депрессия, относимая к эпиплатформенной орогенической области контрастных неоген-антропогеновых движений. Волна неотектонических движений распространялась с востока на запад и в значительной мере охватила Бешкентский прогиб, юго-восточную часть Чарджоуской ступени и восточную часть Мургабской впадины, в сторону которой раскрывается Южно-Таджикская межгорная впадина Афгано-Таджикской депрессии. Несколько слабее эти движения фиксируются на Бадхыз-Карабильской ступени. Характерны они также для Предкопетдагского прогиба. С данными регионами связаны наиболее высокие скорости накопления плиоцен-четвертичных отложений и соответственно самые высокие коэффициенты аномальности АВПД.

Пространственная фазовая зональ-

ность УВ Туранской плиты и Предкопетдагского прогиба изучена по ниже-среднеюрскому, верхнеюрскому и нижнемеловому комплексам, для каждого из которых построены схемы зональности (рис. 1, 2, 3).

На картах по изолинии K_a=1 отделяются верхняя и нижняя термобарические мегазоны. Граница их скользит в пространстве и во времени: с севера на юг от древних комплексов к молодым. Раздельно для верхней и нижней мегазон по выявленным критериям выделяются зоны преобладающего фазового состояния углеводородов и в их пределах в соответствии с методикой определяется количественное соотношение жидкой и газообразной фаз.

Границы выделенных зон в разрезе совпадают, если зоны разновозрастных комплексов приурочены исключительно к верхней термобарической мегазоне, как, например, Бухарская газонефтяная (I, V, XVII) или Каракумская газовая (VI, XVIII).

Если зоны в разрезе формировались в разных термобарических мегазонах, то границы их в разновозрастных комплексах, как правило, не совпадают, так как критерии верхней термобарической мегазоны (палеотемпературы, время их нарастания) контролируются режимом и направленностью палеотектонических движений геоструктурного элемента, к которому приурочена выделяемая зона. Критерии же нижней термобарической мегазоны (температуры, коэффициенты аномальности АВПД) контролируются как палео-, так и неотектоническим развитием региона. В связи с этим границы зон нижней термобарической мегазоны не всегда соответствуют границе геоструктурного элемента, а зачастую близки к изолиниям мощностей и скоростей осадконакопления плиоцен-четвертичных отложений (см. рис. 2, зоны XI, XII, XIII).

В юго-восточной части Туранской плиты и Предкопетдагского прогиба практический интерес представляют зоны жидких УВ. Небольшие скопления их выявлены в верхней термобарической мегазоне в зонах ниже-среднеюрского нефтегазоносного комплекса (I, II), верхнеюрского (V, VI, VII, VIII) и нижнемелового (XVII, XIX, XX, XXI).

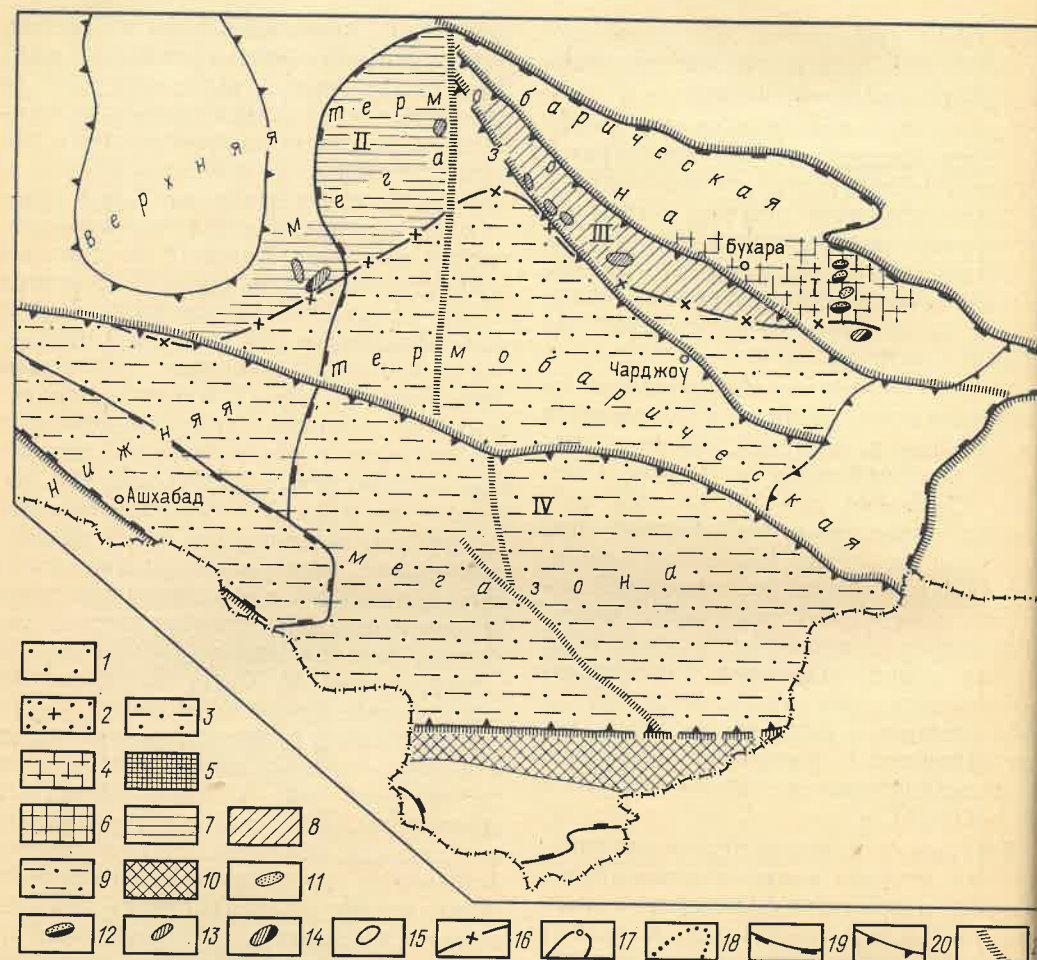


Рис. 1. Схема прогноза зон нефтеносности и газоносности в нижне-среднеюрском комплексе восточной части Туранской плиты и Предкопетдагского прогиба

Зоны нефтегазоаккумуляции: 1 — газовая, 2 — газовая с незначительным скоплением нефти, 3 — газовая с незначительным скоплением газоконденсата, 4 — газонефтяная, 5 — нефтяная, 6 — газоконденсатонефтяная, 7 — газоконденсатная с незначительным скоплением нефти, 8 — газоконденсатная, 9 — газоконденсатногазовая, 10 — область отсутствия отложений комплекса; залежи углеводородов: 11 — газовой, 12 — нефтяной, 13 — газоконденсатной, 14 — газоконденсатнонефтяной, 15 — прогнозные; границы: 16 — верхней и нижней термобарических мегазон, 17 — распространения соленосных отложений, 18 — зон нефте- и газонакопления, 19 — крупнейших тектонических элементов, 20 — крупных геоструктурных элементов, 21 — основные глубинные разломы; римские цифры — номера зон (см. таблицу)

Максимальные концентрации жидких углеводородов прогнозируются в нижней термобарической мегазоне в верхнеюрском комплексе в области повышенной неотектонической активности.

Нефтяная зона (XI) тяготеет к восточной части Сандыкачинского прогиба. Скопления нефти здесь возможны на глубинах 4,5—6,5 км. Пластовые температуры на этих глубинах, по-видимому, составят 150—200 °С, пластовые давления, судя по скоростям накопления плиоцен-четвертичных осадков, превысят нормальные гидростатические в 1,7—1,8 раза, что вполне

может обеспечить образование и консервацию нефтяных углеводородов. К западу в Яшларской зоне (XII) на глубине развития продуктивных флюидов горизонтов верхней юры (4,2—6,0 км) прогнозируемые температуры составят 140—170 °С, коэффициенты аномалии пластовых давлений в верхнеюрских отложениях уменьшаются от 1,8 до 1,3. В этой связи в общем балансе углеводородных ресурсов резко падает доля нефтяных УВ (от 80 до 5 %).

В Бешкентском прогибе и юго-восточной части Чарджоуской ступени (зоны IX, X), где верхнеюрские отложения залегают на глубинах 3,0—

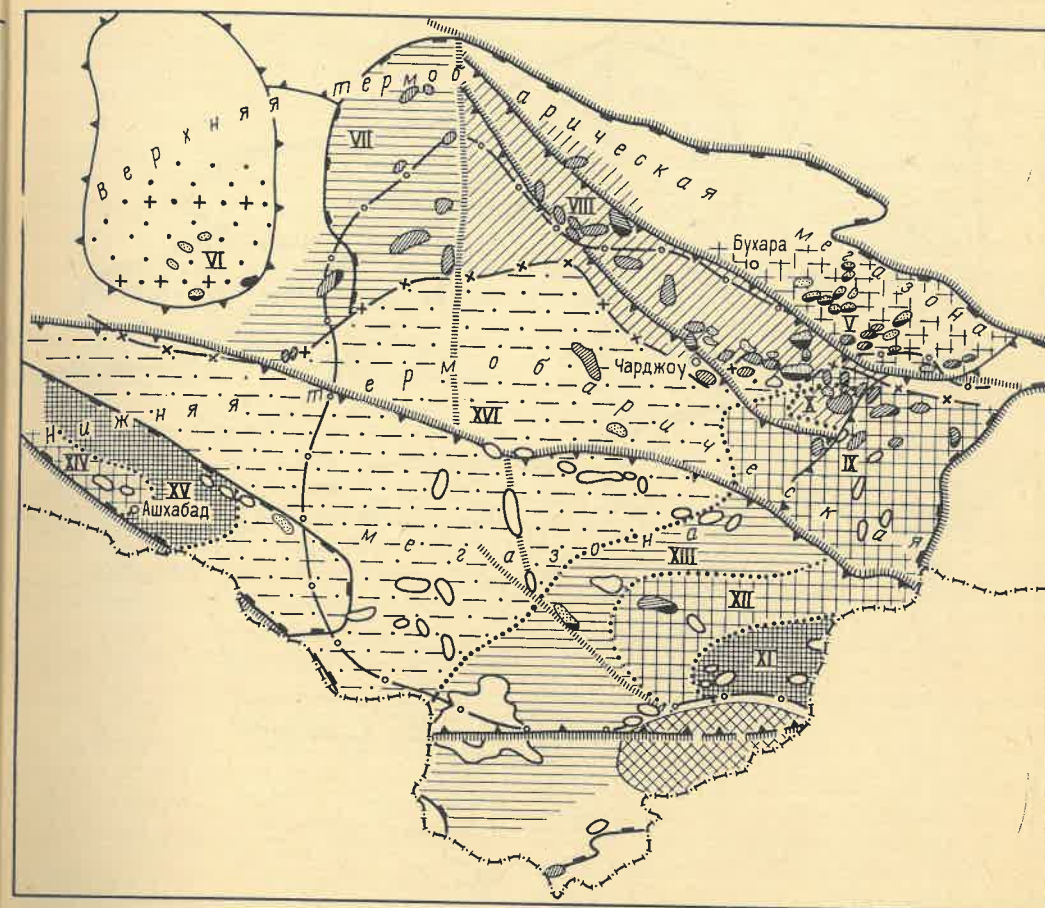


Рис. 2. Схема прогноза зон нефтеносности и газоносности в верхнеюрском комплексе. Усл. обозн. см. рис. 1

Высокое отношение нормальных алканов к изоалканам, равное 1,31, характерно для газоконденсатов. Критерий $\frac{\sum \text{изопреноидов}}{\sum \text{н-алканов}}$ имеет граничное значение 0,30. Вместе с тем такие показатели, как $\frac{\sum \text{циклогексановых}}{\sum \text{циклопентановых}}$ (1,31), $\frac{\text{ЦГ}}{\text{МЦП}}$ (0,70), $\frac{\text{этилбензол}}{\sum \text{ксилолов}}$ (0,09), $\frac{\text{пристан}}{\text{фитан}}$ (1,09), отражают нефтяной характер

4,5 км, температуры не превышают 115—140 °С; K_a , напротив, достигают 1,65—2,0. Сочетание относительно небольших температур и аномально высоких пластовых давлений приводит к растворению жидких УВ в сжатом газе и образованию залежей вторичного газоконденсата, часто с нефтяной оторочкой.

В западной части Предкопетдагского прогиба, на глубинах 4,5—6,5 км прогнозируются зоны: нефтяная (XV) и газоконденсатно-нефтяная (XIV). Для них характерны высокие температуры: 170—190 °С и 150—180 °С и большие K_a : 1,6—1,9 и 1,9—2,1, соответственно. Процентное содержание жидких УВ, по данным проведенного прогноза, будет уменьшаться к геосинклинальному борту прогиба.

В нижнемеловом комплексе перспективной с точки зрения содержания

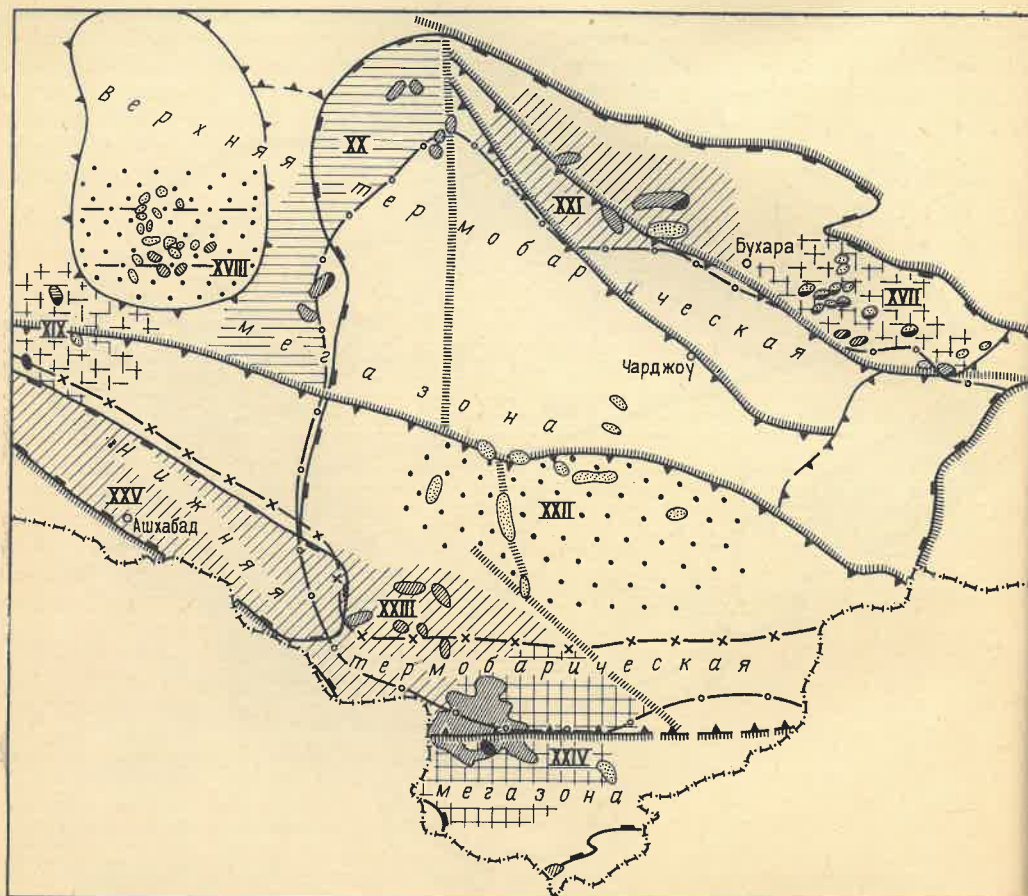


Рис. 3. Схема прогноза зон нефтеносности и газоносности в нижнемеловом комплексе
Усл. обозн. см. рис. 1

жидких углеводородов является Бадхыз-Карабильская газоконденсатно-нефтяная зона, приуроченная также к нижней термобарической мегазоне. Она включает одноименную ступень и южную часть Сандыкачинского прогиба, где неокосские продуктивные отложения погружены на глубину от 2,0 до 4,5 км. Максимальная глубина залегания подошвы нижнемелового комплекса (4,0—4,5 км) наблюдается в Сандыкачинском прогибе. Здесь же ожидаются повышенные температуры комплекса — 140—160 °С. Этого нельзя сказать о нарастающих давлениях. Коэффициент аномальности пластовых давлений меловых отложений в прогибе не превышает 1,1, на ступени он достигает 1,3 при глубинах залегания разновозрастных отложений 2,8—3,1 км и прогретости их до 115—120 °С.

В западной части зоны на сочлении Бадхыз-Карабильской ступени Сандыкачинского прогиба расположено месторождение, разделенное глубинным разломом на два крупных блока. Северный блок тяготеет к прогибу, южный — к ступени.

Термобарические условия данного района способствовали образованию газоконденсатов, которые по нашей классификации следует отнести к зоне первичных газоконденсатов нижней термобарической мегазоны. Газоконденсаты северного и южного блока имеют единую генетическую природу, о чем, в частности, свидетельствуют коэффициент генетического родства

$\frac{\text{Этилбензол}}{\sum \text{ксилолов}} (0,026)$ и отношение $\frac{\sum \text{изопреноидов}}{\text{н-алканов}} (0,11)$.

Однако углеводородный состав и основные геохимические параметры газоконденсатов северного блока приближают их к резко превращенным газоконденсатам типа В верхней термобарической мегазоны. В групповом составе фракции н. к. 200 °С, которая составляет 33 %, преобладают метановые углеводороды (82 %), нафтеновые составляют 11 %, ароматические — 7 %. Отношение $\frac{\sum \text{н-алканов}}{\sum \text{изоалканов}}$ в среднем составляет 1,45, соотношение между циклогексановыми и циклопентановыми углеводородами 3,65.

Некоторое ослабление жесткости термобарических условий (уменьшение температуры и повышение K_a) на южном блоке не только сказывается на составе газоконденсатов, но и создает возможность для генерации нефти. В отличие от газоконденсатов северного блока, в газоконденсатах южного блока во фракции н. к. 200 °С уменьшается количество метановых углеводородов (до 77 %) и возрастает содержание ароматических (до 11 %). Из геохимических показателей снижается отношение $\frac{\sum \text{н-алканов}}{\sum \text{изоалканов}}$ (1,41), что говорит об уменьшении степени превращенности газоконденсатов. Среди нафтеновых углеводородов увеличивается количество циклопентановых структур, что ведет к снижению показателя $\frac{\sum \text{ЦГ}}{\sum \text{ЦП}}$ до 2,75.

На южном блоке Даулетабад-Донского месторождения, где $K_a=1,3$, можно ожидать небольшие скопления нефти, не более 5 % от общей суммы всех углеводородов. Нефть месторождения (скв. 50) резко отличается от газоконденсатов обоих блоков прежде всего отсутствием ароматических углеводородов во фракции н. к. 200 °С (90 % метановых и 10 % нафтеновых В). По геохимическим показателям наблюдается уменьшение отношения $\frac{\sum \text{н-алканов}}{\sum \text{изоалканов}}$ до 1,25 % и отношения $\frac{\sum \text{ЦГ}}{\sum \text{ЦП}}$ до 1,11, возрастает показатель $\frac{\text{н-алканов}}{\text{н-алканов}}$ (4,29).

Центральная, большая часть Туранской плиты подверглась активизации в неоген-антропогенное время в значительно меньшей степени, чем восточ-

ная и южная, в связи с чем коэффициенты аномальности в юрских глубоководных отложениях этого региона резко падают до 1,1—1,3. При этом геотермический режим в сравниваемых регионах плиты меняется незначительно.

Сочетание высоких температур и низких коэффициентов аномальности может обеспечить образование и существование только первичных газоконденсатов с содержанием конденсатов не более 3 % и высокотемпературного газа (зоны IV, XVI).

Вертикальная фазовая зональность размещения углеводородных скоплений Туранской плиты и Предкопетдагского прогиба резко отличается от традиционного вертикального ряда УВ, описанного А. М. Акрамходжаевым, Н. Б. Вассоевичем, В. А. Соколовым и др. Он представляется в следующем виде.

В верхней термобарической мегазоне до глубин 0,7 км наблюдается низкотемпературный газ, ниже (0,7—1,3 км) — газонефтяные скопления. В близком интервале глубин (1,3—2,5 км) сосуществуют нефтяные и газоконденсатные скопления. Газоконденсаты первичные, слабо превращенные и превращенные. Вниз по вертикали (2,5—4,0 км) размещаются газоконденсаты (резко превращенные) и высокотемпературный газ.

Ряд фазовой зональности УВ нижней термобарической мегазоны представляет собой зеркальное отображение вертикальной последовательности верхней термобарической мегазоны. Он начинается скоплением первичного газоконденсата (резко превращенного) и высокотемпературного газа, которые по мере нарастания глубин и увеличения коэффициентов аномальности пластового давления постепенно сменяются слабо превращенными газоконденсатами с некоторым содержанием нефти (3—5 км) либо зоной вторичных газоконденсатов с повышенным содержанием жидких УВ. На глубинах 4,5—6,5 км прогнозируются нефтяные скопления, ниже — газовые.

Таким образом, метод количественного раздельного прогнозирования нефтеносности и газоносности позволил разработать модель пространственной фазовой зональности УВ скоп-

лений и выделить в мезозойских комплексах Туранской плиты и Предкопетдагского прогиба 25 различных фазовых зон, приуроченных к двум термобарическим мегазонам — верхней и нижней.

Основной отличительной особенностью нижней мегазоны являются anomalно высокие пластовые давления, которые превышают нормально гидростатические давления верхней мегазоны в 1,1—2,0 раза. С anomalно высокими пластовыми давлениями связано формирование зон жидких УВ. Наиболее благоприятные условия для возникновения АВПД наблюдаются в регионах повышенной неотектонической активности, которые тяготеют к восточной, юго-восточной частям Туранской плиты и Предкопетдагскому прогибу.

Процентное соотношение (в единицах условного топлива) ресурсов нефти, газа и газового конденсата в зо-

нах нижней термобарической мегазоны определяется сочетанием коэффициентов anomalности пластовых давлений и температур, в верхней мегазоне — соответствующими палеотемпературами и геологическим временем нарастания и воздействия на ОВ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Добрынин В. М., Серебряков В. А. Метод прогнозирования anomalно высоких пластовых давлений. М., Недра, 1978.
2. Ермолкин В. И., Сорокова Е. И., Бобылева А. А. Генетические типы газовых конденсатов восточной части Туранской плиты. ВНИИЭгазпром. Экспресс-информация. Геология, бурение и разработка газовых месторождений, 1982, вып. 19, с. 1—6.
3. Закономерности распространения углеводородных скоплений Восточной Туркмении. В. И. Ермолкин, Е. И. Сорокова, А. С. Фалин, А. А. Бобылева. М., ВНИИЭгазпром. Обзорная информация, 1984, вып. 1, с. 1—49.
4. Методические указания по количественной оценке прогнозных ресурсов нефти, газа и конденсата. М., изд. ВНИГНИ, 1983.

УДК 553.93+552.57+561.07

Л. Я. КИЗИЛЬШТЕЙН, А. Л. ШПИЦГЛУЗ (Ростовский гос. ун-т)

Анатомический состав растительных тканей высокометаморфизованных углей

На протяжении нескольких лет мы пытались найти методы, позволяющие улучшить условия микроскопического изучения высокометаморфизованных углей (антрацитов). В настоящее время такие угли изучаются только при помощи отраженного поляризованного света по методике, разработанной Л. И. Сарбеевой [11], Л. И. Штеренбергом [14], А. И. Егоровым и М. Н. Егоровой [2]. Эта методика позволяет выделить главные составные части угольного вещества — микрокомпоненты, однако наблюдать анатомическое строение растительных тканей, а также тонкие детали строения клеток возможно лишь в исключительных случаях [1] из-за сложных оптических эффектов, возникающих при отражении поляризованного света и ухудшающих условия наблюдения.

Авторы исходили из предположения, что несмотря на сильное метаморфическое преобразование, растительное вещество углей могло сохранить тонкие детали анатомического строения, которые в действительности не наблюдаются из-за несовершенства применяемых методов исследования. Гипотеза предполагает, что индивидуальные биохимические особенности тканей, клеток и их составных элементов определяют индивидуальность геополимеров, образовавшихся из начальных биохимических соединений. Если это так, то геополимеры, очевидно, должны различаться по кристалло-

химическому строению. Чтобы обнаружить эти различия, необходим метод, позволяющий вскрыть и сделать доступными для микроскопического наблюдения.

Задача была решена путем ионного травления поверхности аншлифов [7], что позволило не только наблюдать в неполяризованном отраженном свете клеточную структуру тканей, но и обнаружить тончайшие детали строения отдельных клеток [8]. Метод ионного травления основан на бомбардировке в вакууме ионами инертного газа полированной поверхности образцов (аншлифа). Под действием ионной бомбардировки происходит селективное распыление вещества микрокомпонентов, выявляющее кристаллохимическую неоднородность поверхности.

Изучив многие сотни образцов, мы обнаружили большое разнообразие строения растительных тканей и слагающих их клеток (рис. 2, 3, 4).

Выявлены и определены ткани древесины (рис. 1, 1—4; рис. 2, 1—6), перидермы (рис. 2, 5—9; рис. 2, 7—10), споры высших растений (рис. 3, 1—4) и грибов (рис. 3, 5—8), а также содержащаяся на наружных стенках покровных тканей листьев и молодых побегов кутина — кутикула (рис. 3, 9—10). Обнаружено также строение их клеточных стенок (рис. 2, 5—6), изучив строение оболочек отдельных клеток — характер пор в проводящих клетках.

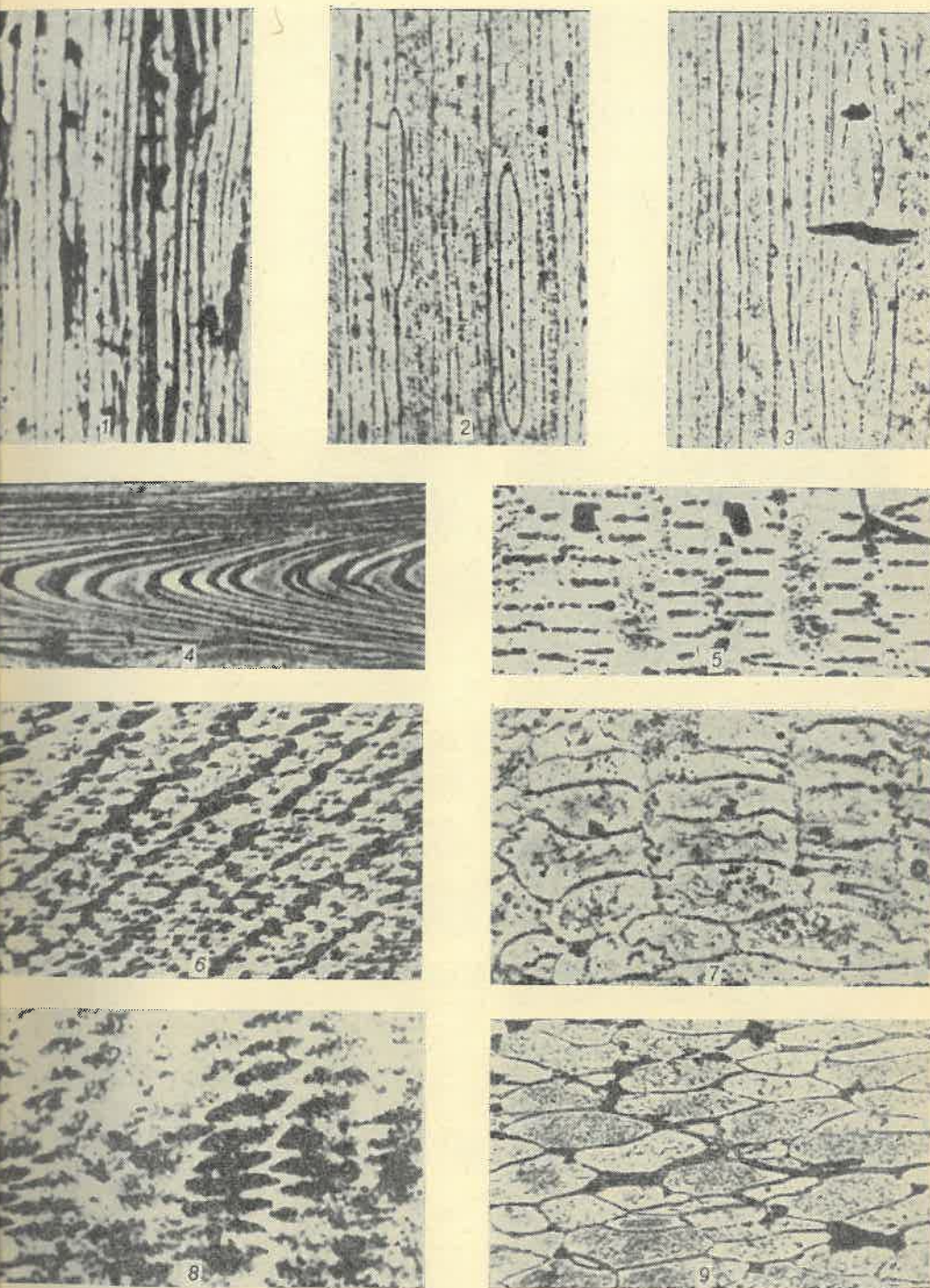


рис. 1. Гелифипированные ткани растений-углеобразователей Донецкого бассейна и Егоршинского месторождения Среднего Урала (отраженный неполяризованный свет, масляная иммерсия)

1 — продольные срезы древесины с сердцевинными тканями листьев и молодых побегов кутина — кутикула (рис. 3, 9—10). Обнаружено также строение их клеточных стенок (рис. 2, 5—6), изучив строение оболочек отдельных клеток — характер пор в проводящих клетках.

ми лучами (2) и отдельными клетками лучевой паренхимы (3); 4 — поперечный срез древесины; 5—9 — перидермальная (5—8) и паренхимная (9) ткани; увеличение: 1 — 300, 2 — 650, 3 — 420, 4 — 180, 5 — 600, 6 — 300, 7 — 560, 8 — 1200, 9 — 220

ние оболочек с отчетливым разделением на экзину — наружную оболочку и интину — внутреннюю (рис. 3, 3), причем первая в свою очередь может быть также многослойна

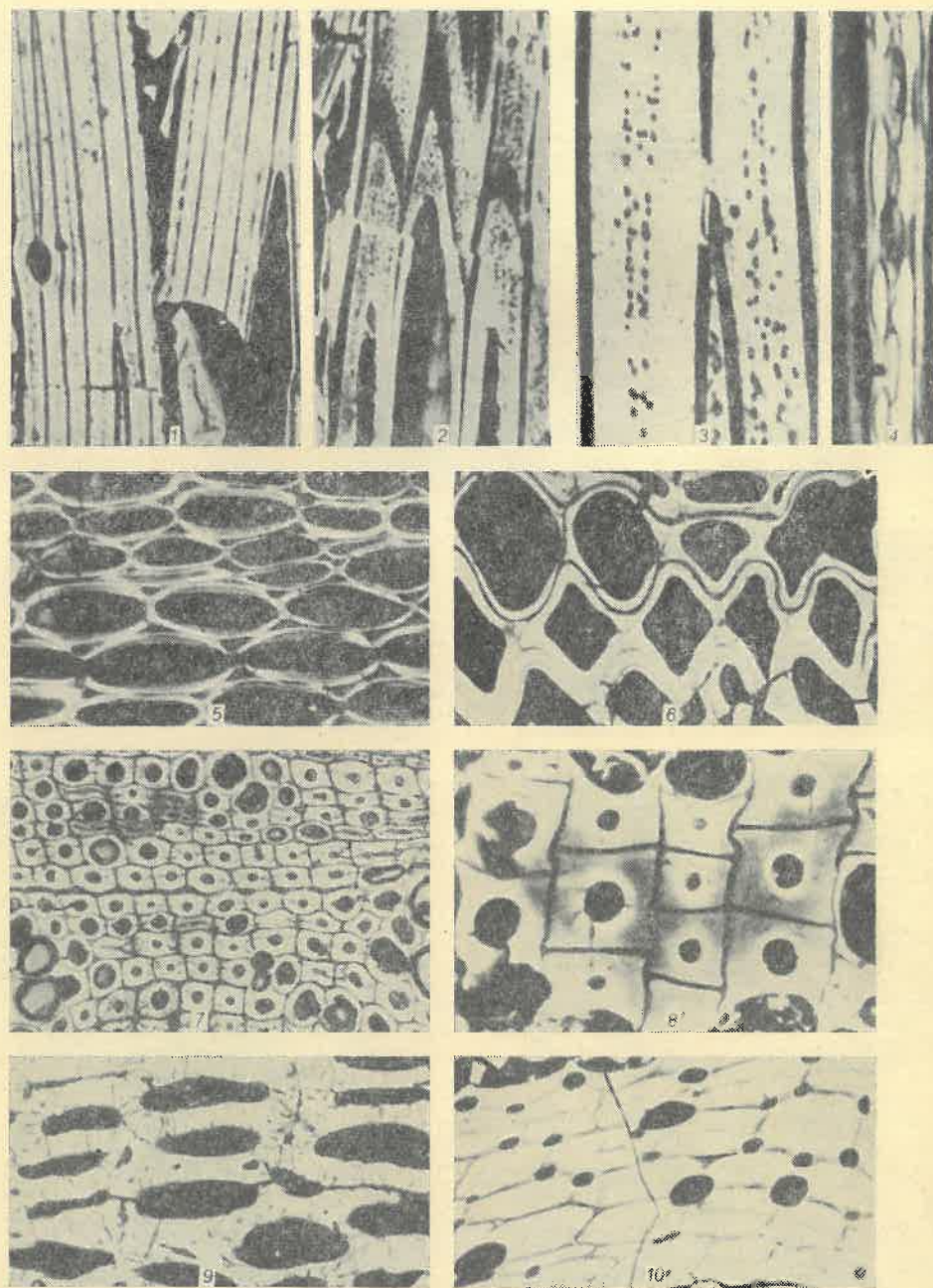


Рис. 2. Фюзенизированные ткани растений-углеобразователей Донецкого, Горловского и Тунгусского бассейнов

1—4 — продольные срезы древесины, характеризующиеся веретенообразными окончаниями трахеальных клеток (1—3), сердцевинными одноклеточными лучами (1), а также «дырочными» (3) и окаймленными (4) порами; 5—6 — поперечные срезы древесины, на ко-

рых хорошо заметна слоистость оболочек трахеальных клеток; 7—10 — перидермальная ткань (7), среди которой встречаются участки склеренхимы с толстыми вторичными оболочками, пронизанными многочисленными каналами ветвистых пор, а также фрагменты паренхимы с характерными межклетками (10); увеличение: 1 — 350, 2 — 500, 3 — 1500, 4 — 2100, 5 — 250, 6 — 550, 7 — 350, 8 — 600, 9, 10 — 350

Несмотря на то что были установлены только кие элементы строения оболочек клеток, казалось практически невероятным (учитывая геологическую историю преобразования органического вещества) встретить сохранившиеся микроструктуры протоплазмы, состоящие из белков и нуклеиновых кислот — наименее

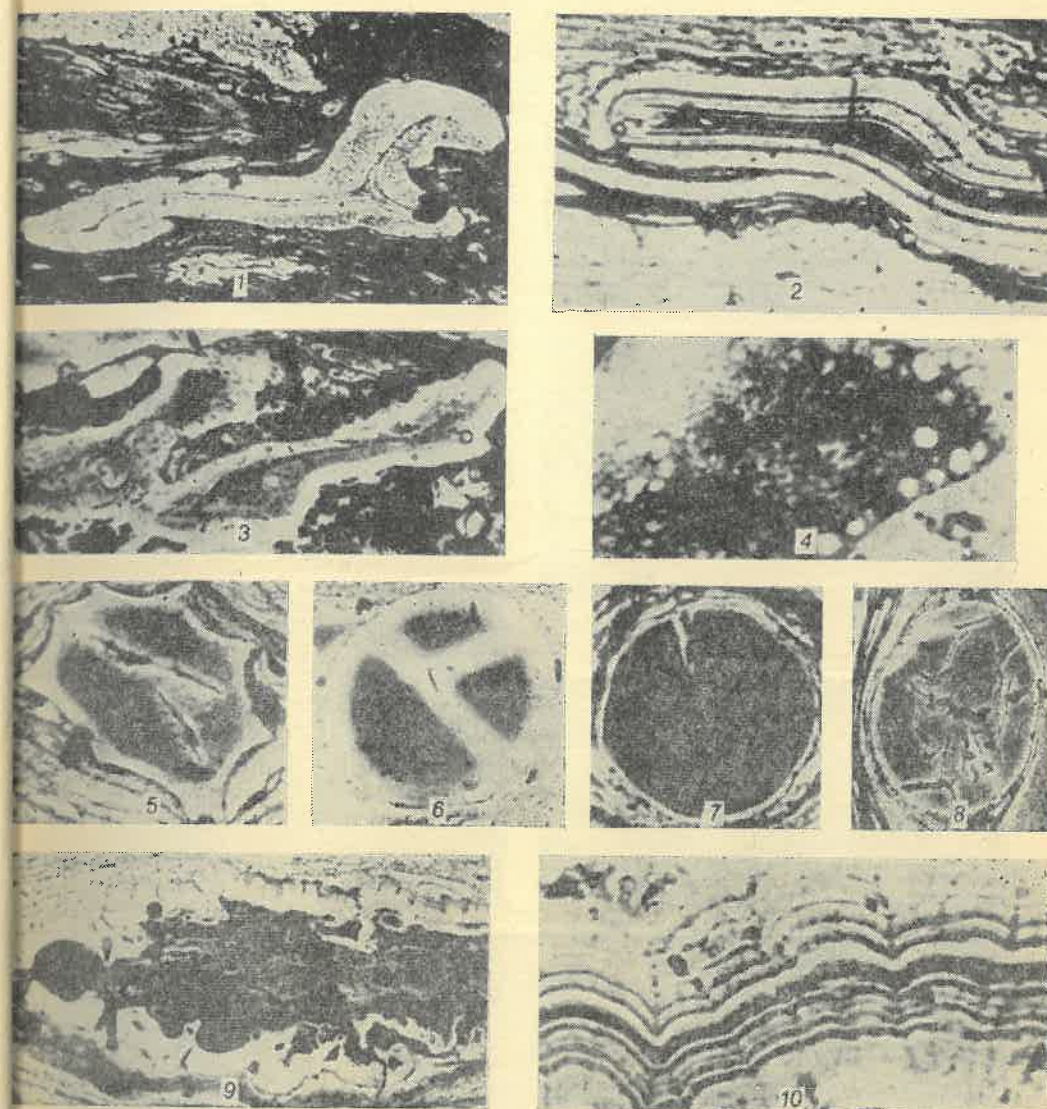


Рис. 3. Органы растений-углеобразователей Донецкого бассейна

1 — споры высших растений с однослойной (1), двухслойной (2) и трехслойной (3) оболочкой; 4 — внутренняя полость споры с пропластидами (фрагмент 2); 5—8 — споры грибов; 9 — лист, окаймлен-

ный кутикулой; 10 — стеблевая кутикула, представляющая собой многослойный комплекс, который образован кутином, заключенным между целлюлозными оболочками эпидермальных клеток; увеличение: 1 — 150, 2 — 250, 3 — 350, 4 — 1600, 5 — 300, 6, 7 — 250, 8 — 250, 9 — 300, 10 — 1000

Растительный фрагмент с сохранившимся протопластом представлен паренхимной (предположительно коровой) тканью (рис. 4, 1—3). Иден протопласт, отделенный от клеточной оболочки мембраной — плазмолеммой, толщиной в доли микрона. Протопласты смежных клеток связаны тонкими тяжами — плазмодесмами, проходящими через поры оболочек (рис. 4, 2—3).

Особый интерес представляют обнаруженные в протоплазме отдельных клеток шарообразные или овальные тела диаметром 4—6 мкм

с оболочкой (рис. 4, 2—3), очень похожие на ядра клеток. Иногда в них заметны неоднородности внутренней структуры, установить форму которых трудно вследствие того, что их размеры выходят за пределы разрешения световой микроскопии. Некоторые клетки имеют два ядра, что, возможно, фиксирует начальные стадии митоза (деления). Кроме ядра в протоплазме обычно наблюдаются многочисленные, разнообразные по форме и размерам включения, предположительно сопоставимые с различными органеллами.

Поскольку при ионном травлении никогда не наблюдались структуры, не соответствующие каким-либо элементам анатомии растений, можно сделать весьма важный вывод:

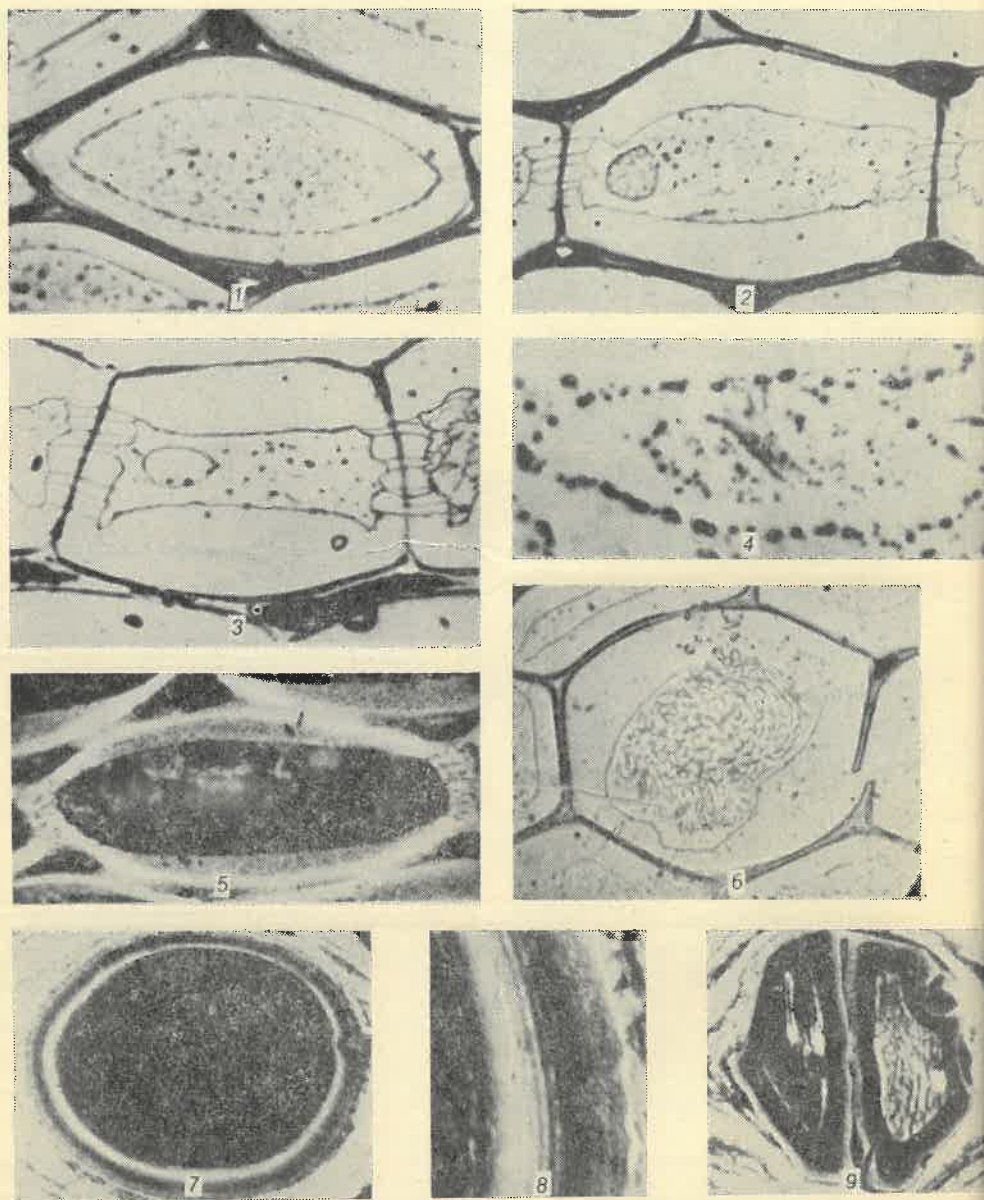


Рис. 4. Строение клеток и органов растений-углеобразователей Донецкого бассейна

1—3 — микроструктурные элементы паренхимных клеток; хорошо видны клеточная оболочка и межклетники; плазмолемма, ограничивающая протопласт, и плазмодесмы, проходящие через оболочки соседних клеток (2—3); клеточное ядро шарообразной (2) или овальной (3) формы и неидентифицированные клеточные органеллы в виде мелких черных вкраплений

разной конфигурации; 4 — реликты макрофибриллярной структуры (темные точки) клеточных стенок; 5 — слоистая структура оболочки трахеидной клетки; 6 — паренхимная клетка с бактериями; 7 — споры грибов с многослойной оболочкой; оболочка споры гриба (фрагмент 7), 9 — споры гриба с внутренней полостью, заполненной бактериальными телами; увеличение: 1—3 — 1200, 4 — 1500, 5 — 1000, 6 — 1800, 7 — 200, 8 — 1000, 9 — 350

кристаллическая организация углефицированного вещества ископаемых растений наследует биохимическую неоднородность клеток и тканей живых организмов.

Известно, что основными биохимическими компонентами растительных тканей являются углеводы (целлюлоза и др.), белки и липиды. Попытаемся интерпретировать результаты ионного травления в связи с особенностями их биохимического состава.

Целлюлоза. Характерной особенностью целлюлозы является линейная конформация ее молекул, которые образуют структурные элементы кристаллам. Молекулы целлюлозы группируются в фибриллы, которые в процессе преобразования органического вещества объединяются в пучки — микрофибриллы. Ширина последних составляет доли микрона, они обладают ярко выраженной оптической и механической анизотропией.

При детальном наблюдении оболочек отдельных клеток обнаружены темные (более измененные) и светлые (менее измененные) участки, чередующиеся с почти строгой периодичностью (рис. 4, 4). Можно предположить, что эта дискретность соответствует реликтовой макрофибриллярной структуре клеточной оболочки, и разрушение ее при ионном травлении происходит преимущественно по кристаллическим агрегатам, унаследованным от целлюлозного каркаса.

Лигнин. У лигнина отсутствует сколько-нибудь заметная ориентация молекул, и в клеточной оболочке он находится в аморфном состоянии. Лигнин пропитывает слои клеточной оболочки неравномерно: более всего лигнифицируется вещество первичной оболочки, менее всего — вторичная оболочка. Вероятно, вследствие неодинаковой степени лигнификации, а также различной текстуры целлюлозного каркаса оболочек клеток под действием ионного травления выявляются их слоистость (рис. 2, 1—6; рис. 4, 5), а также окаймленные поры на стенках трахей (рис. 2, 4).

Белки. Они входят главным образом в протопласт растительной клетки и представляют собой высокомолекулярные биополимеры. Первичная индивидуальность анатомического строения элементов клетки (протоплазмы, плазмолеммы и ядра), имеющих преимущественно белковый состав, прекрасно иллюстрируется микрофотографиями (рис. 4, 1—8). На рис. 4, 6 представлена внутренняя полость клетки, заполненная бактериальными телами. Бактериальные клетки состоят в основном из белковых веществ, индивидуальные биохимические особенности которых, как это видно по микрофотографиям, не утрачиваются в результате геохимических процессов.

Липиды. Эти соединения, входящие в состав покровных тканей, представляют собой сложные эфиры глицерина и жирных кислот. Липидные соединения по своему строению и некоторым физическим свойствам резко отличаются от углеводов, лигнина и белков. Они являются аморфными веществами и обладают большим электросопротивлением (природные изоляторы). При ионном травлении оболочек пор обнаруживаются их слоистость и очень слабое изменение вещества под воздействием бомбардирующих ионов (рис. 3, 2—3). В то же время отчетливо видна сильная измененность включенных между слоями спорополнения целлюлозных слоев (рис. 3, 2). Индивидуальность липидного вещества, обусловленная его особыми свойствами, унаследованными от исходного материала, хорошо заметна и на примере кутикулярного слоя, покрывающего фрагмент эпидермиса (рис. 3, 10).

Все приведенные примеры показывают, что кардинальная перестройка органического вещества в геологических процессах не привела к интеграции исходных органических соединений в некоторый однородный геополлимер. Напротив, основные биохимические соединения и образованные ими структурные элементы тканей, клеток и органов растений, изменяясь, сохранили кристаллохимическую и морфологическую индивидуальность. Следовательно, на макроуровне биохимические различия составных частей растительной ткани не утрачиваются в процессе преобразования органического вещества,

а наследуются кристаллической структурой образовавшихся из них геополлимеров.

Этот вывод имеет принципиальное значение для органической биогеохимии. Расшифровка кристаллохимических структур каждого конкретного геополлимера, выявленного ионным травлением, представляет немалые технические трудности вследствие микроскопических размеров объектов. Однако если удастся надежно диагностировать геополлимеры, образовавшиеся из известных биохимических соединений, то станет возможным исследование происхождения других видов ископаемого органического вещества земной коры, утративших начальное анатомическое строение, например, рассеянного, роль которого в геохимических процессах огромна. Такие данные будут также иметь большое значение для выяснения условий формирования месторождений горючих полезных ископаемых.

Возможности изучения анатомического состава растительных тканей угольного вещества, открывшиеся благодаря методу ионного травления, позволили получить новую информацию о стратиграфических и пространственных особенностях развития процесса древнего торфонакопления.

Ранее [5, 6] было показано, что геоморфологическая структура древних торфяных массивов определяла характер распределения в угольных пластах минеральных компонентов (в том числе серы и металлов), изменение морфологии пластов, положение зон размылов. Все это в конечном счете формировало важнейшие качества угольных пластов: зольность, химический состав золы, сернистость, концентрацию ценных, сопутствующих и токсичных элементов, технологические свойства и т. д.

До настоящего времени не удавалось эффективно использовать в подобных реконструкциях информацию, получаемую при петрографических исследованиях угольного вещества. Изучая особенности состава микрокомпонентов углей в разных палеогеоморфологических зонах, авторы получили данные, которые, по их мнению, свидетельствуют о заметных различиях в этих зонах анатомического строения торфообразующих фитоценозов.

Результаты иллюстрируются на примере пласта I_3^a в Восточном Донбассе. Использование известных принципов палеогеоморфологических реконструкций [3] позволило сделать вывод о палеогеоморфологической неоднородности древнего торфяного массива, которая выражалась в наличии гипсометрически пониженного участка (низинного типа торфонакопления) в зоне I и относительно повышенного (верхового) в зоне II (рис. 5).

В зоне II в составе угольного вещества наблюдается максимальное количество (до 30 % от суммарного содержания гелифицированного вещества) микрокомпонентов, сложенных древесными тканями. Содержание фюзенизированных и липонидных микрокомпонентов составляет здесь 4—6 и 0,1—0,2 %, минеральных примесей, в основном глины и пирита, 3,0—4,0 и 1,5—3,5 %. В зоне I в угольном веществе увеличивается количество перидермы, а также фюзенизированных и липонидных микрокомпонентов (9—11 и 1—2 %), глины и пирита (10—20 и 5—10 %).

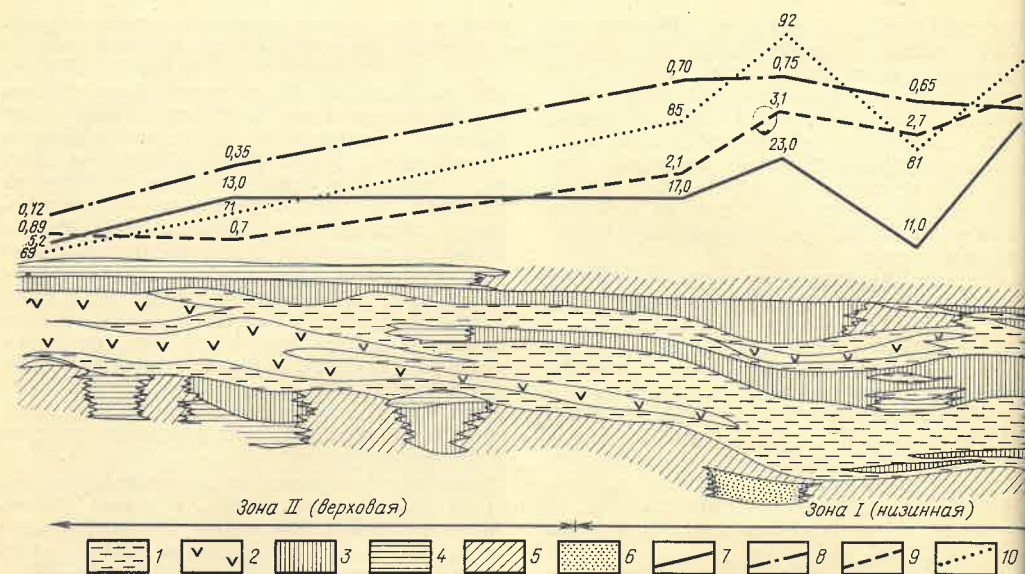


Рис. 5. Анатомо-петрографический состав пласта i_{3B} в основных геоморфологических зонах древнего торфяного массива
1—2 — угли с содержанием гелифицированной пери-

дермы (от суммы последней и древесины), %: >75, 2—50—75; 3 — углистый аргиллит; 4 — аргиллит; 5 — алевролит; 6 — песчаник; 7 — зольность, %; содержания, %: 8 — окиси кальция; 9 — с 10 — гелифицированной перидермы

Указанные различия анатомического состава углеобразующего материала, возможно, связаны с составом фитоценозов — торфообразователей, живших *in situ* на геоморфологически неоднородных участках торфяного массива и принадлежавших к разным экологическим группам.

Известно, что растения, произраставшие на территории Донецкого бассейна в каменноугольную эпоху, относятся в основном к трем экологическим группам [10, 13 и др.]: 1) гидрофиты (плауновидные и членистостебельные), которые по ряду биологических признаков доминировали в растительных сообществах в низинах болот с обильным увлажнением; 2) растения относительно возвышенных мест обитания — мезофиты (древнейшие голосеменные); 3) растения переходной экологической обстановки — гигромезофиты (птеридоспермы и различные папоротники), обладающие биологическими признаками, характерными для жизни в условиях с меньшим увлажнением по сравнению с таковыми для гидрофитов.

Особенности анатомического строения растительных углеобразователей [4], принадлежащих к указанным выше трем экологическим группам, позволяют предположить, что изменение состава растительных тканей, слагающих микрокомпоненты углей, отражает пространственную изменчивость (катену) в зависимости от геоморфологической структуры торфяного массива: на пониженных, наиболее обводненных участках максимальное содержание перидермальных (коровых) тканей явилось следствием преобладания в составе фитоценоза плауновидных и членистостебельных, на возвышенных — увеличение относительной доли киселек отражает возрастающую роль папоротников и предположительно древних голосеменных.

Возможно, незначительный перенос растительного материала по гидрографической сети

торфяного болота мог приводить к дополнительному накоплению более транспортабельных коровых тканей на низинных участках. Аналогичным образом можно объяснить повышенное содержание в низинной зоне скелетных к аллохтонии липоидных и фюзенизованных микрокомпонентов. В то же время исключена возможность того, что повышенная аэрируемость торфяной залежи в низинной зоне обусловила автохтонное образование носителя большого количества фюзена.

В стратиграфическом разрезе пласта наблюдается некоторое увеличение доли древесины при приближении к кровле, что, вероятно, отражает общий процесс эволюции торфонакопления от низинного к верховому типу и соответствующее изменение (сукцессию) растительных ассоциаций от гидрофитного к мезофитному комплексу.

Следовательно, анатомо-петрографическая информация наряду с другими фациальными критериями может использоваться для детальной реконструкции условий торфяной стадии углеобразования — основы прогнозирования изменения строения пластов и свойств углей.

Нетрудно видеть, что и в области классической палеоботаники метод ионного травления открывает новые перспективы в изучении анатомии и гистологии древних растений, позволяя использовать для этого не отдельные ископаемые объекты, а огромную массу растительного вещества, слагающего высокометаморфизованные угли и графиты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вырвич Г. П., Лапо А. В. Микроструктура витрифицированной перидермы сигилля в антрацитах Донбасса. — Докл. АН СССР, т. 190, 1970, № 3, с. 672—674.
2. Егоров А. И., Егорова М. Н. Основные петрографические типы антрацитов сев.-зап. части Донецкого бассейна. — Ученые записки Рост. гос. ун-та, 1959, т. 94, вып. 8, с. 135—153.

Кизильштейн Л. Я. Генезис серы в углях. Изд-во Рост. гос. ун-та, 1975.

Кизильштейн Л. Я. Эволюция биохимического состава древних торфообразователей и генетические типы углей. — Изв. АН СССР. Сер. геол., 1983, № 9, с. 124—131.

Кизильштейн Л. Я., Серебрякова И. Т. Некоторые особенности изменения строения и состава угольных пластов. — Литология и полезные ископаемые, 1970, № 5, с. 107—114.

Кизильштейн Л. Я., Серебрякова И. Т. Реконструкция условий древнего торфонакопления на основании изучения морфологии и вещества угольных пластов. — Литология и полезные ископаемые, 1973, № 4, с. 124—132.

Кизильштейн Л. Я., Шпицглюз А. Л. Новый метод петрографического изучения антрацитов. — Докл. АН СССР, 1982, с. 263, № 1, с. 175—179.

Кизильштейн Л. Я., Шпицглюз А. Л. Новый метод палеоанатомических исследований. — Литология и полезные ископаемые, 1983, № 1, с. 81—88.

Ошуркова М. В. Палеофитологическое обоснование стратиграфии верхних свит каменноугольных отложений Карагандинского бассейна. М., Наука, 1967.

Сарбеева Л. И. К вопросу о методике изучения антрацитов. — Химия твердого топлива, 1936, № 5, с. 455—466.

Тимофеев П. П., Боголюбова Л. И. Генезис гумусовых углей и особенности их распределения в различных тектонических типах угленосных формаций. — В кн.: Геология угленосных формаций и стратиграфия карбона СССР. М., Наука, 1965, с. 21—44.

Фисуненко О. П. Закономерности развития каменноугольной флоры и фитоисторическое расчленение среднего карбона Донецкого бассейна. — В кн.: Геология угленосных формаций и стратиграфия карбона СССР. М., Наука, 1965, с. 199—207.

Штеренберг Л. Е. Петрографические типы антрацитовых углей среднего карбона Донбасса. — Докл. АН СССР, 1957, т. 114, № 3, с. 641—644.

ГЕОФИЗИКА И ГЛУБИННОЕ СТРОЕНИЕ

ДК 551.24 : 550.834.32 (5-925.11)

С. ДРУЖИНИН, А. Б. КАРМАНОВ (ПГО «Уралгеология»)

Изучение строения земной коры северо-западной части Западно-Сибирской плиты

В связи с проблемой поисков УВ в юрских отложениях Западно-Сибирской плиты и новых месторождений в мезозойско-кайнозойском этапе актуально изучение особенностей ее глубинного строения. По имеющимся геолого-геофизическим материалам прослеживается корреляция глубинных структур земной коры с размещением крупных нефтегазоносных бассейнов [6, 18]. Региональные сейсмические исследования должны дать необходимую информацию о строении как юрских комплексов (при этом горизонтальные размеры неоднородностей в среднем составляют 30—50 км), так и более глубоких горизонтов земной коры и верхов верхней мантии.

Современные глубинные сейсмические исследования должны удовлетво-

рять следующим требованиям: 1) полнота системы, что необходимо для получения сейсмической информации в широком диапазоне расстояний от источника (от 0 до 300—400 км); недопустимы разрывы в системе или ограниченный интервал прослеживания; 2) достаточная информативность системы при изучении строения фундамента или верхней части консолидированной коры (до 10—15 км); 3) возможность пространственной регистрации волнового поля и поляризационные наблюдения; 4) универсальность и возможность стандартизации, необходимой для разработки единого цифрового обрабатывающего комплекса и обобщения сейсмического материала по многим регионам; 5) экономичность и высокая производительность исследова-

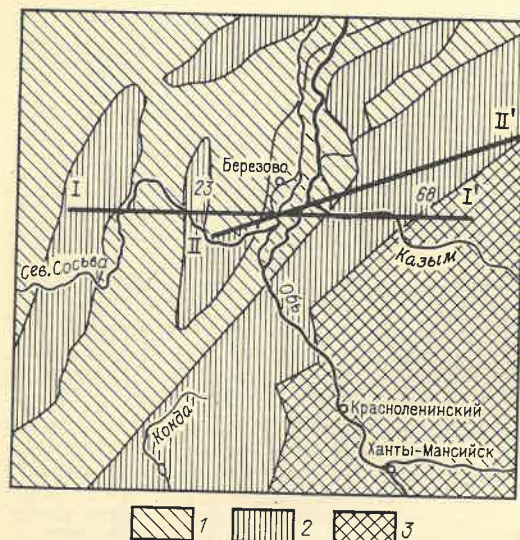


Рис. 1. Схема исследуемой территории

I—I' — профиль Верхненильдина—Казым, II—II' — геотраверс «Кратон»; 1—3 — структуры первого порядка (по В. С. Суркову и др., 1981 г.): 1 — поднятые, 2 — опущенные, 3 — срединный массив

дований; 6) возможность проведения работ в труднодоступной местности и в сложных поверхностных условиях.

Для реализации этих положений при исследовании западного обрамления Западно-Сибирской плиты (Уральская геосинклинальная система) в Баженовской геофизической экспедиции ПГО «Уралгеология» создана методика профилно-площадных зондирования в варианте многократных перекрытий с элементами пространственных и поляризационных наблюдений, когда используются, как правило, четыре многоканальные сейсмостанции [10].

Методика точечных (дифференциальных) зондирования, разработанная Н. Н. Пузыревым, С. В. Крыловым и Б. П. Мишенькиным [15] и др. и внедренная под их руководством в практику многих геофизических организаций, основывается на прослеживании опорных волн в определенном интервале удалений от источника, что ограничивает возможность анализа волнового поля. Баженовской геофизической экспедицией предложена комбинированная система ГСЗ—МПВ с равномерным расположением регистраторов и пунктов взрыва. Одна и та же расстановка регистраторов используется для получения материалов в системе МПВ на удалениях 0—100 км

(изучение разреза до глубин 15 км ниже поверхности доюрских разований) и ГСЗ на удалениях 300 (350) км. Это дало возможность на основе интерпретации поля волн вступлений с использованием специальных программ решения задач в пределах 0,1—0,2 км.

Поверхность K_0 является резкой в двухмерном варианте [4, 9] и сismicкой границей первого рода влечением данных по отраженным волнам строить сейсмические и скоростные разрезы земной коры, включения искажений, неизбежно верхи верхней мантии. Для проводящих при расчетах скоростных таких работ необходимо не менее 35—40 регистраторов «Тайга-2».

В 1980—1981 гг. Баженовской экспедицией выполнен разрез K_0 . Учитывая сравнительно неглубинные сейсмические исследования (около 2 км для профиля Верхненильдина—Казым), использовано упрощенное построение полей производится без основной структуре Урала—Тагана. Расстояние между источниками и приемниками [15].

По полю времен первых волн МПВ, которые представлены здесь древними комплексами [13, 16, 18]. Такое положение профиля выбрано для объяснения специфики строения восточной части Уральского геосинклинального пояса. Профиль проведен по поверхности K_0 , решалась задача западного окончания геотраверса до расстояний 50 км «Кратон», работы на котором выполнялась прямая задача с использованием сейсмологических данных. При этом среднее квадратическое отклонение назначенных для регистрации точек и теоретических значений промышленных взрывов [3].

Глубинные сейсмические исследования по профилю Верхненильдина—Казым выполнялись по следующей методике: в системе МПВ пункты взрыва сгруппированы по два с расстоянием между ними 6 км и между центрами групп 30 км; в системе ГСЗ расстояния между ПВ 24 и 36 км; пункты приема расположены через 6 км, интервал регистрации в системе МПВ 0—84 км, а ГСЗ 100—300 (340) км.

На первом этапе интерпретации строились поля времен $t(x, l)$ волн вступлений в систему МПВ сводное поле в первых вступлениях расстояний 300—340 км. Для надежного проведения изолиний по временам они пересчитывались и для меньших, и для больших баз. Кроме обычного анализа этих полей [15] использовалась методика редуциро-

вой коры, а также в верхах верхней мантии.

Основными элементами волновой картины на расстояниях свыше 100 км от источника являются: 1) первые вступления, представленные вначале преломленными (слаборефрагированными) и отраженными волнами от внутрикоровых границ, затем преломленными (слаборефрагированными) волнами от низов коры (P_{K-M}), поверхности M (P_M); 2) около- и закритические отраженные волны $P_{K-M}^{отр}$. Благодаря широкому интервалу регистрации в системе ГСЗ при сравнительно небольшом расстоянии между пунктами приема данные по каждой из указанных групп волн достаточно представительны. Поле времен группы P_M , соответствующей основной границе раздела M , получено для расстояний 180—280 км, а волн P_{K-M} для 140—220 км. Отраженные волны $P_{K-M}^{отр}$ и $P_M^{отр}$ удалось проследить в околокритическую область, что существенно повысило точность построений. При интерпретации широко использовались пересчеты полей, взаимная увязка параметров по различным группам волн и другие приемы обработки дифференциальных зондирования [15].

Как показали результаты предыдущих ГСЗ в Уральском регионе [1, 10], несмотря на сложность внутреннего строения земной коры, ее можно в первом приближении аппроксимировать в виде модели из толстых слоев (сейсмоструктурных этажей) с относительно выдержанными параметрами в пределах блоков (зон). Именно такая слоисто-блоковая модель была принята за основу при интерпретации сейсмических и других геофизических материалов по профилю Верхненильдина—Казым. На рис. 2 (внизу) приведена схема распределения аномалий v_n в верхней части консолидированной коры относительно осредненной зависимости $v_n(H)$, найденной по совокупности значений v_n . Схематизированный геолого-геофизический разрез земной коры (рис. 3) составлен по результатам комплексной интерпретации сейсмических и гравимагнитных данных с учетом геологических сведений, а также петрофизической характеристики комплексов по открытой части Урала.

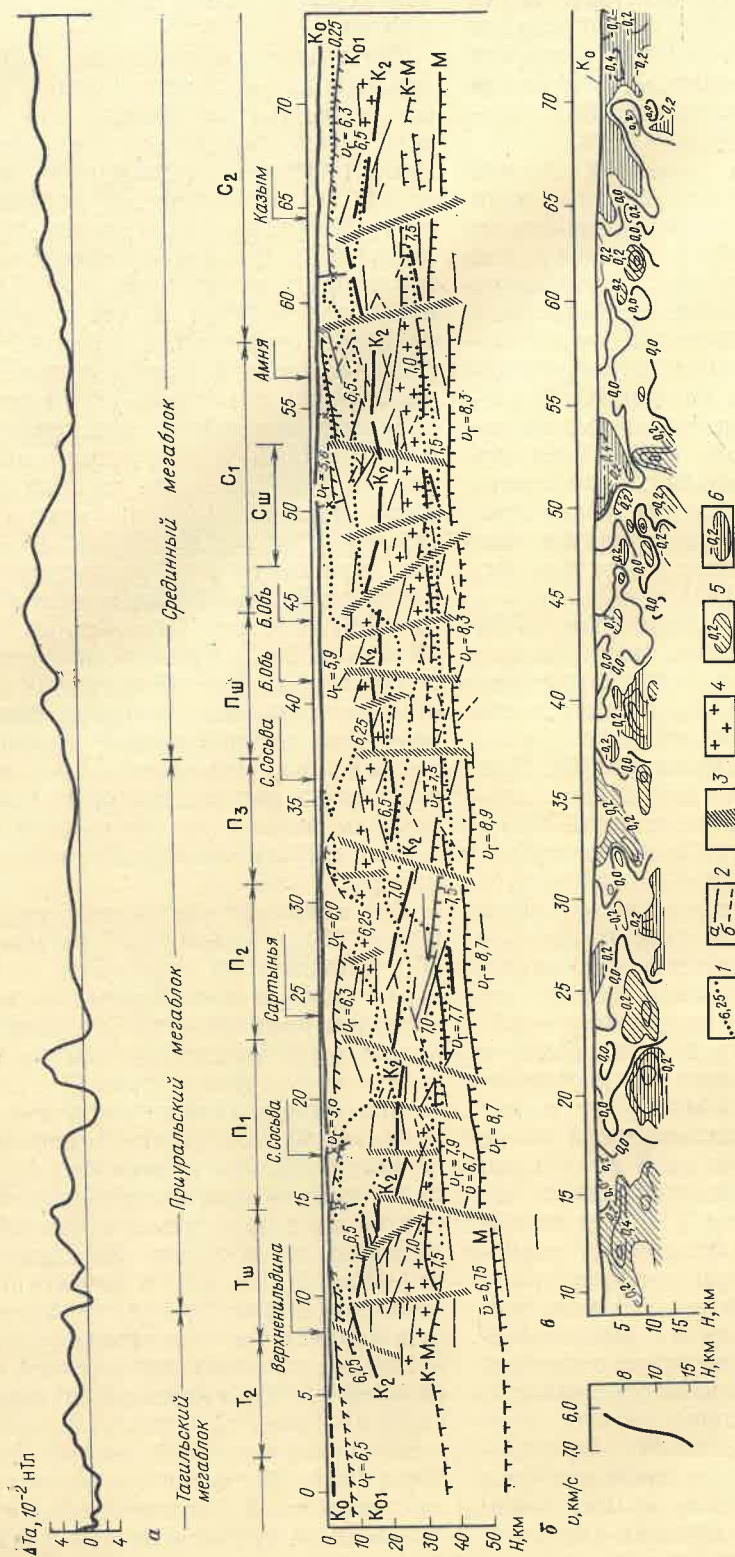


Рис. 2. Результаты интерпретации сейсмических материалов по профилю Верхнелидьина—Казым

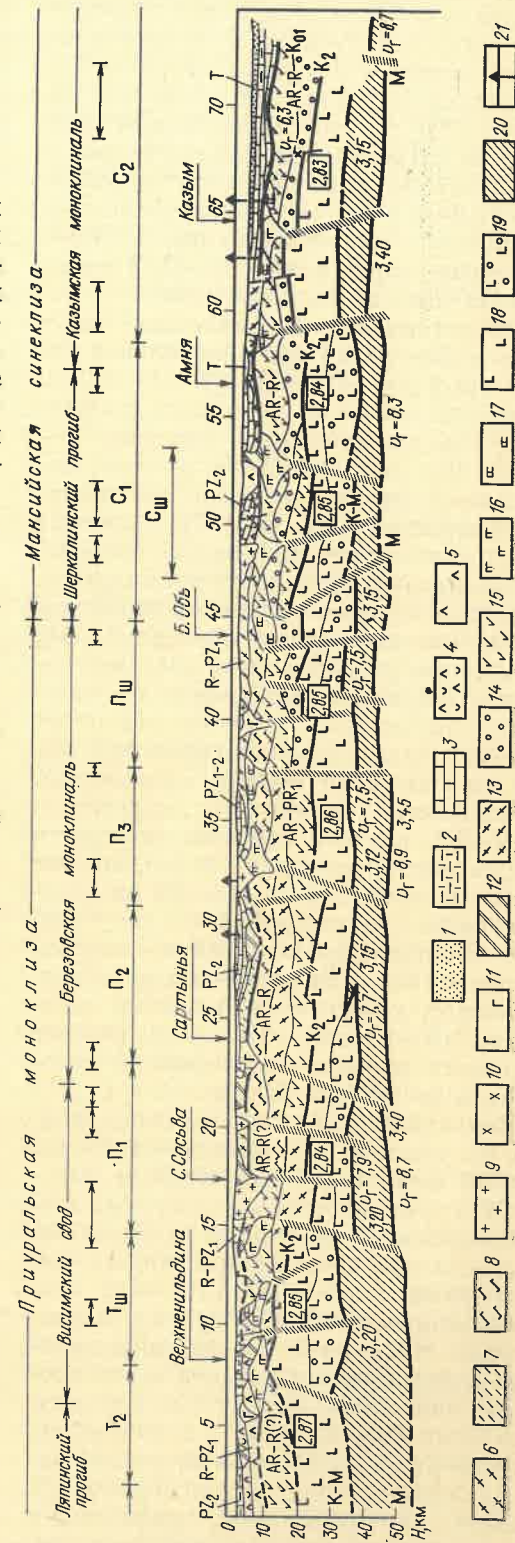
а — глубинный сейсмический разрез земной коры; б — осредненная скоростная модель; в — схема аномалий интервальных скоростей верхней части консолидированной коры; г — скоростные (региональные) уровни; К₀ — поверхность консолидированной коры (доюрский фундамент); К₁ — первая сейсмическая граница, v_r 6,3–6,5 км/с (поверхность древнего фундамента); К₂ — поверхность второго сейсмоструктурного этажа (скоростные уровни 6,5–7,0 км/с); К-М — поверхность переходной зоны, (v_r 7,5–7,9 км/с), М — раздел Мохоровичича (v_r 8,3–8,9 км/с); 2 — отражающие площадки, согласно (а) и несогласно (б) расположенные по отношению к общему плану; 3 — предполагаемые глубинные разломы; 4 — возможные зоны инверсии скоростей; 5 — положительные аномалии интервальных скоростей со значениями $v_{\text{инт}} > +0,2$ км/с; 6 — отрицательные аномалии ($v_{\text{инт}} < -0,2$ км/с); Т₂, П₁, П₂, П₃, С₁, С₂ — блоки; Т_ш, П_ш, С_ш — шовные структуры

использовались в основном те же приемы обработки материалов, что и на других профилях ГСЗ [1, 2, 10].

По результатам проведенных исследований консолидированная кора разбита на три крупных слоя (сейсмо-структурные этажи), поверхности которых отмечены сейсмическими границами К₀ (К₀₁), К₂ и К-М. В пределах таже в свою очередь выделяются и прежде всего пониженной скорости. Верхний сейсмоструктурный этаж сложен доюрскими комплексами геосинклинального и, вероятно, ортоплатформенного типов (PZ₁—PZ₂) и более древними комплексами (AR—R), между которыми регистрируется первая сейсмическая граница К₀₁ (v_r 6,2–6,5 км/с). По сравнению со структу-

Рис. 3. Глубинный геолого-геофизический разрез земной коры по профилю Верхнелидьина—Казым

а — преимущественно осадочные комплексы: 1 — относительно пониженными параметрами ($v_{\text{п}}$ 4,0–4,2 км/с, σ 2,4–2,6 г/см³), песчано-глинистые и обломочные породы; 2 — со средними значениями параметров ($v_{\text{п}}$ 5,2–5,8 км/с, σ 2,6–2,68 г/см³), чередование кремнисто-глинистых сланцев, песчаников, алевролитов, аргиллитов и терригенно-карбонатные породы; 3 — с относительно повышенными параметрами ($v_{\text{п}}$ 5,8–6,4 км/с, σ 2,69–2,73 г/см³), карбонатные породы; 4–5 — преимущественно эффузивные комплексы: 4 — $v_{\text{п}}$ 5,3–6,0 км/с, σ 2,75–2,82 г/см³, преимущественно кислого и среднего состава; 5 — $v_{\text{п}}$ 6,0–6,4 км/с, σ 2,8–2,87 г/см³, преимущественно основного состава; 6–8 — преимущественно метаморфические комплексы: 6 — $v_{\text{п}}$ 5,0–5,6 км/с, σ 2,67–2,75 г/см³, сланцы слюдяные, филлитовые, зеленые, гранитоидные; 7 — $v_{\text{п}}$ 5,8–6,2 км/с, σ 2,75–2,85 г/см³, гнейсы амфиболитовые, зеленые и кристаллические сланцы; 8 — $v_{\text{п}}$ 6,3–6,8 км/с, σ 2,85–2,93 г/см³, амфиболиты, кристаллические сланцы; 9–12 — преимущественно интрузивные комплексы: 9 — $v_{\text{п}}$ 5,8–6,2 км/с, σ 2,6–2,67 г/см³, граниты, гранодиориты, пегматиты; 10 — $v_{\text{п}}$ 6,0–6,4 км/с, σ 2,7–2,8 г/см³, кварцевые диориты, диориты; 11 — $v_{\text{п}}$ 6,8–7,2 км/с, σ 2,95–3,1 г/см³, габброиды, слабоизмененные ультрабазиты; 12 — $v_{\text{п}}$ 6,5–7,0 км/с, σ 2,6–3 г/см³, гипербазиты серпентинизированные и серпентиниты; 13 — глубинные комплексы, относящиеся, вероятно, древнему фундаменту; 13 — с относительно пониженными скоростными и плотностными параметрами ($v_{\text{п}}$ 6,0–6,4 км/с, σ 2,73–2,78 г/см³), возможно, антитерригениты, чарнокиты, гнейсы; 14 — с пониженными $v_{\text{п}}$ и σ , но с повышенной магнитной восприимчивостью, железистые кварциты, гнейсы с прослоями серпентинитов; 15 — с относительно повышенными физическими параметрами ($v_{\text{п}}$ 6,2–6,6 км/с, σ 2,82–2,88 г/см³); 16 — древние интрузивные породы повышенной магнитности; 17 — то же, с повышенными магнитными свойствами; 18–19 — глубинные комплексы, соответствующие нижней части земной коры (второй сейсмоструктурный этаж), характеризующиеся параметрами: 18 — $v_{\text{п}}$ 6,6–7,2 км/с, σ 2,9–3,1 г/см³, 19 — $v_{\text{п}}$ 5,9–6,5 км/с, σ 2,75–2,85 г/см³; 20 — возможная переходная зона между земной корой и верхней мантией, v_r 7,5–7,9 км/с, σ 3,12–3,2 г/см³; 21 — рекомендуемые параметрические скважины. На разрезе нанесены средние расчетные плотности (в рамке) верхней коры (К₀—К-М) и переходной зоны и верхняя мантия; положение границы М снято с сейсмического разреза геотраверса «Кратон» (М. Чернышев, А. В. Егоркин, 1980 г.); стрелками показаны региональные и локальные структуры в нижнем горизонте осадочного чехла (Г. К. Босских, 1978 г.)



рами Урала верхний комплекс, помимо различий в составе, имеет меньшую мощность (от 0—2 до 5—6 км) и на части профиля (Сартынский и Березовский антиклинории, по В. С. Суркову, 1981 г.) по сейсмическим данным не выделен. Он характеризуется относительно повышенными скоростями (5,6—6,1 км/с). Исключение составляют низкоскоростные (4,0—5,6 км/с) образования D—C Тагильско-Магнитогорского прогиба.

Осадочные породы палеозоя могут быть также развиты в центральной части профиля (ПК 25—32, 45—55) и более широко — на восточном окончании, где их мощность, вероятно, 3—5 км. Все перечисленные участки выделяются отрицательными аномалиями скоростей (см. рис. 2). Отметим отсутствие корреляции между скоростными и гравитационными аномалиями: над выделенными участками наблюдаются положительные аномалии Δg , вызванные глубинными объектами, которые затушевывают эффект от влияния плотностных неоднородностей верхней части консолидированной коры (при их незначительных размерах).

Мощность древних комплексов (AR—R) первого сейсмоструктурного этажа оценивается в 8—24 км, причем увеличение мощности (16—24 км) происходит в центральной части профиля, где наблюдается погружение поверхности этажа; в приподнятых участках, наоборот, отмечено сокращение мощности (8—12 км). По особенностям строения древние комплексы подразделены на две-три толщи.

Верхняя толща наиболее неоднородна по составу (v_n изменяется от 6,0 до 7,2 км/с; σ 2,7—3,1 г/см³; κ 800—14 000), включает многочисленные аномальные объекты в виде интрузивных тел, отличающихся повышенными физическими параметрами и, как правило, приуроченных к глубинным разломам. Ниже этой толщи, по-видимому, происходит на большей части профиля понижение скоростных параметров (до 6,0—6,4 км/с) в интервале глубин от 10 до 20 км. В восточной части профиля этот слой, возможно, обладает повышенными магнитными свойствами, определяя характер региональной положительной аномалии магнитного поля. Аналогичная ситуа-

ция имеет место на западном склоне Урала и в Предуральском прогибе, где, естественно более высокие значения К аномалии обусловлены намагниченностью до 2,0), пониженные ($\sim 1,7$) — ми комплексами в древнем фундаменте характерны для кислых и метаморфитовых платформ, вероятно джеспилитовых разностей. Учитывая неоднородное строение этого слоя, установ-

Не исключено, что верхняя часть древних комплексов в рассматриваемом разрезе представлена геосинклинальными образованиями рифейского, возможно, протерозойского возраста мощностью 5—10 км. В пределах выделяется второй сейсмоструктурный этаж со специфическими чертами антиклинории (блоки С₁ и Б₁), который отвечает определению этого комплекса выходному этапу развития Земли (возраст поверхности доюрского фундамента, так называемый протофундамент, определенны как верхнепротерозойский). Он может иметь существенно базальтовый состав.

Мощность второго сейсмоструктурного этажа изменяется примерно в геотраверсе «Кратон» по сейсмическим пределам, что и верхнего (и сейсмологическим данным на 20 км). Поверхность его (К₂) прослежена на глубинах от 7—9 км. Заключенный в него комплекс характеризуется скоростными уровнями 6,2 км/с, что несколько выше основного уровня 7,0 км/с. В нижней части ССЭ отмечается зона пониженных значений скорости (5,5 км/с) по нашим данным.

Существенные отличия наблюдаются в характеристике верхней части геотраверса «Кратон» по сейсмическим данным: на геотраверсе «Кратон» не прослежена первая поверхность (К₀₁) на уровне 5 км ниже поверхности доюрского фундамента: граничная скорость по сибирской плиты соответственно поверхности на 0,3—0,7 км/с больше, чем соответствующая скорость на основной поверхности. Из сопоставления данных по близлежащим профилям ГСЗ можно сделать вывод о значительном сходстве граничной скорости (8,3—8,9 км/с) в геотраверсе «Кратон» (различия имеются только в дециметрах) и существенно разной картине строения доюрского фундамента — од-

наличием объектов исследования в геотраверсе «Кратон» (различия имеются только в дециметрах) и существенно разной картине строения доюрского фундамента — од- (ПК 38—77) прослеживается на глубинах 43—37 км и также фиксируется ее на восток со смещением на 5 км. Аналогичные особенности отмечаются для внутрикоревой границы К₂ (Б), которая, по данным А. В. Ефкина и Н. М. Чернышева (1980), приурочена к поверхности «условного базальтового слоя» (v_n 6,86—6,92 км/с). Среднее значение коэффициента $K = v_p/v_s$ составляет 1,6. Как следует из экспериментальных данных по открытой части Урала, основные поро-

Таким образом, установлено отличие строения центральной части Северного Урала от структур За-

падно-Сибирской плиты, которое, как и на более южных профилях ГСЗ [12], становится более резким по мере продвижения на восток. По параметрам консолидированная кора и верхи верхней мантии северо-западной части плиты близки к древним платформам и древним щитам архейско-протерозойского возраста [11].

Полученные сейсмические данные и результаты комплексной интерпретации свидетельствуют об ограниченном развитии уралидов в восточном и северном направлениях по сравнению с существующими тектоническими схемами [5, 7, 8]. По материалам трех пересечений ГСЗ восточная граница Уральской геосинклинальной системы совпадает на юге с Тюменской зоной глубинных разломов шириной до 50 км, выделенной по Свердловскому профилю [1]. На Ханты-Мансийском маршруте [2] она проходит в районе Леуши (ПК 19—23), разделяя Приуральский мегаблок от Ханты-Мансийского срединного архейско-протерозойского поднятия (к ней можно отнести также приразломную структуру на ПК 29—34) [2]; на профиле Верхненильдина—Казым — по серии глубинных разломов (ПК 38—45). По обе стороны от разломов глубинное строение территории существенно различается (см. рис. 2, 3). Затухание восточной границы Урала в северо-западной части Западно-Сибирской плиты может быть связана с развитием тектонических элементов субширотного и диагонального направлений, что достаточно отчетливо видно на картах физических полей и результатов дешифрирования космических снимков [13].

Не исключено, что в ряде случаев восточная граница уралидов, выделенная по специфике глубинной структуры, не будет соответствовать геосинклинальному характеру отложений, развитых в приповерхностной части консолидированной коры и относящихся к герцинидам. Это может свидетельствовать либо о неоднозначности положения границы между профилями ГСЗ, либо о наложенном характере герцинских структур.

В пределах исследуемой части Западно-Сибирской плиты выделены три мегаблока: Тагильский, охарактеризованный частично, Приуральский и

Срединный, причем последний соответствует, вероятно, центральной области плиты [3]. В рамках единой континентальной модели они различаются по скоростным параметрам, положению основных сейсмических границ, мощности сейсмоструктурных этажей и переходной зоны, степени нарушения коры глубинными разломами и характеристике верхней мантии (см. рис. 2, 3). Размеры мегаблоков 100—150 км, блоков — в среднем 40—50 км. Увеличение размеров блоков (до 80—100 км) и более однородное глубинное строение характерны для Срединного мегаблока, что служит дополнительным доказательством смены тектонической обстановки на востоке профиля, так как одной из особенностей эвгеосинклинальных областей является резкая дифференцированность разреза по латерали.

Основные тектонические элементы земной коры разделены глубинными разломами, к которым приурочены смещения по поверхностям сейсмоструктурных этажей и границе М, резкие изменения мощности этажей и их физических параметров. Большинство пограничных разломов прослежены ниже границы М, причем в верхней части к ним приурочены аномалии скоростного разреза (см. рис. 2). Тектоническое районирование и выделение глубинных разломов выполнены с учетом специфики геофизических полей.

Первая шовная структура $T_{ш}$ находится между Тагильским и Приуральским мегаблоками. Для нее характерны интенсивные положительные аномалии гравитационного и магнитного полей, значительные неоднородности строения верхнего сейсмоструктурного этажа, приподнятое положение границ K_0 и K_2 , контрастность в строении второго сейсмоструктурного этажа, значительная раздробленность коры разломами и увеличенная мощность переходной зоны. Структура отличается специфическим строением и ее целесообразно выделить как пограничную. Восточная граница Тагильского прогиба отмечается на участке ПК 7-8 и совпадает с глубинным разломом западного падения.

Шовная структура $P_{ш}$ расположена на границе Приуральского и Срединного мегаблоков. Эта структура выра-

жена достаточно интенсивными гравитационной и магнитной аномалиями. Верхняя часть разреза ее неоднородна по скоростным параметрам. Здесь на глубинах 3—7 км ниже поверхности доюрского фундамента намечена локальная зона пониженной скорости, что подчеркивается также понижение (6,25 км/с) регионального скоростного уровня (см. рис. 2). Наблюдаются дифференцированность строения нижних частей коры и значительная раздробленность глубинными разломами, преимущественно вертикального и восточного падения. Если первая шовная структура сохраняет в целом и некоторые черты строения Тагильского мегаблока, то вторая — Приуральского. Рассмотренная выше восточная граница развития уралид совпадает центральной частью шовной структуры $P_{ш}$.

В пределах западной части Срединного мегаблока выделяется по строению сравнительно узкая структура, в которой соответствует положительная аномалия гравитационного поля северо-восточного, явно не уральского направления. По данным интерпретации сейсмических данных шовная структура древних комплексов и соответствует на ПК 7—15. Березовская монокли- кристаллической части коры, которая в основном соответствует Приуральскому и Срединному мегаблокам. Многие положительные структуры чехла меньшего масштаба (поднятия, валы) приурочены к этому строению. Таким образом, строение глубинной структуры соответствует поднятиям древнего фундамента, а развитие, по нашим данным, преимущественно осадочных отложений верхней части фундамента. Здесь наблюдаются разломы (см. рис. 3). Тектоническое районирование земной коры по скоростным параметрам по данному профилю, где по данным ГСЗ в пределах Уват-Хантымансийского срединного массива была намечена на поверхности консолидированной коры впадина, заполненная преимущественно осадочными отложениями палеозоя мощностью до 3—5 км, свидетельствуют о наличии прямой

связи между строением приповерхностных и глубинных структур земной коры. Отметим подобие глубинного строения структур одного типа в разных сечениях. Это касается срединных массивов, наложенных впадин, эвгеосинклинальных прогибов и приразломных геосинклинальных зон. Изучение строения доюрского фундамента, и прежде всего выделение осадочных бассейнов палеозоя, представляющих интерес для поисков нефти и газа, должны вестись на основе материалов региональных глубинных сейсмических исследований, содержащих информацию о верхних и нижних горизонтах земной коры, в комплексе с другими геофизическими методами.

Сформулируем основные выводы.

1. Методика региональных сейсмических исследований, примененная в Приуральской части Западно-Сибирской плиты (дифференциальные зондирования или дискретное профилирование в варианте многократных перекрытий), достаточно эффективна. Для ее дальнейшего совершенствования необходимо использовать регистраторы с цифровой записью с числом каналов не менее 12, что позволит проводить, в частности, поляризационные наблюдения и получать сейсмические материалы на современном уровне.

2. Исследуемая территория характеризуется существенными изменениями глубинного строения при переходе от главного эвгеосинклинального прогиба Урала к древним структурам Западно-Сибирской плиты и незначительным развитием уралид. Земная кора имеет блоково-шовную структуру: три крупных блока, разделенные своеобразными шовными зонами.

3. Наблюдается связь строения приповерхностных структур (региональные и локальные структуры осадочного чехла, верхняя часть доюрского фундамента) с особенностями глубинного строения и положением зон глубинных разломов.

4. Среди палеозойских образований выделены участки предполагаемого развития осадочных пород возможно ортоплатформенного типа, расположенных в наложенных впадинах древнего фундамента. Наибольший интерес для поисков месторождений нефти

и газа представляет Казымский блок (C_2) в восточной части профиля.

В заключение необходимо отметить, что в настоящий момент завершены глубинные сейсмические исследования на субмеридиональном профиле Сев. Сосьва — Ялуторовск протяженностью 920 км, которым увязаны в единую систему ранее выполненные работы по ГСЗ. Это позволит создать каркас для изучения глубинной структуры Приуральской части Западно-Сибирской плиты как основу для комплексных геолого-геофизических обобщений, направленных на региональное прогнозирование поисков месторождений углеводородов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дружинин В. С., Соболев И. Д., Рыбалка В. М. Связь тектоники и магматизма с глубинным строением Среднего Урала по данным ГСЗ, М., Недра, 1976.
2. Дружинин В. С. Особенности глубинного строения Западно-Сибирской плиты по Ханты-Мансийскому профилю ГСЗ. — Геология и геофизика, 1983, № 4, с. 3—9.
3. Глубинное строение Западной Сибири/Е. В. Карус, Г. А. Габриэлянц, В. М. Ковылин, Н. М. Чернышев. — Сов. геология, 1984, № 5, с. 75—86.
4. Крылатков С. М., Лысаков И. К. Применение разностно-интерационного метода для расчета годографов в двухмерно неоднородных средах. — В кн.: Интенсификация и повышение эффективности горных и геологоразведочных работ для обеспечения минеральным сырьем промышленности Урала. Свердловск, 1982, с. 72—86.
5. Куликов П. К. Основные элементы тектоники и основные вопросы нефтегазоносности Западно-Сибирского бассейна. — Сов. геология, 1972, № 2, с. 16—31.
6. Кунин Н. Я., Островский М. И. Соотношение структуры земной коры и крупных зон нефтегазоаккумуляции. — Сов. геология, 1984, № 2, с. 72—77.
7. Малютин Н. Б., Смирнов Е. П., Дегтярева В. Н. Геологическое строение складчатого фундамента в Среднем Зауралье. М. Недра, 1977.
8. Методы тектонического анализа нефтегазоносных областей Западной Сибири В. С. Бочкарев, Е. М. Максимов, М. И. Шульский, Ю. П. Федоров. М., Недра, 1980.
9. Мишенкина З. Р., Шелудько И. Ф., Кротов С. В. Использование линеаризованной постановки обратной кинематической задачи для двухмерных полей времен $t(x)$, рефрагированных волн. Новосибирск, Наука, 1983, с. 140—152.
10. Опыт глубинных сейсмических зондирований на Урале/В. С. Дружинин, С. Н. Кашубин, Л. В. Сивкова и др. Свердловск, 1982.
11. О сейсмической модели разреза земной коры Балтийского щита/К. А. Кальин, И. В. Литвиненко, Н. И. Матвеев, Л. Н. Платоненкова. Новосибирск, Наука, 1982, с. 99—108.
12. Павленкова Н. И. Волновые поля и модель земной коры (континентальной и океанической). Киев, Наукова думка, 1973.
13. Подсосова Л. Л., Песковский И. Д. Об истолковании гравитационных и магнитных аномалий и элементов изображения космических снимков при изучении глубинного геологического строения Западной Сибири. — Тр. ЗапСибНИГНИ, 1983, вып. 19.
14. Погорелов Б. С. Геология и нефтегазоносность доюрских образований запада Западной Сибири. М., Наука, 1977.
15. Пузырев Н. Н., Крылов С. В., Мишенкин Б. П. Методика рекогносцировочных глубинных сейсмических исследований. Новосибирск, Наука, 1975.
16. Рудкевич М. Л. Тектоника и генезис Западно-Сибирской плиты в свете новых геолого-геофизических данных. — В кн.: Тектоника Сибири, Новосибирск, 1980, с. 2—31.
17. Салманов Ф. К., Хафизов Ф. З. Итоги деятельности Главтюменьгеологии за 1981—1983 гг. и основные направления геологоразведочных работ. — Геология нефти и газа, 1984, № 3, с. 1—6.
18. Сурков В. С., Жеро О. Г. Фундамент развития платформенного чехла Западно-Сибирской плиты. М., Недра, 1981.

ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ!

В Севастопольском книготорге имеется в наличии и высылается наложенным платежом книга издательства «Недра»:

Лебединский В. И. С геологическим молотком по Крыму. 1982. Цена 30 к.

Крымский полуостров — это своеобразный геологический музей под открытым небом, привлекающий внимание не только ученых, но и любителей природы. В книге увлекательно описываются интересные в геологическом отношении места полуострова, предлагаются специальные, легкодоступные маршруты.

Заказы направляйте по адресу: 335045, Севастополь, ул. Репина, 4. Книжная база «Книга — почтой».

В. А. ЕРХОВ (Мингео СССР), Ф. М. ПЕРСИЦ, А. А. УРСОВ (ЦНИГРИ)

Поиски слабопроявленных локальных геологических объектов аэрогеофизическими методами

Открытие новых промышленных рудных тел и зон сегодня, когда исчерпан фонд легкооткрываемых месторождений, становится все более сложной задачей. Рост эффективности поисков аэрогеофизическими методами связан с увеличением глубинности исследований и индикацией мало контрастных физических объектов. Среди множества таких объектов рассмотрим локальные, весьма часто являющиеся рудными телами — штокверки, штоки, зоны метасоматитов, гидротермальные месторождения, кимберлитовые трубки. Единое рудное тело или зона могут представлять собой совокупность разобщенных в пространстве локальных физических объектов.

В ряде случаев только незначительные участки рудного тела отличаются каким-либо аномальным физическим свойством: каменистые бокситы — высокой намагниченностью; массивные сульфидные зоны среди вкрапленных руд — электронной проводимостью, зоны адуляризации в близповерхностных золото-серебряных месторождениях — аномальным перераспределением радиоактивных элементов. В результате рудное тело отмечается одной или несколькими геофизическими аномалиями, значительно меньшими его по площади. В начальный период развития аэрогеофизических методов эффективность поисков обеспечивалась тем, что выделялись объекты, обладающие высоконтрастными свойствами, например, магнетитовые месторождения железа. В настоящее время актуальность проблемы поисков локальных геофизических объектов возросла в связи с необходимостью выявления и мало контрастных тел.

Задача сводится к фиксированию слабых локальных геофизических аномалий. В аэрогеофизике трудности, возникающие при этом, особенно велики вследствие удаленности точек измерения от исследуемой среды и ограниченных возможностей набора достаточного количества информации. Действительно, при площади изометричного объекта даже в 0,03 км² он будет пересечен всего двумя маршрутами аэрогеофизической съемки масштаба 1:10 000, что при обычном цикле сбора данных 1 с и скорости летательного аппарата 160 км/ч составит порядка 11 точек измерений. При этом амплитуда от среднелобинных объектов на высоте съемки 50 м падает по сравнению с зафиксированной на поверхности земли примерно в 5 раз, а ширина увеличивается (для аэрорадиометрии) всего в 1,5 раза [1].

Для обнаружения слабых аномалий разрабатываются и развиваются вероятностно-статистические методы, эффективность которых подтверждена практикой [2, 3]. Это способы обратных вероятностей, межпрофильной корреляции и самонастраивающейся фильтрации. Эффективность последних двух методов, работающих только в двухмерном варианте, снижается в случае изометричных аномалий. Ука-

занные способы и ряд других ограничивают представления об аддитивной модели и нормально распределенной помехе. Требуется также допущение об отсутствии тренда и других нестационарностей.

Массивы реальных аэрогеофизических измерений только в редких случаях соответствуют указанным допущениям. В связи с влиянием коррелированных методических помех, дистанционным характером воздействия геологической среды (природной дисперсии) аэрогеофизические измерения в большей мере отвечают представлениям о нестационарных временных рядах с периодическими составляющими случайной амплитуды и длительности. Поэтому целесообразно использовать способы, основанные на анализе корреляционных свойств полей. Наиболее универсален среди них способ фильтрации методом главных компонент (ФМГК), позволяющий объективно выявить аномалии различного простирания, формы и размера по картам соответствующих собственных векторов [2]. Способ устойчиво работает в основном на протяженные аномалии. Одиночные локальные объекты малой амплитуды могут быть пропущены, а интенсивные — давать выбросы, искажающие ковариационную матрицу в соответствующем окне.

Применение указанных способов выделения слабых локальных аномалий в аэрогеофизике ограничивается и малым числом точек измерения внутри контура объекта, поэтому аномальная совокупность дает неустойчивый образ объекта поисков, необходимый для ряда методов распознавания. В результате в практике при интерпретации аэрогеофизических съемок пытаются выявлять и трассировать слабые аномалии вручную. Опытный интерпретатор в ряде благоприятных случаев успешно, хотя и субъективно, обнаруживает такие аномалии, руководствуясь правилом повторности соседних значений поля на графиках. Однако необходим надежный метод, реализующий как объективность и высокую чувствительность статистических способов, так и опыт и интуицию геофизика-интерпретатора. Вариант такого метода создан и опробован в Центральной геолого-геофизической экспедиции ЦНИГРИ [4]. Это структурно-логический метод, в котором используется математический аппарат структурной функции нестационарного случайного процесса в сочетании с выбором интерпретатором логических индикаторов аномалий.

Метод позволяет: 1) объективно выделить слабые аномалии как по одному измерению, так и по комплексу одновременно полученных измерений; 2) преобразовывать исходные поля в безразмерные переменные — индикаторы геофизических аномалий (ИГА); 3) получать из них комплексный показатель, так называемый геофизический индикатор объекта поисков (ГФИО). Метод основан на вычислении структурных автоковариаций R_x (мер связи

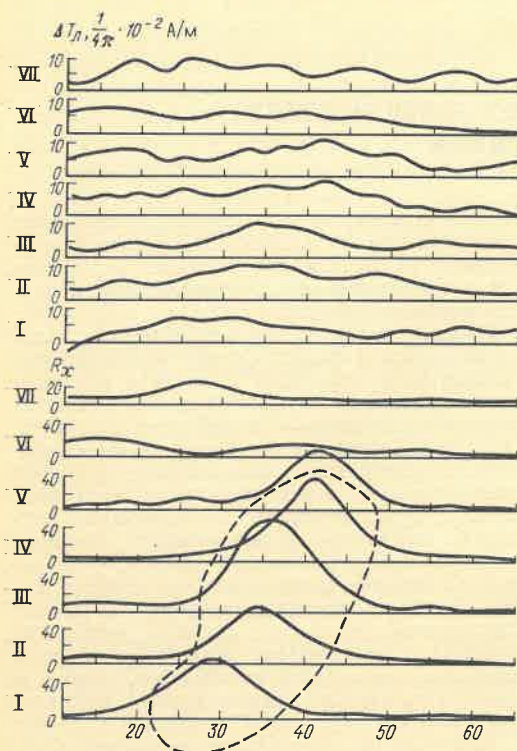


Рис. 1. Графики магнитного поля ΔT_d и индикаторной функции ИГА, представленной структурной автоковариацией R_x для положительных значений локальной составляющей поля
I—VII — профили; пунктиром показан контур слабопроявленной магнитной аномалии, обнаруженной с помощью структурно-логического метода

соседних значений поля X) и ковариаций S_{xy} (мер связи двух полей X и Y) в скользящем окне $2l_{\max}$.

Лучшие результаты получены при использовании параболического фильтра. Размер окна $l_{\max}$ выбирается в зависимости от используемого фильтра и максимального размера полезных аномалий.

Преобразование R_x и S_{xy} в ИГА можно выполнить обычным центрированием и нормированием. Например, R_x определено по части площади съемки, где отсутствуют интенсивные локальные выбросы поля.

Аномалиями R_x одинаково выявляются как положительные, так и отрицательные локальные геофизические аномалии.

Алгоритм реализован при обработке материалов значительных объемов магнитных и АГСМ съемок в Якутии, Узбекистане и на севере Русской платформы. Полученные карты R и S свидетельствуют о том, что отношение сигнал—помеха увеличивается в 8—10 раз. Это позволяет обнаруживать слабые аномалии, пропускаемые при массовой стандартной обработке.

Пример выявления слабой аэромагнитной аномалии показан на рис. 1. Как видно из графиков ΔT_d , вариации значений поля невелики, и по этим данным нельзя сделать вывод

о наличии аномалии на участке. На профиле III, где наиболее вероятна аномальность (ПК 30—40), отношения амплитуды поля к фоновым значениям достигают лишь 1,25. Значения структурных автоковариаций, вычисленные для этого же участка (см. рис. 1), свидетельствуют о высоких индикаторных качествах метода: значения R_x в профилях I—V в восемь и более раз превышают фоновые, равные 10. В результате наземной проверки аномалии, подобной изображенной на рис. 1, был открыт новый рудный объект.

Эффективность метода при анализе переработанных радиоземных данных по аэрогаммаспектрометрическим данным показана на рис. 2. Здесь из R и S можно составить ГФИО, фиксирующий комплексные аномалии только такого вида, как и на рудном объекте. Например, индикатор R_p составляется из положительных аномалий R_k , совпадающих с отрицательными S_{k-u} (см. рис. 2, I). Такой индикатор отражает поведение радиоактивных элементов в рудном процессе.

Разработаны также алгоритм и программно-площадного варианта метода, т. е. вычисления по вышеприведенным формулам в узлах равномерной прямоугольной сети. Это позволяет использовать структурно-логический метод для обработки данных любых наземных геофизических съемок, а также применять его в прогнозно-поисковых диалоговых системах [5] для повышения индикаторных качеств информации признаков.

Высокие индикаторные свойства метода определяются следующими факторами. Во-первых, параметры R и S , являясь функциями как амплитуды (дисперсии и ковариации), так и частотных (радиуса корреляции и взаимной корреляции) характеристик, отражающих энергетические свойства последовательности измерений. Поэтому изменения поля с большей амплитудой и коротким периодом будут отмечаться так же, как и более протяженные, но малоамплитудные. Во-вторых, устойчивость R и S относительно нестационарности по среднему позволяет использовать при выявлении аномалии параметры нормального распределения.

Итак, в рудной геофизике и, в частности, в аэрогеофизике задача поисков мало контрастных объектов становится весьма важной и значительной степени связана с выявлением слабых локальных геофизических аномалий. Решению этой задачи при отсутствии резкой смены спектральных и корреляционных характеристик поля возможно с помощью структурно-логического метода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аэрогаммаспектрометрия в геологии. Л. Н. Вавилин, В. П. Воробьев, А. В. Ефимов и др. Л., Недра, 1982.
2. Геофизические и геохимические методы поисков редкометалльных пегматитов/Г. С. Варомеев, А. Ю. Давиденко, В. Е. Загорский и др. Новосибирск, Наука, 1983.

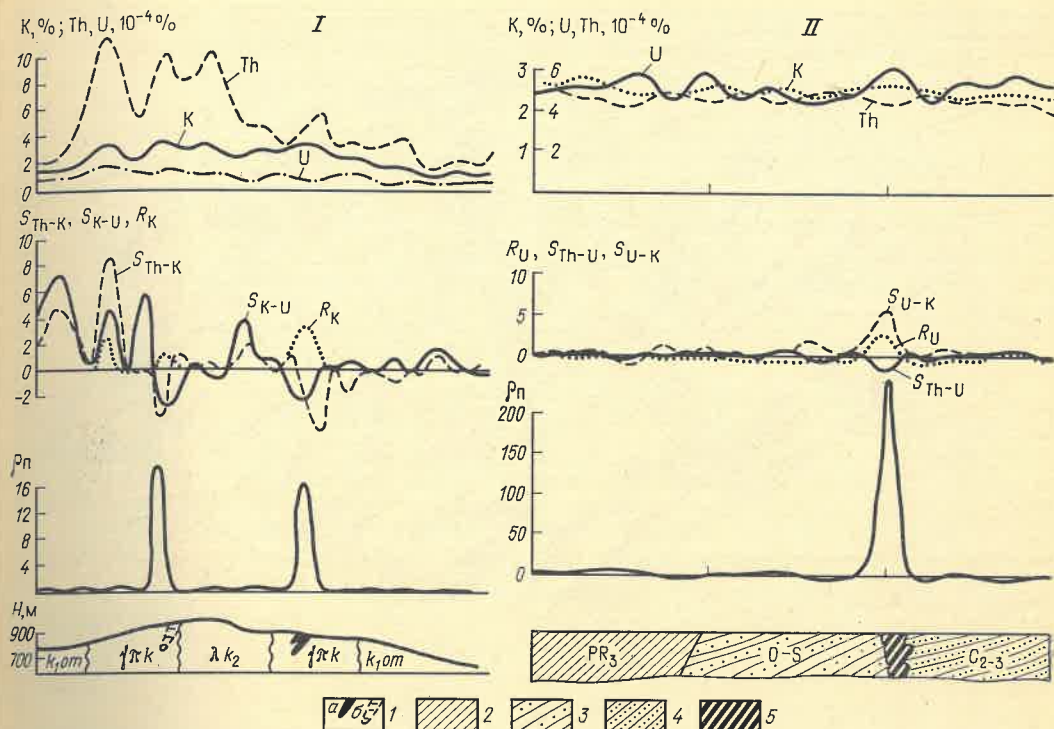


Рис. 2. Индикация рудных зон и перспективных участков по аэрогаммаспектрометрическим данным
I — серебристо-полиметаллическая рудная зона; II — калий-урановая аномальная зона; k_1, om — вулканогенно-осадочные отложения, k_2 — субвулканические липариты, yk_k — гранит-порфиры; I — рудные зоны

(a — известная, б — предполагаемая); 2 — черные углито-кремнистые сланцы; 3 — песчано-сланцевая толща; 4 — молассовая толща, переслаивание сланцев и песчаников; 5 — зона рассланцевания с кварц-сульфидной минерализацией

3. Никитин А. А. Статистические методы выделения геофизических аномалий. М., Недра, 1979.

4. Персиц Ф. М. Структурно-логический способ выявления аномалий при аэрогеофизических поисках рудных объектов. — Изв. вузов. Геология и разведка, 1984, № 8, с. 74—80.

5. Урсов А. А. Схема прогнозно-поискового функционирования на основе адаптационного формирования рационального комплекса геоизмерений и целевых структур. — В кн.: Комплексная интерпретация данных поисковых геолого-геофизических исследований на основе целевого прогноза. М., 1983, с. 51—57.



РУДНОЕ И НЕРУДНОЕ МИНЕРАЛЬНОЕ СЫРЬЕ

УДК 553.319 : 551.71 (571.56)

В. А. КУДРЯВЦЕВ, В. В. КРЫЛОВ (ВИМС),
Н. Н. ВОЛЛОСОВИЧ (ИМГРЭ),
Р. Н. АХМЕТОВ, В. М. НИКИТИН (ПГО «Якутскгеология»)

Нижнеархейские магнетитовые кварциты Алдано-Станового региона — железорудное сырье

В связи с планами создания базы черной металлургии на Дальнем Востоке в верхнеархейских породах ре-

гиона за последние годы открыт ряд крупных месторождений железистых кварцитов, являющихся важным в

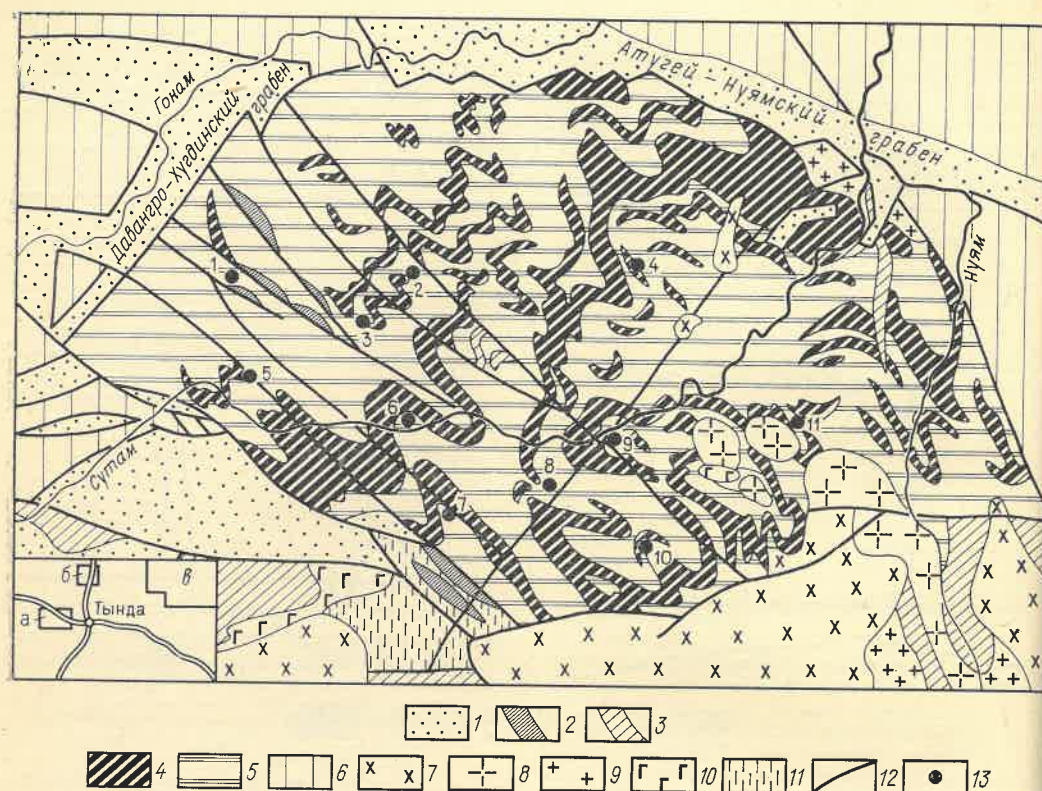


Рис. 1. Геологическая схема Сутамского железорудного района (блока)

1 — кайнозойские, мезозойские и протерозойские отложения; 2—5 — архейские метаморфические толщи южного обрамления: 2 — юктинская свита, 3 — станова серия, 4 — сеймская свита, 5 — нельгуйская свита; 6 — архейские толщи северного обрамления; 7—9 — гранитоиды: 7 — мезозойские, 8 — протерозойские, 9 — позднеархейские; 10 — архейские габброамфиболиты; 11 — диафориты; 12 — разломы; 13 — рудопроявления железистых кварцитов: 1 — Ягиндя, 2 — Верхнехудучинское, 3 — Худучинское, 4 — Кавыкуя-Гидатское, 5 — Усть-Джилдинское, 6 — Молодежное, 7 — Субтутурское, 8 — Даурка, 9 — Дудинское (Олимпийское), 10 — Кылахское, 11 — Ампардахское. На врезке дана схема расположения железорудных районов (а — Ларбинский, б — Холодниканский, в — Сутамский)

практическом отношении типом руд. Перспективы нижнеархейских руд этого типа в полной мере еще не оценены. Более того, само существование железистых кварцитов в раннем архее признается далеко не всеми исследователями. В Сугдjarском [1] и Сутамском [11] районах известно несколько средних и мелких месторождений магнетитовых кварцитов в нижнем архее. Геологами ВИМСа, ПГО «Якутскгеология» и «Дальгеология» изучен ряд перспективных на железные руды районов развития нижнеархейских образований. Наиболее интересные новые данные получены по Сутамскому, Холодниканскому и Ларбинскому районам (рис. 1).

В Сутамском районе, выделяемом в границах одноименного блока, сложенного метаморфическими породами нижнеархейской гидатской серии, установлена связь многих аэромагнитных

аномалий с магнетитовыми кварцитами. Помимо известных месторождений — Ягиндя и Кавыкуя-Гидатского — выявлены Дудинское (Олимпийское), Верхнехудучинское, Худучинское, Субтутурское и др. (см. рис. 1).

Как показали наши исследования, магнетитовые кварциты здесь приурочены к определенным стратиграфическим уровням. Известные ранее схемы расчленения разреза нижнего архея плохо увязывались между собой, поэтому предполагалось, что пласты магнетитовых кварцитов рассредоточены по всему разрезу. Разработанная нами схема расчленения нижнеархейских образований Сутамского блока наиболее близка к схеме А. Р. Энтина и др. [11]. Поскольку эти исследователи ограничились лишь разделением нижнеархейских отложений на толщи без наименований, мы, чтобы не вводить новых терминов, при расчленении раз-

реза используем названия свит по схеме И. М. Фрумкина [10] и А. Н. Зеденизова [6], наиболее близких по составу и площади распространения выделенным свитам: нельгуйская — подрудная, сеймская — рудоносная и юктинская — надрудная.

Нельгуйская свита сложена монотонными гиперстеновыми эндробитами и гранулитамидной мощностью несколько тысяч метров. В ряде стратиграфических схем Сутамского блока эти породы также помещались в основание разреза нижнего архея.

Сеймская свита представлена гранатовыми гранулитами и гнейсами, переслаивающимися с гиперстен-клинопироксеновыми, гиперстеновыми гнейсами и кристаллическими сланцами; мощность ее 3000—4000 м. К средней части свиты приурочены один или два горизонта магнетитовых кварцитов.

Юктинская свита, рассматриваемая в качестве проблематичного аналога дес-леглерской серии, распространена локально и сложена пироксеновыми, эклогитовыми кристаллическими сланцами, диопсидовыми гнейсами с многочисленными прослоями биотит-гранатовых гнейсов, кварцитов и кальцифилов; мощность свиты 2000—3000 м.

Гранулитовый метаморфизм, гранитизация и напряженная складчатость затрудняют расшифровку структуры нижнеархейских толщ Сутамского блока. По В. А. Кудрявцеву [8] и А. Н. Зеденизову [6], это сложно построенный синклиний, а по мнению В. Л. Дук и др. [4] — структура антиклинальная. В структуре нижнеархейских образований выделяется до 12 складчатых генераций, относимых к трем деформационным циклам. Не удивительно поэтому, что о многих деталях строения рудоносной свиты, а тем более рудных залежей, нет пока единого мнения. Последние геологические данные позволяют рассматривать нижнеархейские толщи Сутамского блока как сложное сочетание структур древнего северо-восточного складчатого плана с наложенными северо-западными. При этом юктинская свита выполняет ядра северо-западных синклиналей, что подтверждает данные В. Л. Дук и др. о наличии несогласия в ее основании. Как видно из анализа

схемы рис. 1, распространение рудных залежей контролируется положением древних синклиналей северо-восточного простирания, осложненных северо-западной складчатостью.

Детальное строение рудных залежей рассмотрим на примере Дудинского месторождения, где серия пластов и линз железистых кварцитов залегает в метаморфических породах сеймской свиты. Рудные тела сложены среднезернистыми гиперстен-магнетитовыми кварцитами полосчатой, грубополосчатой и массивной текстуры. По простиранию они фациально переходят в магнетит-гиперстеновые кристаллические сланцы. Иногда полосчатость в рудной залежи обусловлена чередованием магнетитовых кварцитов и богатых магнетитовых руд. Изредка в магнетитовых кварцитах наблюдаются маломощные (до 30 см) линзы апатит-магнетитового состава. В других случаях богатые магнетитовые и апатит-магнетитовые руды слагают мелкие тела неправильной формы, секущие метаморфическую полосчатость пород, но локализованные в пределах пластов магнетитовых кварцитов.

Структура Дудинского месторождения рассматривается как сложная синклиналь. В ее северной и центральной частях пласты магнетитовых кварцитов образуют две субпараллельные зоны. Остается не ясным, являются ли эти зоны крыльями единой синклинальной складки или каждая из них представляет собой ядро автономной синклинали. Крылья продольных складок часто смещены параллельно их осевым поверхностям, что определяет изоклинальную или чешуйчатую структуру рудных залежей. Они деформированы более поздними поперечными складками.

Принципиально сходное геологическое положение магнетитовых кварцитов выявлено на Худучинском, Субтутурском и других участках Сутамского района, где проводятся поисковые и поисково-оценочные работы, и уже теперь можно сделать вывод о практической значимости ряда новых объектов.

Холодниканский район расположен в междуречье Иенгры и Тимптона в непосредственной близости от железной дороги (см. рис. 1). Магнетитовые

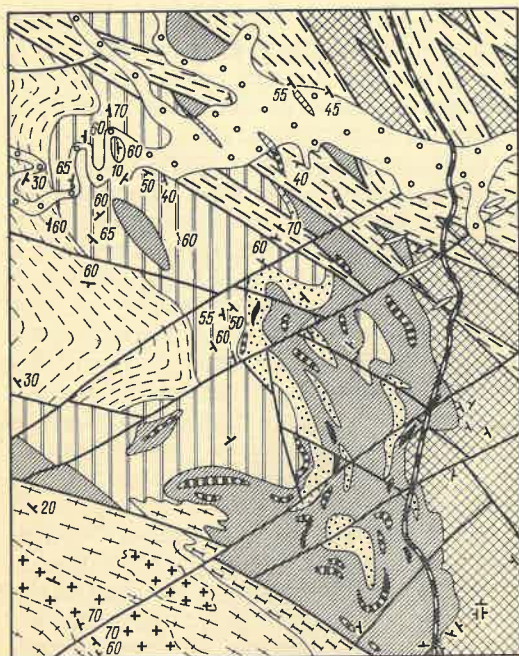


Рис. 2. Геологическая схема Холодниканского железорудного района
1 — четвертичные отложения; 2 — архейская становая серия; 3—9 — нижнеархейская зверевская серия: 3 — курбалинская свита, 4 — чайнитская свита, 5 — джелиндинская свита, 6 — муравьевская свита, 7 — кварциты, 8 — железистые кварциты, 9 — то же, предполагаемые по геофизическим данным; 10 — дайки мезозойских интрузивных пород; 11 — верхнеархейские массивные гранитоиды; 12 — верхнеархейские гранитоиды; 13 — разломы; 14 — диафориты; 15 — трасса БАМ

кварциты залегают здесь в породах рудоносной джелиндинской свиты зверевской серии нижнего архея. На стратиграфических схемах предшествующих исследователей [2, 3] рудоносная часть разреза приходится на низы чайнитской (холодниканской, или свиты Зверева) и верхи унгринской (иманграканской, или джелиндинской свит). По нашим представлениям, джелиндинская свита мощностью до 2000 м сложена роговообманково-плагноклазовыми кристаллическими сланцами и плагногнейсами, которым подчинены биотитовые и гранатсодержащие гнейсы. Толща насыщена линзами безрудных кварцитов мощностью до нескольких десятков метров и протяженностью до 5 км. Наиболее крупные линзы кварцитов залегают в верхах сви-

ты. Магнетитовые кварциты образуют пласты и линзы мощностью 1—10 м, редко до 30 м. Они группируются в два горизонта, приуроченных к нижней и верхней частям рудоносной свиты. Породы свиты подстилаются монотонными роговообманково-плагноклазовыми и пироксен-плагноклазовыми кристаллическими сланцами и гнейсами муравьевской свиты. Выше рудоносной свиты залегают апопелитовые гнейсы чайнитской свиты [3].

Магнетитовые кварциты вместе вмещающими породами метаморфизованы в гранулитовой фации и гранитизированы. Широко проявлен повторный метаморфизм амфиболитовой эпидот-амфиболитовой фаций, который привел к замещению минералов гранулитовой фации. В магнетитовых кварцитах района преобладают роговообманково-магнетитовые и кумминтонит-роговообманково-магнетитовые разновидности с реликтами гиперстена и клинопироксена. В этих кварцитах отличаются линзовидной и линзовидно-полосчатой текстурой, наблюдаются реликтовые участки тонкополосчатых руд.

Метаморфические толщи и магнетитовые кварциты участвуют в строении основной пикативной структуры района — Холодниканской синклинали, вытянутой в северо-западном направлении (рис. 2). Размах ее крыльев подошве чайнитской свиты 10 км. В южной части района наблюдается фрагмент другой, менее крупной синклинали, замыкающейся на севере срезанной Становым разломом на юг. Железорудная джелиндинская свита слагает крылья этих синклиналей. Внутренняя структура последних чрезвычайно сложная.

На основе данных наземного магнитного профилирования и аэромагнитных карт на юге Холодниканского района предполагалось наличие небольшого месторождения магнетитовых кварцитов. Однако по данным пробного бурения, проведенного ПИ «Якутскгеология», оруденение имеет экстенсивный характер: магнетит концентрируется в многочисленных мощных пластах магнетитовых кварцитов или рассеян в основных кристаллических сланцах.

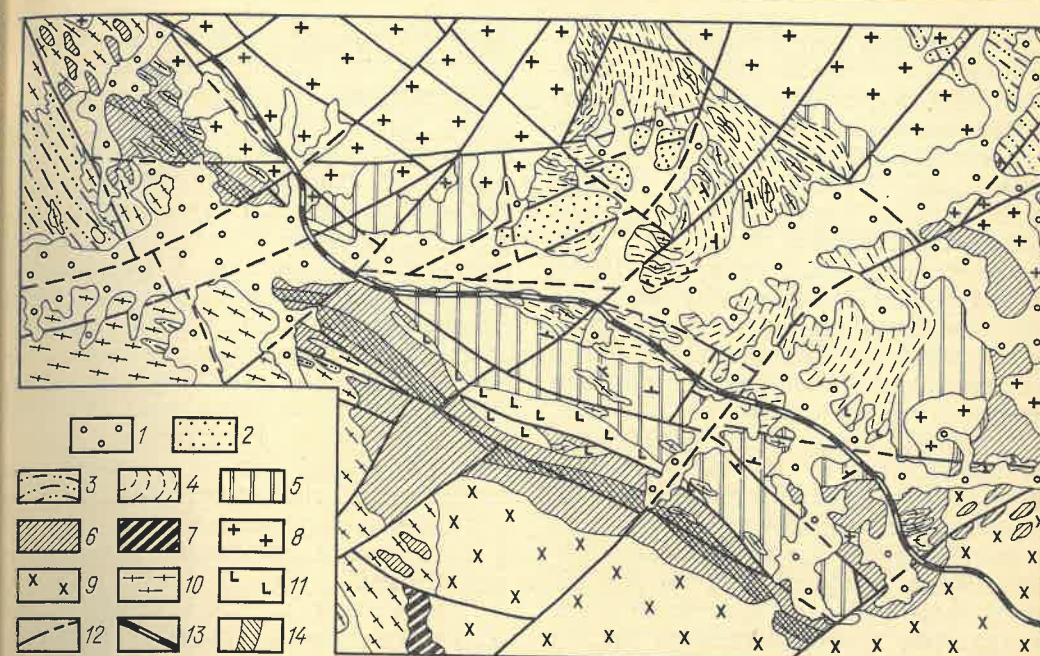


Рис. 3. Геологическая схема северной части Ларбинского железорудного района (по А. А. Ельянову, В. М. Кастрыкиной)
1 — четвертичные отложения; 2 — мезозойские отложения; 3 — верхнеархейский комплекс; 4—7 — нижнеархейская курбалинская серия, свиты: 4 — курбали-

нитская, 5 — чебаркасская, 6 — хорогочинская и иманграканская, 7 — карурацкая; 8—10 — гранитоиды: 8 — мезозойские, 9 — протерозойские, 10 — верхнеархейские; 11 — верхнеархейские габброанортозиты; 12 — разломы; 13 — трасса БАМ; 14 — зона развития пачек железистых кварцитов

В южной части Алданского щита между Холодниканским и Сутамским районами, в бассейне р. Тимптон и к северу от Сутамского района, известны многочисленные проявления магнетитовых кварцитов, своеобразных магнетитовых гнейсов и гранулитов. Здесь отмечаются интенсивные и протяженные аномалии, которые не оценивались и могут быть связаны с неизвестными проявлениями железных руд.

Ларбинский район выделяется в пределах Верхнеларбинского блока нижнего архея и Желтулакской шовной структуры, включающей верхнеархейские железорудные толщи. Район расположен к северо-западу от Тынды в непосредственной близости от трассы БАМа. Первые сведения о наличии здесь магнетитовых кварцитов получены дальневосточными геологами (Т. А. Милай и др.) в конце 50-х годов.

Метаморфические толщи Верхнеларбинского блока отнесены Н. Г. Кисляковой, А. А. Ельяновым, В. М. Кастрыкиной и др. к нижнеархейской курбалинской серии. Магнетитовые кварциты слагают линзы в пластах верхней части иманграканской свиты,

которая нами выделяется в самостоятельную хорогочинскую, коррелируемую с джелиндинской Холодниканского района. Хорогочинская свита представлена роговообманково-клинопироксеновыми, реже гиперстен-клинопироксеновыми и биотит-гиперстеновыми кристаллическими сланцами и гнейсами, которым подчинены магнетитовые кварциты. Изредка встречаются полевошпатовые кварциты и порфиробластические гнейсы кислого состава (металпорфиroidы?). Мощность свиты 1000 м.

Подстилающая толща, которую следует отнести к иманграканской свите, сложена монотонными кристаллическими сланцами основного состава и отличается отсутствием прослоев метаосадочных пород; мощность ее более 2000 м. Выше хорогочинской свиты залегают метapelитовые гнейсы чебаркассской свиты (или свиты Зверева).

Метаморфизованные в гранулитовой фации и гранитизированные толщи курбалинской серии Верхнеларбинского блока слагают крупную синклинальную складку северо-западного простирания (рис. 3). Хорогочинская свита залегает в юго-западном крыле

и на восточном центриклинальном замыкании этой структуры. Железорудные толщи выражены серией аэромагнитных аномалий, прослеживающихся на расстояние более 20 км.

Детально строение рудных залежей из-за плохой обнаженности изучено слабо. Магнетитовые кварциты слагают горизонты мощностью 30—100 м (коэффициент рудоносности их 0,5—0,6), в которых магнетитовые кварциты образуют линзующиеся пласты и пропластки. Обычно они оторочены слоями кристаллических сланцев, обогащенных магнетитом; содержание его понижается от 15—20 % на контакте с магнетитовыми кварцитами до редкой вкрапленности обычно на расстоянии первых десятков сантиметров. Реже наблюдается вкрапленность магнетита в кристаллических сланцах вне пространственной связи с железистыми кварцитами.

Выходы хорогочинской свиты на юго-западном крыле синклинали частично совпадают с зоной крупного разлома, в которой нижнеархейские породы, в том числе и магнетитовые кварциты, интенсивно катаклазированы и перекристаллизованы с образованием диафторитов, включая железистые (содержание магнетита в них 10—15 %). Диафторез амфиболитовой и эпидот-амфиболитовой фаций в той или иной степени проявлен и за пределами зоны разлома.

В Джелтулакской шовной структуре, расположенной к югу от Верхнеларбинского блока, железорудные толщи верхнего архея (вероятные аналоги субганского комплекса) содержат пока слабо изученные залежи тонкопосчатых железистых кварцитов. Особенно интересно Агинканское рудопроявление.

К востоку от Верхнеларбинского блока, в районе рек Зей и Гилюй, отмечается еще несколько блоков (Дамбукинский, Сугджарский и др.), сложенных нижнеархейскими образованиями, в пределах которых известны мелкие и средние месторождения магнетитовых кварцитов (Ландыш, Золотая Гора) и магнетитовых руд (Сиваканское). Кроме того, здесь зафиксирован ряд линейных магнитных аномалий, которые пока не оценивались.

Итак, в нижнеархейских толщах

Алдано-Станового региона магнетитовые кварциты развиты широко.

Рассмотрим минеральные разновидности магнетитовых кварцитов. Наиболее распространены гиперстен-магнетитовые кварциты, особенно в Сутамском районе, где они слагают рудные залежи среди тонкопосчатых гиперстеновых гнейсов и гранулитов. В ассоциации с ними наблюдаются клинопироксен-магнетитовые, роговообманково-клинопироксен-магнетитовые, клинопироксен-гиперстен-магнетитовые и роговообманково-клинопироксен-гиперстен-магнетитовые кварциты. В рудных пачках эпизодически встречаются гранатсодержащие разновидности перечисленных кварцитов в виде линз и включений неправильной формы.

Повсеместно, хотя и в подчиненном количестве, распространены бессиликатные магнетитовые кварциты. По составу второстепенных минералов они подразделяются на две фациальные разновидности: 1) с гиперстеном-клинопироксеном, 2) с клинопироксеном и гранатом. Первая характерна для восточной части Сутамского района (Дудинское месторождение и смежные с ним рудопроявления), где бессиликатные магнетитовые кварциты залегают в ассоциации с гиперстен-магнетитовыми и клинопироксен-гиперстен-магнетитовыми кварцитами среди гиперстеновых гнейсов и гранулитов. Вторая разновидность наблюдается на рудопроявлении Голубое в ассоциации с клинопироксен-магнетитовыми кварцитами и гранито-гнейсами. В Ларбинском районе бессиликатные магнетитовые кварциты встречаются в ассоциации с существенно роговообманковыми магнетитовыми кварцитами, содержащими реликты пироксенов. Остается неясным, слагают ли бессиликатные магнетитовые кварциты рудных залежей обособленные пласты и линзы или образуют тонкое переслаивание с силикатсодержащими разновидностями.

Гранат-магнетитовые кварциты встречаются реже, главным образом в восточной части Сутамского района. Толще гранатовых гнейсов и гранулитов. Меланократовые магнетит-гранатовые кварциты и кварц-магнетит-гранатовые породы с содержанием граната

та 50—80 % встречаются в верхах рудосной свиты Холодниканского района.

Гранаты в железистых кварцитах представлены существенно альмандиновыми разновидностями с постоянной примесью пиропы (7—25 %), спорадическиgrossуляра, спессартина и андрадита (до 25 %). Ортопироксены относятся к гиперстенам и феррогиперстенам с железистостью 35—80 %, моноклинные пироксены — к салит-авгитам и ферросалит-авгитам (несколько обеднены кальцием по сравнению с моноклиновыми пироксенами вмещающих метаморфических пород). Роговые обманки, буровато-зеленые и зеленые, равновесные с другими минералами гранулитовой фации, близки по составу к гастингситам, реже гастингсит-чермакитам. Биотиты, обычно окрашенные в бурые тона, принадлежат к ряду флогопит-аннит или к типичным аннитам.

Главный рудный минерал нижнеархейских железистых кварцитов — магнетит — отличается составом, близким к стехеометрическому. Гематит редок. Мартитизация магнетита отмечается только в зонах разломов.

Из акцессорных минералов характерны апатит и ильменит. Последний встречается в 50 % изученных образцов магнетитовых кварцитов Ларбинского района, где его содержание составляет 0,5—1 %, а в отдельных случаях до 4 %. Как акцессорные минералы наблюдаются также карбонат, пирротин, пирит и марказит.

Структура магнетитовых кварцитов гранулитовой фации гранобластовая; положение среднезернистое, реже незначительно обособлено; размеры обособлений магнетита 0,1—2 мм (по длине); текстура — тонкопосчатая, грубопосчатая, вкрапленная, линзовидно-вкрапленная, линзовидно-посчатая и неяснопосчатая. В различных разновидностях руд отмечается чередование тонких слоев, обогащенных магнетитом и силикатами, мощностью до 2 мм, и существенно кварцевых слоев мощностью до 4 мм.

Богатые магнетитовые руды, слагающие секущие тела в залежах железистых кварцитов (например, в Сутамском районе), содержат реликтовые

участки этих пород, сохранивших минеральные парагенезисы гранулитовой фации и гранобластовую структуру. В составе богатых руд выделяются плагиоклаз-магнетитовая и апатит-магнетитовая разновидности (магнетит 80—90 %; плагиоклаз — до 10 %; апатит — до 7 %; второстепенные минералы — гиперстен, гранат, клинопироксен, кварц, ильменит, шпинель). Текстура руд пятнистая, гнездовидная и массивная, структура порфиробластовая. Наблюдаются каймы гиперстена вокруг граната, шпинели и магнетита. Во вмещающих породах отмечены каймы гиперстена и силлиманита, гиперстена, кордиерита и кварца вокруг зерен граната, что может указывать на повышение давления и (или) температуры при повторном метаморфизме в гранулитовой фации. Следовательно, описываемые богатые руды образовались по магнетитовым кварцитам в период между двумя стадиями гранулитового метаморфизма, во всяком случае, не позднее второй стадии. Генезис богатых магнетитовых руд Сутамского района требует специального изучения.

Последующие этапы эндогенной истории нижнеархейских железистых кварцитов включают метаморфизм в амфиболитовой фации, гранитизацию и полистадийный диафторез. Первые два события взаимосвязаны и, по-видимому, представляют разные стадии (или зоны проявления) одного процесса.

При метаморфизме амфиболитовой фации в магнетитовых кварцитах происходило замещение пироксенов синезеленой роговой обманкой, куммингтонитом и зеленовато-бурым биотитом, а также граната биотитом. В Холодниканском и Ларбинском районах это привело к образованию залежей роговообманково-куммингтонитовых, куммингтонитовых, биотит-роговообманковых магнетитовых кварцитов, в которых, однако, сохраняются реликты пироксенов и граната.

Гранитизированные магнетитовые кварциты наблюдались во всех изученных районах среди полей гранито-гнейсов. Они содержат минеральные новообразования: синезеленую роговую обманку, зеленовато-бурый биотит, андезин, альбит, решетчатый калиевый полевой шпат. Характерно по-

явление пертитов и антипертитов в полевых шпатах, келифитовых кайм (срастания биотита и ортоклаза, кордиерита и биотита) вокруг зерен граната и магнетита, каймы граната вокруг магнетита. Структура гранитизированных кварцитов становится крупнозернистой, неравномернозернистой, порфиробластовой (порфиробласты магнетита и граната до 1,5 см); текстуры — пятнистая, гнездовидная, гнездовидно-вкрапленная, гнездовидно-полосчатая, шлировая, каемочная.

Диафторированные разности магнетитовых кварцитов наиболее распространены в Холодниканском и Ларбинском районах в линейных зонах древних разломов. Они представляют собой сланцеватые породы с тонколиновидной и гнейсовидной текстурой и гранобластовой структурой. Широко развиты новообразования магнетита, мартита, кварца, бесцветного амфибола ряда грюнерит-кумингтонита, актинолита, эпидота, зеленого биотита, стильномелана, мусковита, хлорита, серицита, карбоната и гидроокислов железа; изредка в реликтах наблюдаются роговая обманка, пироксены и гранат. В регионе выделяется не менее трех этапов образования диафторитов. Местами по диафторированным разностям магнетитовых кварцитов в результате перикристаллизации кварца или окварцевания развиваются магнетитовые бластиты (вторичные магнетитовые кварциты).

Таким образом, в изученных магнетитовых кварцитах выявлены этапы метаморфизма гранулитовой и амфиболитовой фаций, гранитизации и диафтореза, которые в аналогичной последовательности описаны для нижнеархейских вмещающих пород региона [3]. Как правило, удается проследить пространственную и генетическую связь нижнеархейских магнетитовых кварцитов, метаморфизованных в гранулитовой фации, с вторично перекристаллизованными рудами, включая магнетитовые кварциты, повторно метаморфизованные в амфиболитовой фации, богатые магнетитовые руды, магнетитовые диафториты и бластиты. Ксенолиты магнетитовых кварцитов гранулитовой фации наблюдаются в раннедокембрийских гранитоидах и интрузивных породах основно-

го состава (например, в габброанортозитах Ларбинского района).

Нижнеархейские магнетитовые кварциты относятся к кремнисто-железистому геохимическому типу геосинклинальных формаций, по классификации Г. С. Момджи и Н. М. Чистяковой [9]. Изученные магнетитовые кварциты по химическому составу близки к железистым гранулитовой фации, развитым в других регионах (табл. 1), и отличаются преобладанием Na_2O над K_2O , повышенными содержаниями Sr_2O_3 , иногда V_2O_5 , B_2O_3 , CoO . В некоторых разновидностях отмечаются повышенные концентрации титана, но количество его существенно меньше, чем в рудах титанисто-железорудного типа. Нижнеархейские магнетитовые кварциты характеризуются следующими значениями петрохимических коэффициентов: $\text{SiO}_2 : (\text{CaO} + \text{MgO}) > 5$; $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3 > 10$; $100\text{P}_2\text{O}_5 : (\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}) < 0,5$; $100\text{TiO}_2 : (\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}) < 2$, тогда как в рудах титанисто-железорудных формаций эти отношения соответственно составляют: < 5 , < 10 , $> 0,5$, > 2 . Значения данных параметров для руд указанных формационных типов не совпадают. В габброидах титанисто-железорудной формации, например, массива, расположенного непосредственно к северу от зоны распространения магнетитовых кварцитов Ларбинского района, содержания сидерофильных элементов на порядок выше, чем в магнетитовых кварцитах; лишь во вторично измененных разностях магнетитовых кварцитов иногда встречаются повышенные концентрации Sr_2O_3 .

Магнетитовые кварциты Ларбинского района отличаются более высокими значениями отношений $100\text{P}_2\text{O}_5 : (\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO})$ и $100\text{TiO}_2 : (\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO})$, повышенными содержаниями V_2O_5 и Sr_2O_3 . В магнетитовых кварцитах Сутамского района несколько больше CoO , Холодниканского — больше B_2O_3 и меньше V_2O_5 . Отмеченные геохимические особенности магнетитовых кварцитов, по-видимому, связаны с условиями их образования. Так, по А. М. Дымкину и др. [5], повышенное содержание TiO_2 , MgO , CaO в пироксен-магнетитовых кварцитах нижнего архея Прибайкалья связано с поступлением пеплового материала

Химический состав нижнеархейских магнетитовых кварцитов и массивных руд, %

Компонент, коэффициент	Ларбинский район				Холодниканский район			Сутамский район					Прибайкалье [5]	Тарашан
	1	2	3	среднее	4	5	среднее	6	7	8	среднее	9	10	11
SiO_2	50,69	51,14	48,89	50,24	46,20	48,61	47,40	54,36	42,56	45,28	47,40	1,07	45,81	48,77
TiO_2	0,20	0,52	0,52	0,41	0,08	0,18	0,13	0,08	0,03	0,26	0,12	0,11	0,22	0,10
Al_2O_3	1,28	4,00	1,58	2,29	1,22	0,83	1,02	0,33	0,65	1,72	0,90	0,35	1,74	0,45
Fe_2O_3	30,20	28,80	31,18	30,06	32,90	30,69	31,80	29,35	35,00	28,82	31,06	69,04	30,42	27,29
FeO	14,26	8,62	12,15	11,68	16,47	14,86	15,66	13,06	17,24	18,15	16,15	28,45	16,96	17,40
MnO	0,05	0,07	0,10	0,07	0,03	0,04	0,04	0,07	0,07	0,10	0,08	0,05	0,12	0,12
MgO	0,51	1,60	1,48	1,20	0,74	2,16	1,45	0,49	1,88	3,39	1,92	0,71	2,91	2,82
CaO	0,61	1,56	1,54	1,24	1,00	1,77	1,38	0,46	1,65	1,30	1,14	0,60	1,30	0,89
Na_2O	0,25	0,50	0,33	0,36	0,07	0,27	0,17	0,19	0,05	0,13	0,12	0,07	0,24	0,07
K_2O	0,15	0,27	0,14	0,19	0,02	0,03	0,02	0,09	0,03	0,05	0,06	0,06	0,20	0,05
P_2O_5	0,14	0,11	0,16	0,14	0,11	0,13	0,12	0,07	0,14	0,18	0,13	0,22	0,11	0,25
$\text{H}_2\text{O} \pm$	0,94	1,18	1,24	1,12	0,77	0,41	0,59	0,66	0,72	0,50	0,63	0,16	—	—
Сумма	99,28	99,37	99,31	99,00	99,61	99,98	99,78	99,21	100,02	99,88	99,77	100,71	100,03	98,21
$\text{Fe}_{\text{общ}}$	32,23	26,86	51,28	30,12	35,84	33,04	34,44	30,70	37,90	34,29	34,30	76,47	34,48	32,63
F	94,1	81,8	87,4	87,8	93,0	86,4	89,7	96,0	89,20	83,20	89,4	97,6	84,6	86,8
M	2,0	6,8	5,7	4,8	2,6	7,7	5,2	2,1	6,3	11,4	6,6	1,3	9,8	10,2
A	2,1	6,6	2,5	3,7	1,8	1,2	1,5	0,5	0,8	2,3	1,2	0,2	2,5	0,6
C	1,8	4,8	4,4	3,7	2,6	4,7	3,6	1,4	3,8	3,1	2,8	0,9	3,1	2,4
FM	96,1	88,6	93,1	92,6	95,6	94,1	94,4	98,1	95,4	94,6	96,0	98,9	94,4	97,0

1—8, 10, 11 — нижнеархейские магнетитовые кварциты: 1, 4, 6 — бессиликатные; 2, 8, 11 — ортопироксеновые и диупироксеновые; 3, 5 — диафторированные роговообманковые, в том числе с биотитом и кумингтонитом; 7 — клинопироксеновые; 10 — бессиликатные и пироксеновые (среднеарифметическое); 9 — массивная магнетитовая руда; A , C , F , M , FM — коэффициенты, по Н. П. Семененко.

во время седиментации. Гранитизированные разновидности нижнеархейских магнетитовых кварцитов Алдано-Станового региона отличаются возрастанием содержаний SiO_2 , Al_2O_3 , щелочей и халькофильных элементов (Zn , Mo , Pb , Sn , Cu). В диафторированных разностях отмечается снижение концентраций сидерофильных элементов (NiO , CoO , V_2O_5). Массивные руды обогащены окислами железа, фосфора и обеднены кремнеземом.

Технологические свойства магнетитовых кварцитов нижнего архея исследованы в отделе обогащения ВИМСа по восьми пробам массой до 15 кг (табл. 2, 3). Магнетитовые кварциты нижнего архея оказались легкообогатимыми рудами. Наиболее рациональный метод обогащения — мокрая сепарация в слабом магнитном поле. Результаты технологических исследований показали, что из всех проб нижнеархейских силикатно-магнетитовых кварцитов, в том числе и из их диафторированных разностей, могут быть выделены магнетитовые концент-

раты, соответствующие требованиям, предъявляемым к товарной руде, пригодной для получения стали электроплавкой, а из магнетитовых кварцитов (бессиликатных или содержащих малое количество силикатов) — концентраты для порошковой металлургии.

Как известно, для производства металлургических окатышей с переделом их электроплавкой необходима товарная руда с содержанием (в %): $\text{Fe}_{\text{общ}}$ 69,5; кремнезема 2,5—3,0; K_2O 0,07—0,08; $\text{P}_2\text{O}_5 \leq 0,04$; серы 0,05—0,06 (сульфидной не более 0,02); хрома, никеля, меди — не более 0,05 каждого. Для производства железных порошков необходима товарная руда с содержанием окислов железа не менее 99,2 %, что отвечает содержанию железа в магнетите не менее 71,82 % (в гематите 69,44). Сумма всех остальных компонентов не должна превышать 0,8 %, в том числе кремнезема 0,2, окислов кальция, магния и алюминия по 0,1, марганца 0,1—0,15, фосфора 0,015—0,02, серы 0,05—0,06 (сульфидной — не более 0,02).

Таблица 2

Технологическая характеристика железистых кварцитов

Район	Кварциты	Продукты обогащения	Выход промпродукта, %	Содержание железа, %	Извлечение железа, %
Холодниканский	Бессиликатные или с малым количеством их	Концентрат Хвосты Руда	49,54 50,46 100,00	72,1 2,62 35,73	96,05 3,95 100,00
	Диафторированные с куммингтонитом	Концентрат Хвосты Руда	49,42 50,58 100,00	71,24 2,69 33,64	96,30 3,70 100,00
	Диафторированные роговообманковые	Концентрат Хвосты Руда	48,95 51,05 100,00	71,57 2,41 35,34	96,61 3,39 100,00
Сутамский	Бессиликатные или с малым количеством их	Концентрат Хвосты Руда	50,40 49,60 100,00	72,12 4,28 38,41	94,56 5,44 100,00
	Ортопироксеновые и двупироксеновые	Концентрат Хвосты Руда	49,23 50,77 100,00	70,72 4,64 36,87	93,09 6,91 100,00
	Клинопироксеновые	Концентрат Хвосты Руда	43,14 56,86 100,00	70,44 5,79 32,89	90,22 9,73 100,00
Ларбинский	Бессиликатные или с малым количеством их	Концентрат Хвосты Руда	44,22 55,78 100,00	71,92 6,05 35,95	90,66 9,34 100,00
	Диафторированные роговообманковые	Концентрат Хвосты Руда	26,25 73,75 100,00	70,80 4,52 21,85	81,35 18,65 100,00

Таблица

Химический состав магнетитовых концентратов

Компонент	Холодниканский район			Сутамский район			Ларбинский район	
	1	2	3	4	5	6	7	8
Fe _{общ}	72,10	71,24	71,57	72,12	70,72	70,44	71,92	70,80
Fe ₂ O ₃	70,59	67,76	69,15	69,03	65,99	68,36	70,81	69,48
FeO	29,18	30,62	29,83	30,61	31,55	29,48	28,76	28,52
Примеси, в том числе:	0,17	0,93	0,78	0,24	2,24	1,75	0,37	1,53
SiO ₂	0,04	0,35	0,16	0,10	0,75	0,40	0,20	0,95
TiO ₂	0,01	0,06	0,14	0,01	0,33	0,03	0,05	0,20
Al ₂ O ₃	0,08	0,31	0,30	0,08	0,89	0,36	0,07	0,20
MnO	0,01	0,03	0,05	0,03	0,04	0,06	0,02	0,02
MgO	0,01	0,11	0,05	0,01	0,14	0,12	0,01	0,09
CaO	0,02	0,07	0,08	0,01	0,09	0,78	0,02	0,07
Сумма	99,94	99,31	99,76	99,88	99,78	99,59	99,94	99,53

1—8 — железистые кварциты: 1, 4, 7 — бессиликатные или с малым количеством их; 2 — диафторированные с куммингтонитом; 3—8 — диафторированные роговообманковые; 5 — ортопироксеновые, двупироксеновые; 6 — клинопироксеновые. Щелочи, фосфор и сера обнаружены в следах или не обнаружены; да не определялась.

Наложенный на нижнеархейские магнетитовые кварциты диафторез, хотя и снижает содержание магнетита, существенно не отражается на их технологических свойствах.

Технологические исследования, проведенные якутскими геологами по верхнеархейским железистым кварцитам Тарыннахского месторождения, также показали принципиальную возможность получения из них суперконцентратов магнетита.

Итак, за последние годы исследован ряд новых железорудных объектов в нижнеархейских отложениях Алдано-Станового региона. Они представляют большой научный интерес, поскольку изучены весьма слабо. В качестве их аналогов могут рассматриваться железорудные толщи шарыжалгайской серии Прибайкалья, гнейсового комплекса Исуа юго-западной части Гренландии и, возможно, Тараташского района Южного Урала. Формационная типизация этих образований — важная задача, которую предстоит решить.

Магнетит-кварцевый состав, петрохимические и геохимические особенности позволяют отнести эти руды к железистым кварцитам. Пластовая форма залегания, приуроченность к определенным горизонтам в стратифицированных толщах, наложение складчатостей и полиметаморфизма в последовательности, единой для вмещающих пород и железистых кварцитов, приводят к заключению, что последние входили в состав рудоносных толщ на всех стадиях их геологической истории. Эти данные опровергают гипотезы о формировании нижнеархейских железистых кварцитов в результате гранитизации габброидов или метасоматоза в зонах диафторитов. Гранитизация и диафторез проявились в нижнеархейских толщах гораздо позднее совместного метаморфизма железистых кварцитов и вмещающих пород в гранулитовой фации. Глубокий метаморфизм нижнеархейских железистых кварцитов привел к высокой степени раскристаллизации и очищению магнетита от примесей, что обуславливает принципиальную возможность несложного получения из них суперконцентратов, пригодных в качестве сырья для электропечей и порошковой металлургии. Именно с

таких позиций следует подходить к оценке практической значимости месторождений нижнеархейских железистых кварцитов. Представляется целесообразным рекомендовать проведение технологического картирования не только верхнеархейских, но и нижнеархейских железорудных объектов региона. Результаты его должны учитываться при общей оценке минерально-сырьевой базы черной металлургии Дальнего Востока и зоны БАМ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анерт Э. Э. Богатства недр Дальнего Востока. Хабаровск, 1928.
2. Ветлужских В. Г., Кудрявцев В. А., Соколов Н. А. Стратиграфия архея района верхнего течения р. Тимптон. — В кн.: Геология и петрология докембрия Алданского щита. М., Наука, 1966, с. 26—33.
3. Геология и петрология южного обрамления Алданского щита/Н. Г. Судовиков, В. А. Глебовицкий, Г. М. Другова и др. Л., Наука, 1965.
4. Дук В. Л., Балаганский В. В., Зедгенизов А. Н. Последовательность деформаций и архейских образований Сутамского блока. — В кн.: Структурная и метаморфическая петрология раннего докембрия Алданского щита. Якутск, 1975, с. 19—41.
5. Дымкин А. М., Махнач А. С., Сараев С. В. Железооруденение в условиях гранулитовой фации метаморфизма. Новосибирск. Наука, 1979.
6. Зедгенизов А. Н. К вопросу о стратиграфии и корреляции архейских толщ Сутамского блока. — В кн.: Геология и золотоносность докембрия Якутии. Якутск, 1971, с. 53—61.
7. Кравченко В. М. Формации таконитов (джеспилитов) докембрийского возраста Южной Якутии и их промышленные перспективы. — Мат-лы по геол. и полезн. ископ. Якутской АССР, 1962, вып. 8, с. 13—16.
8. Кудрявцев В. А. Архей бассейна р. Сутам. — В кн.: Геология и петрология докембрия Алданского щита. М., Наука, 1966, с. 34—50.
9. Момджи Г. С., Чистякова Н. М. Геохимические типы железорудных формаций. — Геохимия, 1979, № 5, с. 840—853.
10. Фрумкин И. М., Кудрявцев В. А. Основные проблемы стратиграфии раннего архея Алданского щита. — В кн.: Состояние и проблемы стратиграфии раннего архея Средней Сибири. М., 1981, с. 4—13.
11. Энтин А. Р., Мокроусов В. А., Чекирда А. И. Геологическое строение архея Сутамского блока. — В кн.: Геология и золотоносность докембрия Якутии. 1971, с. 35—62.



«Особую актуальность приобретает систематическая работа по подготовке и переподготовке кадров, прежде всего по новым специальностям, рождаемым техническим прогрессом».

М. С. ГОРБАЧЕВ

(Из доклада на совещании в ЦК КПСС по вопросам ускорения научно-технического прогресса)

УДК [550.8.02 : 658.386] : 681.3

Ю. Г. ШЕСТАКОВ (Красноярский ин-т цветных металлов)

Об использовании ЭВМ при подготовке геологов

Поставленная апрельским (1985 г.) Пленумом ЦК КПСС и совещанием в ЦК КПСС задача ускорения научно-технического прогресса требует резко повышения уровня исследований в области математической геологии [3], совершенствования поисков и разведки месторождений [1], более широкого использования человеко-машинных технологий оценки прогнозных ресурсов полезных ископаемых [2]. В связи с этим необходимо интенсифицировать применение ЭВМ при обучении и повышении квалификации геологов. Наряду с механизацией трудоемких вычислений, поисками оптимальных условий, решением обратных задач нетрадиционными методами, созданием игровых ситуаций планово-экономической и хозяйственной деятельности будущих специалистов ЭВМ должна использоваться как инструмент обеспечения имитационного моделирования ведения всех видов работ поисково-разведочного процесса.

Использование ЭВМ при имитации разведки месторождений начато сотрудниками МГУ [4], а при имитации поисков — специалистами Красноярского института цветных металлов (КИЦМ) [5, 6]. Применение имитации поисков на ЭВМ при обучении студентов и повышении квалификации геологов ПГО «Красноярскгеология» (1982—1984 гг.) показало, что имитация действий — мощный аппарат привития навыков работ. Настоящей статьей автор хотел бы привлечь вни-

мание к созданию систем имитации производственной деятельности специалистов различного профиля.

Необходимость создания систем имитации обусловлена длительностью изучения оцениваемых объектов. Если за время производственной практики будущий металлург, например, имеет возможность участвовать в основном технологическом процессе своей специальности — плавке — сотни раз, то геолог — десятки, буровик (от монтажа оборудования до завершения бурения скважины, с возможными наблюдениями за действиями ликвидаторов аварий) — хотя бы раз, геолог — менее одной десятой раз. Ибо продолжительность практики геолога по сравнению с продолжительностью поисково-разведочного процесса ничтожно мала. Выпускники геологических специальностей нередко начинают овладевать навыками лишь на рабочих местах, зачастую дорогостоящим методом проб и ошибок.

Привить навыки в работе выпускникам геологических специальностей — одна из важнейших проблем при подготовке и должна решаться в вузе путем использования имитационных систем, позволяющих за счет быстрой работы ЭВМ провести, пережить, прочувствовать оценку перспектив территорий, благоприятных для обнаружения различных полезных ископаемых, разведку месторождений, проектирование промышленных объектов, применение для достижения цели

временный математический аппарат с возможным решением одной и той же задачи различными методами.

На примере проектирования и эксплуатации разработки «Поиск-КИЦМ» [5, 6] наметилось, что основное время авторов имитационных систем будет тратиться не на алгоритмизацию действий геолога, не на составление программного обеспечения, работы по созданию которого могут быть и поручены другим лицам, а на формирование моделей изучаемых объектов (геолого-морфологического строения территорий, перспективных на обнаружение месторождений различных полезных ископаемых; геохимических и геофизических полей, отражающих закономерности проявления рудных скоплений; выходов рудных зон на поверхность при различной мощности рыхлых отложений; структур месторождений различных генетических типов и т. п.). Следовательно, создание имитационных систем производственной деятельности в геологии — задача глубоко геологическая.

Часть работ по формированию моделей можно переложить на ЭВМ. Как известно, модели территорий, перспективных на обнаружение полиметаллических, медно-молибденовых и золоторудных месторождений, создавались индивидуализированно. Теперь автором найден способ, при котором следует описать строение рудной зоны, рудопроявления, мелкого, среднего месторождений; параметры ореолов рассеяния рудного и сопутствующих элементов над объектами различной крупности; параметры потоков рассеяния от них и выбрать благоприятные места локализации ископаемых объектов на картах. По полученным от разработчика ответам на вопросы ЭВМ о количестве анализируемых элементов, их обозначениях, числе рек в пределах территории, их длинах, номерах водотоков в отложениях, номерах которых фиксируются потоки рассеяния, крупности их, число аномалий, координатах центров эллипсов, числе вложений в каждом) перенести часть математического обеспечения системы формирует конкретную оцениваемую территорию.

При трех объектах поиска, например, за счет изменения мест локали-

зации и крупности для одного и того же картографического материала обеспечивается разнообразие оцениваемых территорий. Наиболее целесообразными, естественно, следует считать те из них, в пределах которых имеются рудопроявления, мелкие и средние месторождения. В этом случае обучающийся должен браковать первые, намечать к изучению вторые и приступать к дальнейшим работам на площадях третьих. Интересны также случаи сочетания рудопроявления или двух рудопроявлений и среднего месторождения, мелкого или двух мелких и среднего, а также отсутствие искомого оруденения в пределах изучаемой площади. Большое значение имеет набор учитываемых признаков. Малое число их не позволяет обеспечить достаточное приближение имитируемых работ к реально выполняемым, большое — усложняет разработку системы. В «Поиск-КИЦМ», при имитации поисков по потокам рассеяния учитываются номера и длины рек третьего и более высоких порядков; номера притоков первого и второго содержания элементов в аллювии над различными по составу коренными породами и закономерности изменения их в интервалах поступления и разубоживания рудного материала; минеральный состав шлихов для таких интервалов и геолого-геохимическая характеристика пород склонов. При имитации съемки и поисков по вторичным ореолам дополнительно учитываются закономерности изменения содержания элементов в элювио-делювии, мощностей рыхлых пород в пределах аномальных площадей, строения рудных зон, содержания элементов по падению рудных тел, а также геолого-геохимическая характеристика пород.

Система создавалась для обучения студентов и предусматривала в первом варианте много ограничений на неверные действия и подсказки. В конечном варианте — сохранила немало предупреждений о неверных действиях. Например, задание шурфа или канавы на значительном удалении от выхода рудной зоны классифицируется ошибкой, запоминается для последующего сообщения обучающему; на печать для обучающегося выдается

«уточни координату». То же предупреждение появляется при задании маршрута обследования склона или отмывке шлиха для точек водотока, находящихся выше по течению возможного поступления рудного материала и т. п.

Система повышения квалификации не должна содержать подобного. Ошибки при выделении потоков и ореолов рассеяния, вынесении проектных выработок на местность и другие просчеты должны лишь учитываться машиной, но не останавливать обучающегося. Каждому необходимо проявить себя в полной мере, ибо имитационные системы призваны обучать на ошибках собственных. При такой постановке взаимодействий обучающегося и ЭВМ подобные системы смогут применяться и при аттестации специалистов, для проверки их компетентности. Ошибки специалиста, повышающего квалификацию, должны раскрываться по окончании работ, и только те, которые привели к снижению перспектив территории, к «укрытию» запасов. В завышении перспектив территории он должен убеждаться сам, затратив средства и время на изучение мелких месторождений и рудопроявлений.

Имитируемые работы должны как можно полнее соответствовать требуемым операциям выполняемой стадии реального изучения объекта и существующим инструктивным материалам. «Поиск-КИЦМ», например, обеспечивает поиски по потокам, съемку и поиски по ореолам рассеяния, а также проходку горных выработок и скважин для установления оруденения в коренном залегании. Заданием различной сети опробования обучающийся осуществляет работы разных масштабов (и стадий), которые сопровождаются требуемыми действиями по геологическому обследованию склонов и площадей, отбором на анализ пород с признаками оруденения, оценкой уровня среза зоны оруденения и т. п.

Благодаря быстродействию ЭВМ работы реальной годовой продолжительности имитируются за час-полтора. Специалисты, повышающие квалификацию, сокращая площади съемки 1:50 000 и исключая общие поис-

ки по ореолам рассеяния, имитируют оценку перспектив территории в течение двух дней. Предварительно им напоминаются виды и последовательность работ на различных стадиях, требования инструкции к качеству их выполнения, формулы расчета количественных характеристик потоков и ореолов рассеяния, прогнозных ресурсов различных категорий. Использование системы при выполнении всех предусмотренных работ по оценке перспектив одной территории требует 4—5 дней при затратах до 16—18 ч машинного времени ЭВМ «Наири-К». С переходом к имитации работ на ЭВМ типа «СМ», «Мера» продолжительность работ не уменьшается, а появляется возможность организации лучшего сервиса при выдаче распечаток и расширяется диалоговая составляющая. Имитация работ на курсах повышения квалификации позволит каждому специалисту «открывать» и «оценивать» несколько месторождений различных полезных ископаемых, залегающих в разных геолого-структурных условиях, т. е. приобрести опыт многолетней производственной деятельности. В учебном процессе хотелось бы, чтобы цикл подготовки «теоретическое обучение — практика» принял вид «теоретическое обучение — имитация работ — практика».

По мнению автора, имитационные методы ведения работ поисково-разведочного процесса необходимо включить в координационные планы создаваемых АСУ — Геология (подсистемой «Обучение кадров»), а разрабатывать их нужно с учетом возможного использования в научных исследованиях. Система «Поиск-КИЦМ», например, применена для установления влияния качества аналитических данных на вероятность выявления аномалий заданного размера при различных сетях опробования. Полученные материалы свидетельствуют о том, что допуски на удовлетворительную воспроизводимость и качество геохимических съемок завышены. В основе существующих оценок вероятностей выявления аномалий заданного размера принятой сетью опробования лежит условие попадания точек наблюдения в искомые площади и не учитывается, что часть их (за счет зани-

жения истинных значений замеряемого параметра аналитиками) относится в разряд нефиксирующих искомые объекты. Следовательно, такие оценки, как правило, дают завышенные результаты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каждан А. Б. Пути совершенствования прогноза, поисков и разведки рудных месторождений. — Сов. геология, 1983, № 10, с. 41—49.
2. Количественная оценка прогнозных ресурсов полезных ископаемых с использованием человеко-машинной технологии/Б. А. Чума-

- ченко, В. В. Марченко, Э. А. Немировский и др. — Сов. геология, 1984, № 3, с. 3—11.
3. Унксов В. А., Унксова М. В. Современные исследования в области математической геологии и геологической информатики. — Сов. геология, 1982, № 11, с. 36—41.
4. Шатагин Н. Н. Имитация разведки месторождений в диалоге геолога и ЭВМ. — Изв. вузов. Геология и разведка, 1981, № 9, с. 90—93.
5. Шестаков Ю. Г. Об использовании ЭВМ в учебном процессе. — Изв. вузов. Геология и разведка, 1984, № 8, с. 128—132.
6. Шестаков Ю. Г. Повышение квалификации геологов с помощью имитации геохимических поисков на ЭВМ. — Разведка и охрана недр, 1984, № 9, с. 34—36.



СТРАТИГРАФИЯ И ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ

УДК 551.86.07(4/5)

К. М. ХУДОЛЕЙ, Е. Л. ПРОЗОРОВСКАЯ (ВСЕГЕИ)

Основные черты палеобиогеографии Евразии в юрском периоде

Территория нашей страны в юрское время со всех сторон была окружена морями, которые временами распространялись на сушу, превращая обширные пространства европейской части СССР, Западной Сибири, северо-востока Азии, Дальнего Востока и юга СССР в эпиконтинентальные или глубокие геосинклинальные морские бассейны. Вопросы палеогеографии и палеобиогеографического районирования территории СССР затрагивались в работах А. П. Карпинского, А. А. Боряка, С. Н. Никитина, А. П. Павлова, В. И. Бодылевского, Г. Я. Крымгольца, А. А. Григалиса и других исследователей. Основные сведения по ним обобщены в специальных изданиях — «Палеогеография СССР» [3], «Палеобиогеографический атлас Тихоокеанского подвижного пояса и Тихого океана» [1]. Общие и частные проблемы палеобиогеографии прилегающих зарубежных территорий рассмотрены В. Улигом, М. Наймаром, А. Термье, Ж. Термье, Д. Аркеллом, Г. Вестерманном, А. Цейссом, Б. Циглером [9], Р. Энэ [5] и др., а также отражены в отдельных статьях и монографиях, «Палеобиогеографическом

атласе», составленном под редакцией А. Халлэма (1973 г.), и в «Геологическом атласе Западной и Центральной Европы» [9].

В настоящей статье на основании новых материалов, полученных по территориям СССР и сопредельных стран, делается попытка восстановить палеобиогеографическую ситуацию юрского времени и высказываются соображения о возможном существовании морских связей между континентами и путей расселения амmonoидей. Обилие информации не позволяет осветить палеообстановку каждого века юрского периода в отдельности. Остановимся только на геттангском, байосском, келловейском и титонском веках, анализ которых дает представление об изменениях палеогеографической ситуации в юре. Палеобиогеографические построения выполнены по данным о расселении амmonoидей и в меньшей мере (преимущественно для территории СССР) брахиопод. Наиболее крупной палеобиогеографической единицей мы считаем пояс (Бореальный и Тетический), который делится на области, области, в свою очередь, на провинции, а последние — на подпровинции. Ав-

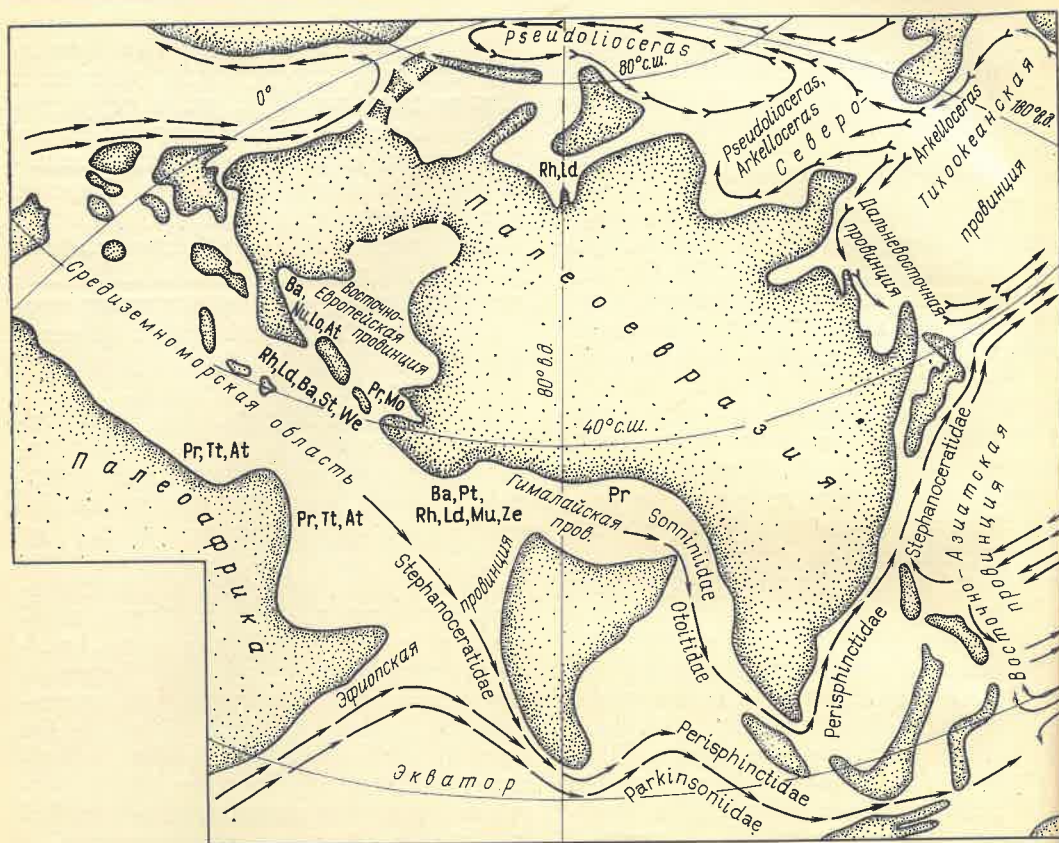


Рис. 2. Схема палеобиогеографии байосского времени. Средиземноморская область была заселена аммоноидеями Hildoceratidae, Stephanoceratidae, Perisphinctidae, Haploceratidae, Lytoceratidae, Philloceratidae; брахиоподы — Lg — Lingulidae, Ba — Baccatidae, Mo — Monticelarellinae, Rh — Rhynchonellidae.

вали течения, вызванные пассатными и антипассатными трансокеаническими течениями.

Среднеюрская эпоха. В ааленском веке палеобиогеографическая ситуация была приблизительно такой же, как и в тоарском. Северо-Тихоокеанская провинция, где преобладал род *Pseudolioceras*, была связана морскими течениями с Западной Европой (Трансарктическое течение) и западным побережьем Северной Америки (Северо-Тихоокеанский круговорот течений). Северная часть Восточно-Азиатской провинции с семействами *Haploceratidae* и *Graphoceratidae* опознается на Японских островах.

В байосском веке по характеру фауны, распространению карбонатных и терригенных пород отчетливо обособливались Тетический и Бореальный пояса. Граница между ними проходила примерно по широте 40° с. ш. Вбли-

нае, Tt — Tetarhynchinae, Pr — Praecyclothyridinae, St — Striarhynchinae, Ca — Cardinirhynchinae, At — Acanthothyridinae, We — Wellerellidae, Nu — Nucleatidae, Ld — Lobidothyrididae, Mu — Muirwoodellidae, Ze — Zeilleriidae; остальные усл. обозн. см. рис. 1

зи нее намечается смешивание бореальной и тетической фауны.

Тетический палеобиогеографический пояс охватывал юго-восточные и южные районы Азии, а также прилегающие территории и акватории. Эта часть древних акваторий была населена многочисленными аммоноидеями семейств *Perisphinctidae*, *Stephanoceratidae*, *Otoitidae*, *Sonniniidae*, *Parkinsoniidae* и др. (рис. 2). В Тетическом поясе среди осадочных пород значительную роль играли карбонатные. Тетический и Бореальный пояса резко различаются как по количественному, так и по систематическому составу брахиопод. Тетический пояс охарактеризован очень разнообразным в систематическом отношении комплексом, то время как брахиоподы Бореального пояса крайне малочисленны.

Средиземноморская область располагалась в южной части Евразии в крайней мере от Испании до Индии

Отложения средней юры здесь преимущественно карбонатные, с кораллами, брахиоподами, строматопорами и другими теплолюбивыми животными. В байосе произошло значительное изменение в составе аммоноидей, появились три новых крупных надсемейства — *Stephanocerataceae*, *Perisphinctaceae* и *Haplocerataceae*. Из брахиопод для данной области в целом наиболее характерны представители *Stolmorhynchia*, *Sphenorhynchia*, *Lobidothyris*, *Ptyctothyris*, *Goniothyris*, *Sphaeroidothyris*, известные в самых различных районах. В то же время для каждой провинции этой области типичны свои таксоны, часто эндемичные. Так, в Кавказской провинции в байосском веке, помимо вышеперечисленных, обитали *Pseudogibbirhynchia*, *Striarhynchia*, *Linguithyris*, *Gusarella*, а также эндемичные роды *Cubanirhynchia*, *Neocirpa* и многие другие. Для остальных провинций Тетиса, а именно Эфиопской (индийская часть), Гималайской и Восточно-Азиатской, характерны в основном те же роды, что и для Средиземноморской, хотя в Гималайской провинции присутствуют, кроме того, *Gnatorhynchia*, *Burmiorhynchia* и *Nyalamurhynchia*, а в Восточно-Азиатской — *Naradanithyris*. Все это свидетельствует о наличии тесных связей между отдельными бассейнами.

Гималайская провинция, охватывающая Памир, Тибет, Гималаи и прилегающие районы Индокитая, характеризуется аммоноидеями семейств *Sonniniidae* (*Dorsetensia*, *Sonninia*, *Witchellia*), *Graphoceratidae* (*Cycloceras* на Памире *Darellella*), *Otoitidae* (*Emileia*, на Памире *Normannites*), *Perisphinctidae* (*Lentosphinctes* на Памире, *Vermisphinctes*). В крайней западной части провинции на Памире известны аммониты семейств *Stephanoceratidae* (*Cadomites*, *Stephanoceras*), *Parkinsoniidae* (*Garantiana*, *Parkinsonia*, *Strenoceras*), *Haploceratidae* (*Eudmetoceras*), *Oppeliidae* (*Oppelia*) и *Sphaeroceratidae* (*Sphaeroceras*).

В Восточно-Азиатской провинции, находящейся к югу от Японских островов и включающей акваторию океана до Австралии, юрские породы присутствуют только на островах Индоне-

зии [7], где и известны все сборы аммоноидей — *Stephanoceratidae* (*Cadomites*, *Stephanoceras*, *Stemmatoceras*, *Teloceras*), *Sphaeroceratidae* (*Chonoceras*), *Otoitidae* (*Docidoceras*, *Pseudotoites*), *Sonniniidae* (*Fontannesia*), *Parkinsoniidae* (*Caumontisphinctes*). К сожалению, мы не располагаем сведениями об аммонитах сем. *Perisphinctidae*, которые могли обитать в этой провинции.

Бореальный палеобиогеографический пояс находится на севере Бореального и в северной части Тихого океанов, а также охватывает прилегающие эпиконтинентальные моря севера Сибири [2], северо-востока Азии и Дальнего Востока. Здесь аммониты и брахиоподы сравнительно редки. Первые, представленные сем. *Hildoceratidae*, известны на Земле Франца-Иосифа, севере Сибири и северо-востоке Азии. Из брахиопод в настоящее время известны только единичные представители.

Северо-Тихоокеанская провинция, расположенная на северо-востоке Азии и включающая акватории Тихого океана, сложена главным образом терригенными осадками, а на площадях, тяготеющих к Тихому океану, — кремнистыми и вулканогенными образованиями. Населявшие эту провинцию аммоноидеи, по-видимому, были немногочисленны и почти все принадлежали сем. *Hildoceratidae* (*Pseudolioceras*, «*Tugurites*»); редко встречаются *Otoitidae* (*Arkelloceras*) и единичные экземпляры семейств *Sphaeroceratidae* (*Chondroceras*), *Oppeliidae* (*Bradfordia*), *Otoitidae* (*Normannites*), *Stephanoceratidae* (*Stephanoceras*). Брахиоподы, известные в Северо-Сибирском регионе, представлены лишь североамериканским *Ptilorhynchia* и английским *Rugithyris* родами.

Восточно-Европейская провинция занимала обширные пространства южной части Русской равнины, где было распространено эпиконтинентальное море преимущественно с терригенными, изредка с карбонатными осадками. Здесь, главным образом в южных районах, присутствуют *Dorsetensia* (*Witchellia*), *Sonninia*, *Stephanoceras*, *Strenoceras*, *Garantiana* (*Pseudogarantia*), *Oppelia*, *Parkinsonia*, встречающиеся и в соседних акваториях. Интересно, что из брахиопод в этой провинции

обитали только космополитные роды *Lingula* и *Acanthothis*.

Дальневосточная провинция, охватывающая Дальний Восток СССР и Японские острова, характеризуется наличием как бореальных, так и тетических аммоноидей. На Дальнем Востоке СССР обнаружены только семейства *Hildoceratidae* (*Pseudolioceras*), *Haploceratidae* (*Lissoceras*), *Perisphinctidae* (*Leptosphinctes*), *Stephanoceratidae* и *Otoitidae* — также по одному роду. На Японских островах известны семейства *Perisphinctidae* (*Bigotites*, *Leptosphinctes*, *Vermisphinctes*), *Stephanoceratidae* (*Cadomites*, *Skirroceras*, *Stephanoceras*), *Otoitidae* (*Otoites*) и *Oppeliidae* (*Oecotrantes*).

В Бореальном океане, вероятно, существовало Трансарктическое течение, расселявшее в этом бассейне (см. рис. 2) аммоноидеи от северо-востока Азии до Земли Франца-Иосифа. В северной части Тихого океана северный круговорот течений содействовал расселению родов *Pseudolioceras* и *Arkelloceras* от Аляски до Дальнего Востока, которые переносились в эпиконтинентальные моря Северо-Востока СССР. Через эти моря шел обмен фауной между Тихим и Бореальным океанами. Расположенные южнее северного круговорота течения Тайваньское и Куроиси способствовали транспортировке «южных» аммоноидей в более северные районы. С помощью указанных течений до Японских островов расселялись аммониты семейств *Perisphinctidae*, *Stephanoceratidae*, *Otoitidae*, *Oppeliidae*. Под влиянием Северо-Тихоокеанского течения происходила миграция животных через Тихий океан. Южная часть Восточно-Азиатской провинции была связана с морскими бассейнами Тибета, Гималаев и Памира. В Индийском океане, видимо, существовало течение, по направлению и характеру близкое к современному муссонному. Оно помогало расселяться в восточном направлении через океан, минуя Гималаи и Тибет, семействам *Perisphinctidae* и *Stephanoceratidae*, а из Гималайской провинции на восток — семействам *Sonniniidae* и *Otoitidae*. Такой характер расселения аммоноидей в северной части Индийского океана позволяет предположить существование крупного круговорота

течений — Южного пассатного, Сомалийского и муссонного.

В батском веке, в отложениях которого органических остатков обнаружено гораздо меньше, чем в байосских, отчетливо вырисовывается Бореальный пояс, занимавший север Сибири и побережье Тихого океана с типичными аммонитами сем. *Cardioceratidae* (*Boreocephalites*, *Cranoccephalites*, *Artocephalites*), которые расселялись на юг до широты 45° с. ш. В южных районах преобладали аммониты семейств *Oppeliidae*, *Tulitidae*, *Haploceratidae*, *Perisphinctidae* и др. Аммониты этого века, кажется, до сих пор не обнаружены на Японских островах и очень редки в Гималаях [8]; только западнее Памира они встречаются в значительном количестве.

Позднеюрская эпоха. В келловейском веке (рис. 3) и позднее (рис. 4) в западной половине Евразии произошла морская трансгрессия, море заняло всю европейскую часть СССР и Западно-Сибирскую низменность. Отчетливо распознаются два планетарных биogeографических пояса — Тетический, простирающийся от Атлантического (Гибралтар) до Тихого (Индонезия) океана, и Бореальный, эпиконтинентальные моря которого были широко распространены на севере Евразии. Граница между ними проходила на востоке приблизительно около широты 40° с. ш. и на западе несколько севернее материка. Отдельные бореальные аммониты переносились до Тибета [8], а тетические — до Таймыра [2]. В Тетическом поясе келловейский век характеризовался преобладанием карбонатных осадков, что свидетельствует о теплом климате, в Бореальном доминируют терригенные и почти полностью отсутствуют карбонатные образования, указывающие на холодный климат этого пояса.

В Тетическом палеобиogeографическом поясе в морях преобладали аммониты семейств *Oppeliidae*, *Perisphinctidae*, *Macrocephalitidae*, *Reineckidae* и др., включая филлоцератиды и литоцератиды. По составу аммоноидей брахиопод выделяются Средиземноморская, Эфиопская, Гималайская и Восточно-Азиатская провинции.

Средиземноморская провинция занимала западную и центральную часть

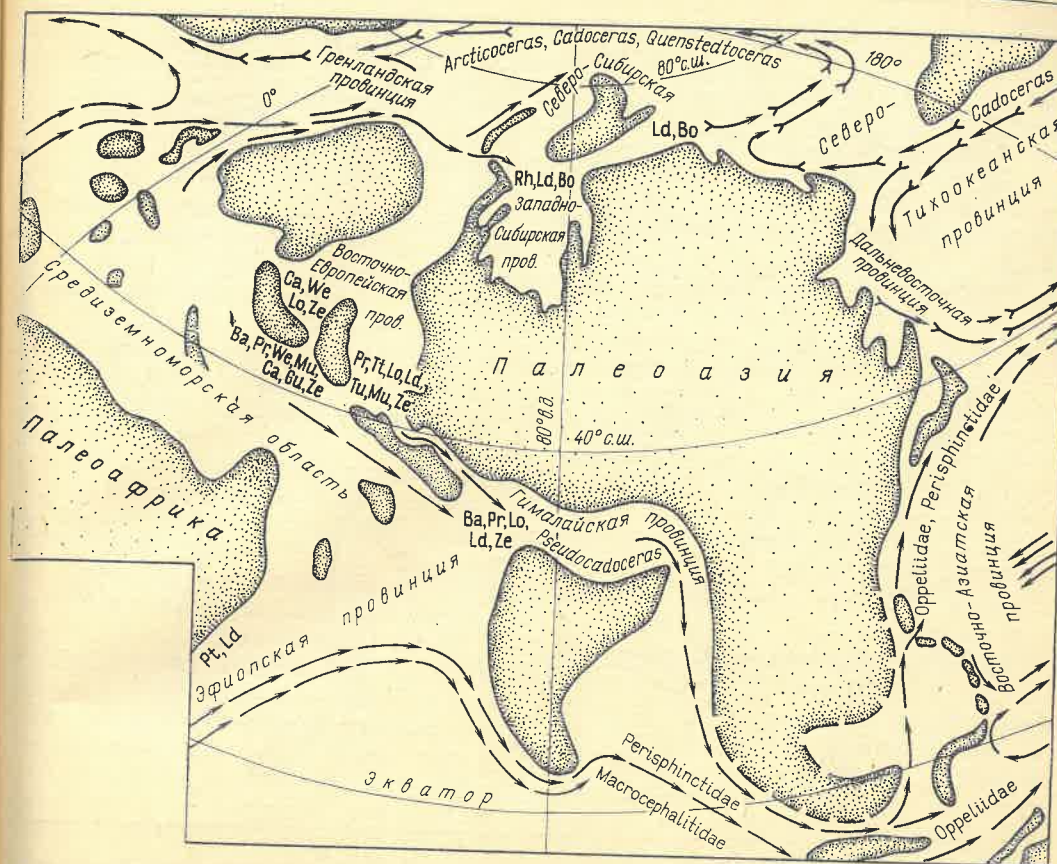


Рис. 3. Схема палеобиogeографии келловейского времени.

Средиземноморская область была заселена аммоноидеями *Phylloceratidae*, *Lytoceratidae*, *Macrocephalitidae*, *Kosmoceratidae*, *Tulitidae*, *Pachyceratidae*, *Reineckidae*, *Perisphinctidae*, *Oppeliidae*, *Haploceratidae*, *Cardioceratidae*, *Эфиопская провинция* — *Tulitidae*, *Macrocephalitidae*, *Oecoptychidae*, *Pachyceratidae*, *Rei-*

neckeiidae, *Perisphinctidae*, *Aspidoceratidae*, *Oppeliidae*, *Haploceratidae*; брахиоподы: Ba — *Basiliolidae*, Rh — *Rhynchonellinae*, Tt — *Tetrarhynchinae*, Pr — *Præacyclothyridinae*, Ca — *Cardinirhynchinae*, We — *Wellerellidae*, Lo — *Lobothyridinae*, Ld — *Lobothyrididae*, Bo — *Boreiothyridae*, Tu — *Turkmenithyridinae*, Mu — *Muirwoodellidae*, Ze — *Zeilleriidae*, Gu — *Gusatellinae*; остальные усл. обозн. см. рис. 1

Тетиса, где были широко распространены карбонатные, терригенные и реже вулканогенные отложения. В этом теплом море обитали разнообразные аммоноидеи семейств *Tulitidae*, *Macrocephalitidae*, *Pachyceratidae*, *Reineckidae*, *Perisphinctidae*, *Oppeliidae*, *Haploceratidae*, *Phylloceratidae*, *Lytoceratidae*, *Spiroceratidae*. Брахиоподы также очень разнообразны в систематическом отношении и весьма многочисленны. Среди них продолжали существовать те же роды, что и в байосе, но характерен и ряд новых родов — *Sepialiphoria*, *Ivanoviella*, *Cardinirhynchia*, *Somalirhynchia*, *Septirhynchia*, *Turkmenithyris*, *Bihenithyris*, *Zeilleria* и др. Возрастает по сравнению с байосом число представителей *Burmirhynchia*, *Kalirhynchia*, *Gusarella*.

Эфиопская провинция, располагав-

шаяся на юге (п-ов Кач и прилегающие районы) и северо-востоке Африки (Эфиопия, Сомали), включала часть акватории Индийского океана. На юге она граничила с Мадагаскарской провинцией, занимая наиболее южное положение в Северном полушарии. Здесь распространены известняки, глинистые сланцы, местами гипсоносные мергели, характерные для теплого и жаркого климата. В этой провинции сосредоточен наиболее богатый комплекс аммоноидей келловейского века, принадлежащий семействам *Oppeliidae* и *Perisphinctidae* (15 родов в каждом), *Macrocephalitidae* (9 родов), *Reineckidae* (5 родов), *Aspidoceratidae* (4 рода) и единичные *Pachyceratidae*, *Tulitidae*, *Oecoptychidae*, *Haploceratidae*, среди которых в небольшом количестве присутствуют эндемичные роды.

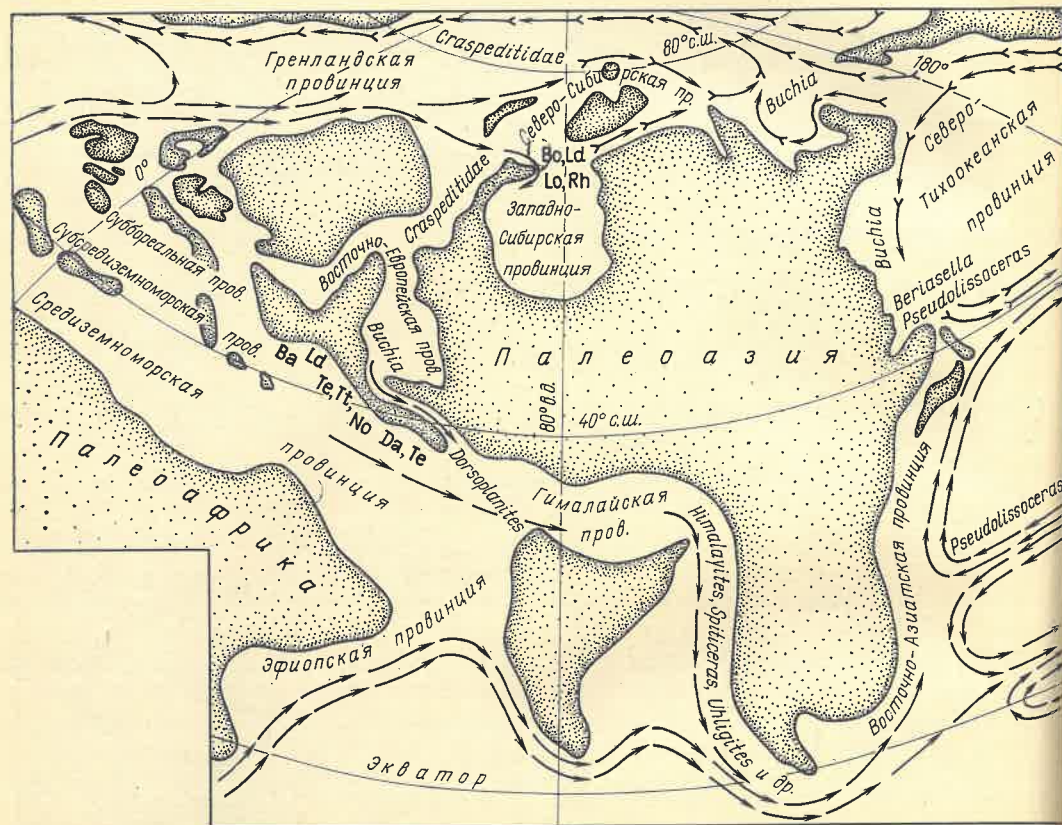


Рис. 4. Схема палеобиогеографии титонского (волжского) времени
Брахиоподы: Ba — Basiliolidae, No — Norellidae, Rh — Rhynchonellinae, Ti — Tetrahyrthinae, Lo — Lobo-

В африканской части провинции широко развиты известняки, но аммониты в них обнаружены в гораздо меньшем количестве. Брахиоподы отмечаются довольно часто и по систематическому составу очень близки таковым Средиземноморской провинции — *Burmishynchia*, *Kallirhynchia*, *Daghanirhynchia*, *Somalirhynchia*, *Ptyctothyris*, *Bihenithyris* и др. Кроме того, отсюда известны *Flabellothyris*, *Cererithyris*, *Charltonithyris*, *Pseudoglossothyris* и ряд других родов, встречающихся как в келловейских, так и в более древних отложениях Европы.

Гималайская провинция охватывает территорию, ограниченную Гималайским хребтом на юге и горной системой Куэнь-Лунь на севере. С запада к ней примыкает Средиземноморская, а с востока — Восточно-Азиатская провинция. В этом районе келловей представлен песчано-глинистыми породами, известняками и мергелями с редкими прослоями эффузивов основного состава.

ridinae, Ld — Lobolothyridae, Bo — Boreiothyridae, Te — Terebratulinae, Da — Dallinidae; остальные усм. обозн. см. рис. 1

ва. В пределах рассматриваемой провинции обитало не менее 18 родов аммонитов, из них на семейства Perisphinctidae и Oppeliidae приходится по пять родов, Reineckidae — три рода, Kosmoceras — один (*Keplerites*), Cardioceratidae, — один (*Pseudoceras*) род. Последний, типичный для Бореального пояса, обнаружен в Восточном Тибете [8], куда он скорее всего был перенесен из более северных районов через Среднюю Азию и Памир. Интересна находка *Keplerites*, часто встречающегося на Русской платформе и перенесенного в эту провинцию, вероятно, аналогичным путем. Наличие других родов (*Indocephalites*, *Macrocephalites*, *Oxycerites* и др.) свидетельствует о существовании морских связей с Восточно-Азиатской провинцией. Распространение брахиопод в Гималайской провинции указывает на ее тесную связь с бассейнами Средиземноморской и Эфиопской провинций, так как в них встречаются одни

и те же роды. Исключение составляет род *Gnathorhynchia*, известный в Европе и Калифорнии.

Восточно-Азиатская провинция находится к югу от Японских островов и простирается до Австралии, включая Индонезию. На Филиппинах и на островах Индонезии келловей сложен известняками и терригенными породами. В этой провинции обитало не менее 18 родов аммоидей семейств Macrocephalitidae (7 родов), Perisphinctidae (4 рода), Oppeliidae (4 рода), Tulitidae, Stephanoceratidae и Aspidoceratidae (по одному роду). Брахиоподы представлены типичными тетическими родами *Burmishynchia*, *Kallirhynchia* и *Holcothyris*, а также эндемичным родом *Neumayrithyris*.

В Бореальном палеобиогеографическом поясе среди аммоидей господствовали представители сем. Cardioceratidae, изредка встречались Kosmoceras. Несмотря на однообразие моллюсков, здесь можно различать северные биогеографические провинции — Гренландскую, Северо-Сибирскую и южные — Среднеевропейскую, Восточно-Европейскую, Западно-Сибирскую; в Тихом океане выделяются Северо-Тихоокеанская и Дальневосточная провинции. Для последней ввиду ее положения на границе двух поясов характерен смешанный состав фауны.

Гренландская провинция включает острова и акваторию Баренцева моря, а также прилегающие части океана с Гренландией. Здесь распространены только терригенные породы. Аммониты немногочисленны и принадлежат семействам Cardioceratidae (*Arcticoceras*, *Cadoceras*, *Quenstedtoceras*) и Kosmoceratidae (*Keplerites*, *Seymourites*, *Gulielmiceras*).

Северо-Сибирская провинция, расположенная северо-западнее предыдущей, занимает пространство от р. Лены на востоке до р. Енисея на западе. Терригенная толща келловей содержит большое количество хорошо сохранившихся аммоидей сем. Cardioceratidae (*Arcticoceras*, *Cadoceras*, *Quenstedtoceras*, других родов и подродов не менее 16) и один род сем. Kosmoceras (*Gowericeras*). Брахиоподы здесь, как и вообще в Бореальном поясе, немногочисленны и довольно одноразнообразны. Это *Ptilorhynchia*, извест-

ная, кроме того, из более молодых (кимеридж?) отложений Калифорнии, а также эндемичные роды *Boreiothyris*, *Taimyrothyris*, *Inversityris*.

Восточно-Европейская провинция охватывает почти всю Русскую платформу. В ней выделяются Печорская и Среднерусская подпровинции. Печорская подпровинция находится на севере европейской части СССР, где развиты терригенные отложения, содержащие остатки аммонитов семейств Cardioceratidae (*Arcticoceras*, *Cadoceras*, *Quenstedtoceras* и др.), Kosmoceratidae (*Seymourites*, *Kosmoceras*), Macrocephalitidae (*Pleurocephalites*) и Perisphinctidae («*Perisphinctes*»). Среднерусская подпровинция, занимающая среднюю часть Русской платформы, сложена глинами, песками, песчанистыми глинами, реже (в среднем келловее) мергелями, глинистыми известняками и известняками.

Как и в предыдущей подпровинции, здесь широко распространены аммониты семейств Cardioceratidae (*Cadoceras*, *Quenstedtoceras* и др., но отсутствуют *Arcticoceras*), Kosmoceratidae (*Keplerites*, *Kosmoceras*), Perisphinctidae (*Pseudoperisphinctes* и др.) и Macrocephalitidae (*Macrocephalites*). Довольно многочисленны брахиоподы — *Rhynchonelloidella*, *Ivanoviella*, *Thurmanella*, *Cardinirhynchia*, *Goniothyris*, *Lophrothyris*, *Ptyctothyris*, *Dictyothyris*, *Tegulithyris*, *Zeilleria*, *Aulacothyris*. Все они, за исключением *Tegulithyris*, известны и в Тетическом поясе.

Западно-Сибирская провинция возникла в результате морской бореальной трансгрессии, распространившейся почти на всю территорию Западной Сибири. В настоящее время в нижней части келловей обнаружены плохо сохранившиеся отпечатки аммонитов сем. Cardioceratidae, а в его верхах — *Kosmoceras*, *Longaeviceras* и *Quenstedtoceras*. Отложения келловей представлены аргиллитами с небольшим количеством песчаников и линз гравелитов.

Северо-Тихоокеанская провинция занимает почти весь северо-восток Азии и прилегающие акватории Тихого и Северного Ледовитого океанов. Здесь широко развиты терригенные породы с небольшим количеством вул-

каногенных и кремнистых разностей. Аммониты редки и представлены только сем. *Cardioceratidae* (*Arcticoceras*, *Cadoceras*, *Pseudocadoceras*, *Catacadoceras*).

Дальневосточная провинция включает Дальний Восток СССР и Японские острова. На Японских островах распространены терригенные породы с прослоями известняков. На Дальнем Востоке СССР, к сожалению, достоверных келловейских аммонитов до сих пор не найдено, имеются лишь очень плохие отпечатки, которые могут принадлежать аммонитам семейств *Cardioceratidae* и *Macrocephalitidae*. На Японских островах известно 17 родов аммоноидей семейств *Perisphinctidae* (6 родов), *Oppeliidae* (4 рода), *Kosmoceratidae* (2 рода), *Reineckidae* (2 рода), *Macrocephalitidae*, *Tulitidae* и *Aspidoceratidae* (только по одному роду).

В Бореальном поясе Трансарктическое течение и сопровождающие его круговороты — Восточный антициклонический у берегов Америки и Гренландии, а также система течений у берегов нашей страны — способствовали расселению родов *Arcticoceras*, *Cadoceras* с многочисленными под родами *Catacadoceras*, *Pseudocadoceras* и другими от востока Гренландии до Аляски и в прилегающих эпиконтинентальных морях (см. рис. 3). В смежных районах Тихого океана круговорот морских вод, образуемых Аляскинским, Курило-Камчатским и Северо-Тихоокеанским течениями, способствовал расселению в Северо-Тихоокеанской провинции рода *Cadoceras*, а также проникновению в Бореальный океан филлоцератид из Тихого океана. Эта же система течений, по крайней мере в западной части океана, видимо, препятствовала сколько-нибудь значительному проникновению в северном направлении теплолюбивых тетических аммоноидей семейств *Oppeliidae* и *Perisphinctidae*, но в то же время, вероятно, помогала проникать в более южные районы родам семейства *Kosmoceratidae* (*Gowericeras*, *Setourites*). В восточной части Тетиса на месте современного Индийского океана летом преобладало муссонное течение, а зимой — межпассатное противотечение. Они, видимо, расселяли

из Эфиопской провинции в Восточно-Азиатскую аммоноидей семейств *Macrocephalitidae*, *Perisphinctidae*, *Oppeliidae*, *Aspidoceratidae* и др. Возможно, при помощи одного из ответвлений муссонного течения осуществлялась связь между Гималайской и Восточно-Азиатской провинциями (*Oxycerites* и др.).

В Тихом океане у берегов Палеоазии действовали тихоокеанские течения. Так, из Восточно-Азиатской провинции в северном направлении течения Тайванское и Куро-Сио расселяли от Индонезии до Японских островов (Дальневосточная провинция) аммоноидей семейств *Macrocephalitidae*, *Perisphinctidae* (*Indosphinctes*, *Obtusicoelites*, *Poculisphinctes*), *Oppeliidae* (*Horioceras*, *Hecticoceras*), *Aspidoceratidae* (*Pseudopeltoceras*, *Peltoceras*). Не исключена возможность переноса аммоноидей семейств *Reineckidae* (*Kellawaysites*, *Nequeniceris*), *Tuliceratidae* (*Bullatimorphites*) к берегам Палеоазии с противоположной стороны океана пассатными течениями.

В оксфорде данная палеобиогеографическая ситуация в общих чертах сохранилась. На севере в Бореальном океане и эпиконтинентальных морях обитали аммоноидей сем. *Cardioceratidae* (*Quenstedtoceras*, *Cardioceras*, *Amoeboceras*) и многочисленные *Bacchia* [2], распространявшиеся Трансарктическим течением и северным круговоротом в Тихом океане по берегам севера Азии и Северной Америки. На юге в пределах Тетического пояса господствовали аммониты семейств *Perisphinctidae*, *Oppeliidae*, *Aspidoceratidae*, населявшие различные провинции, положение которых по сравнению с келловеем мало изменилось. На западе Бореального океана на Шпицбергене и Таймыре появляются роды сем. *Oppeliidae* (*Streblites*), которые переносились с помощью Палеогольфстрима. Вдоль берега Палеоазии течения Тайванское и Куро-Сио расселяли аммониты и другие теплолюбивые животные, характерные для Тетического пояса.

Палеобиогеография титонского века подробно рассмотрена в отдельной работе [4] и приводится здесь в сокращенном виде. В это время наиболее четко наметилась дифференциация аммоноидей и брахиопод (см.

рис. 4). На севере в Бореальном поясе и особенно в Восточно-Европейской провинции, а также в Северо-Сибирской и Западно-Сибирской провинциях резко преобладало семейство аммоноидей *Craspeditidae* с подсемействами *Dorsoplanitinae* и *Virgatitinae*. Были распространены также представители подсемейства *Virgatosphinctinae*. Брахиоподы обитали в Восточно-Европейской (*Lingula*, *Rhynchonella*, *Russirhynchia*, *Russiella*, *Mosquella*), Северо-Сибирской провинциях и в прилегающих регионах (*Ptilorhynchia*, *Pinaxioceras*, *Lenothyris*, *Taimyrothyris*, *Uralella*, *Uralorhynchia*).

На юге Европы в Тетическом палеобиогеографическом поясе, где выделяются Средиземноморская, Субсредиземноморская, Эфиопская, Гималайская и Восточно-Азиатская провинции, обитали аммониты семейств *Perisphinctidae* и *Berriasellidae* (с подсемействами *Himalayitinae*), *Simoceratidae*, *Aspidoceratidae*, *Oppeliidae*, *Naploceratidae*, а также *Lytoceras* и *Phylloceras*. Брахиоподы известны только на Кавказе, реже в Крыму и на западе Средней Азии (Субсредиземноморская провинция). Это *Tropeothyris*, *Cheirothyris*, *Jsmenia*, *Zeillerina* и *Terebrataliopsis*.

Преобладание терригенных пород на севере Евразии и карбонатных на юге подтверждает существование климатической зональности в данном веке. Системой глобальных течений в Бореальном океане расселялось сем. *Craspeditidae*, а Палеогольфстрим способствовал транспортировке сем. *Perisphinctidae*. На севере Тихого океана северный круговорот течений расселял бурые и редких аммонитов. Южнее пассатные течения, а также Тайванское и Куро-Сио переносили аммониты вдоль восточного берега Палеоазии и через Тихий океан. В Индийском океане круговорот течений благоприятствовал расселению аммонитов вдоль его берегов и содействовал морским связям с прилегающими районами Средиземноморской провинции и Тихим океаном.

В заключение можно сформулировать следующие выводы.

1. Различие в составе фауны аммоноидей и брахиопод в морских бассейнах, омывавших Евразию с севера и

юга, устанавливается начиная с геттанга, но более четко оно проявляется в плинсбахе, когда наметились Бореальный и Тетический палеобиогеографические пояса.

2. Наибольшее число провинций выделяется в поздней юре, что служит подтверждением наблюдаемого в Европе обособления определенных сообществ позднелюрских аммоноидей и брахиопод в эпиконтинентальных морях и заливах.

3. Расселение аммоноидей довольно хорошо объясняется существованием глобальных морских течений (обусловленных характером вращения нашей планеты), которые мало отличались от современных и не менялись в течение юрского времени.

4. На территории Евразии корреляция юрских отложений между Тетическим и Бореальными поясами в ранней юре не вызывает особых затруднений, но начиная с байоса она становится в значительной мере условной. Эти отложения сопоставляются только в объеме ярусов и подъярусов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Палеобиогеографический атлас Тихоокеанского подвижного пояса и Тихого океана. Масштаб 1:60 000 000. Редакторы К. М. Худолей и М. А. Ржонсницкая. М., 1979.
2. Палеогеография севера СССР в юрском периоде. Отв. ред. К. В. Боголепов. Новосибирск, Наука, 1983. (Тр. Ин-та геологии и геофизики СО АН СССР, вып. 173).
3. Палеогеография СССР. Т. 3. Триасовый, юрский и меловой периоды. Главн. ред. А. П. Виноградов. М., Недра, 1976.
4. Худолей К. М. Палеобиогеографические провинции титонского века и пути миграции аммоноидей. — Палеонтол. журнал, 1984, № 3, с. 17—26.
5. Enay R. Paleobiogeographie et amonites Jurassiques: „rythmes fauniques“ et variation du niveau marin: voies d'échanges, migration et domaines biogeographiques. — Livre Julilaire de la Sociéti geologique de France, 1980, Mem. h.-s., No 10, p. 261—281.
6. Donovan D. T. The Geographical distribution of Lower Jurassic ammonites in Europe and adjacent areas. — In: Aspect of Tethyan Biogeography, System. Assoc. Public., 1967, No 7, p. 111—134.
7. The Phanerozoic Geology of the World. Ed. by M. Moullade, A. E. M. Nairn. V. 2. Amsterdam, Elsevier. Mesozoic „A“, 1978; Mesozoic „B“, 1983.

8. Wang Yi-gang, Sun Dong-li. An Aspect of the Jurassic Sistem of China.—In: Report No 1, UNESCO, Project No 171, Circum-Pacific Jurassic (Circum-Pacific Jurassic Research Group). Hamilton, Canada, 1982,

УДК 551.7 : 563.125.6(574.1)

М. Н. ИЗOTOVA (ВНИГРИ)

Фузулинидовые зоны нижней перми северного и восточного бортов Прикаспийской впадины

Нижнепермские отложения широко развиты в подсоловом нефтегазоносном комплексе Прикаспийской впадины, особенно в ее восточной и северной приобтовых зонах. Детальное их расчленение приобретает первостепенное значение в связи с составлением проекта стратиграфической схемы пермских отложений Русской платформы. Следует отметить, что Прикаспийский регион не был охвачен ранее принятыми унифицированными схемами палеозоя Русской платформы [11] и будет включен в них впервые.

Фораминиферы наиболее часто встречаются в отложениях нижней перми, а фузулиниды являются той ведущей группой, которая дает надежные критерии для зонального расчленения и межрегиональной корреляции нижнепермских разрезов. В настоящее время уста-

р. 89—112.

9. Ziegler P. A. Geological Atlas of Western and Central Europe. V. 1, 2. The Hague, Schell Inter. Petrol. Maatschappij B. V., 1982.

новлены прочные филогенетические связи между родами и видами фузулинид, позволяющие выделять естественные возрастные комплексы видов, которые могут служить основой для разработки детальной стратиграфии.

На восточном борту Прикаспийской впадины нижнепермские отложения представлены разнообразным набором пород — карбонатных, терригенных и сульфатно-терригенных, образовавшихся в различных фациальных условиях. Стратиграфически наиболее полные и фаунистически охарактеризованные разрезы вскрыты на площадях Восточный Тортколь, Жанажол и Кенкиак (рисунок). Ассельский ярус выделен в полном объеме в составе трех общепринятых фузулинидовых зон, сакмарский — в составе одной зоны, соответствующей тастубскому горизонту, и артинский — в составе нижней зоны яруса, синхронного бурцевскому горизонту.

Отложения ассельского яруса включают органогенно-обломочные, глинистые известняки, аргиллиты и конгломератовидные песчаники. Наибольшая мощность карбонатного разреза 310 м (скв. Г-3 Восточный Тортколь), терригенного — более 105 м (скв. Г-12 Жанажол). Контакты с подстилающим гжельским ярусом верхнего карбона и перекрывающим сакмарским ярусом согласные. Нижняя граница, проведенная в разрезе скв. Г-3 Восточный Тортколь, проходит внутри однородной толщи органогенно-обломочных известняков, а в разрезе скв. Г-12 Жанажол — внутри толщи терригенных осадков (мергелей, аргиллитов, алевролитов).

Одним из наиболее спорных вопросов стратиграфии перми до сих пор остается нижняя граница системы. Существуют четыре варианта ее проведения по фузулинидам. Почти планетарное распространение отложений ассельского яруса с отчетливо выраженным комплексом характерных видов делает практически наиболее реальным выбор границы в основании этого яруса. Биостратиграфическим критерием ее проведения служит появление рода *Pseudofusulina*, *Schwagerina* и *Occidentoschwagerina*, знаменующий пермский этап развития сем. Schwagerinidae, и новых, более прогрессивных видов даиксин — *Daixina bosbytauensis* Bensch., *D. vasilkovskyi* Bensch., *D. vohzhgalensis* Raus. и др.

Комплекс гжельского яруса, изученный в разрезе скв. Г-3 Восточный Тортколь (глубина 1839—1905 м), представлен формами, характерными для его верхней зоны. — *Daixina sokensis* (Raus.), *Daixina sokensis* f. remota

Scherb., D. sokensis f. *minuta* f. nov., *D. privilegiata* (Pant.), *D. aff. schlesingeri* Scherb., *D. aff. perlata* Scherb., разнообразная группа видов *Triticites schwageriniformis*, *T. communis* Raus., *T. parvulus* (Schellw.), *T. aff. secalicus* (Say). Близкий комплекс видов указан С. Ф. Щербович [15] в терригенных отложениях, вскрытых скважинами Г-2 и Г-5 Кокпекты, Г-1 Жанажол. В разрезе скв. Г-12 Жанажол зона *Daixina sokensis* охарактеризована конодонтами *Streptognathodus elongatus* Gun., *S. simplex* Gun., *S. conjunctus* B., I., St., *S. alekseevi* B., I., St., *S. elegantulus* St. et Pl. (определения Л. З. Ахметшиной). Фораминиферы здесь не встречаются.

Распространение фузулинид по разрезу ассельского яруса позволило выделить три зоны — нижнюю *Schwagerina vulgaris* — *S. fusiformis*, среднюю *Schwagerina moelleri* — *Pseudofusulina fecunda* и верхнюю *Schwagerina sphaerica* — *Pseudofusulina firma*. В нижней зоне установлены местные подзоны — нижняя *Daixina bosbytauensis* и верхняя *Schwagerina vulgaris*.

Подзона *Daixina bosbytauensis* изучена в разрезах скважин Г-3 Восточный Тортколь (1812—1839 м), Г-12 Жанажол (2827—2839 м) и Г-14 Жанажол (2691,9—2700 м), где ее нижняя граница совпадает с нижней границей яруса. В разрезе скв. Г-12 Жанажол данная подзона представлена мергелями, а в остальных разрезах — известняками. Сообщества фузулинид, встречающиеся в обоих типах осадков, очень близки между собой. Поэтому мы приводим единый общий комплекс характерных видов подзоны — *Quasifusulina cayenxi* (Deprat), *Q. kaspiensis* Scherb., *Daixina bosbytauensis* Bensch., *D. vasilkovskyi* Bensch., *D. postgallowayi* Bensch., *D. vohzhgalensis* Raus., *D. cf. pomposa* Sjom., *D. fortis* Sjom., *Rugosofusulina stabilis* Raus., *Dutkevitchia complicata* (Schellw.), *Pseudofusulina anderssoni* (Schellw.), *P. anderssoni galinae* Vol., *P. anderssoni subovata* Kon., *P. aff. pseudoanderssoni* Sjom. P. (*Globifusulina*) *aff. krotowi* (Schellw.), *Occidentoschwagerina kokpektensis* f. *elongata* Scherb.

Присутствие в этом комплексе значительного числа доживающих позднекаменноугольных видов, таких, как *Jugulites longus* Ros., *J. volgensis* (Raus.), *J. jugulensis* (Raus.), *Daixina sokensis* (Raus.), видовых групп *Triticites schwageriniformis* и *T. quasitarcticus*, подтверждает правильность выделения части разреза, соответствующей подзоне *Daixina bosbytauensis*, в основании ассельского яруса. Близкий комплекс видов на восточном борту Прикаспия известен в терригенных отложениях Кокпектинской площади (скважины Г-2 и Г-5) [15]. От вышеприведенного он отличается участием видов группы *Pseudofusulina paragegaria*.

Подзона *Schwagerina vulgaris* (скв. Г-3 Восточный Тортколь, интервал 1765—1812 м) выделена по появлению первых швагерины группы *Schwagerina vulgaris*. В органогенно-обломочных известняках встречен комплекс, представленный такими характерными видами, как *Daixina pomposa* Sjom., *D. bosbytauensis* Bensch., *D. postgallowayi*

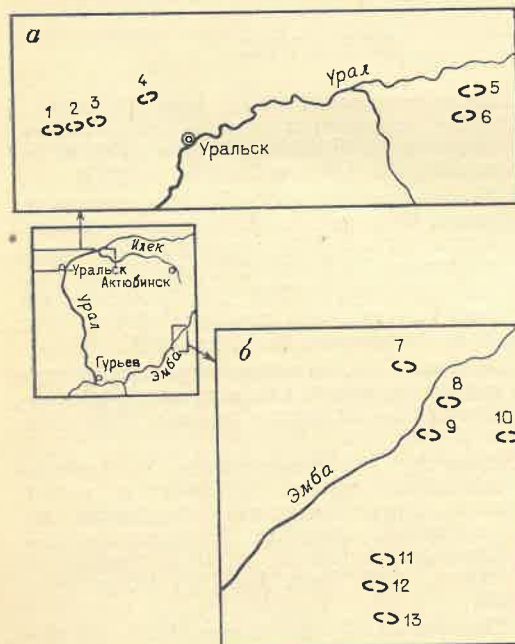
f. *plicata* i. nov., *Rugosofusulina serrata* Raus., *R. arianica* Lev. et Scherb., *R. stabilis* Raus., *Triticites mica* Grozd., группой видов *T. schwageriniformis*, *Pseudofusulina anderssoni nibelensis* Kir., *P. paraanderssoni acutiterminalis* Sjom., *P. aff. pseudopointeli* Raus., *Schwagerina vulgaris* Scherb., *S. kumajica* Scherb., *S. aff. notabilis* Grozd. В терригенной части разреза (скв. Г-12 Жанажол) фузулиниды не были встречены.

Средняя зона яруса — зона *Schwagerina moelleri* — *Pseudofusulina fecunda* (скважины Г-3 Восточный Тортколь, интервал 1589—1765 м; Г-12 Жанажол, интервал 2737—2744 м; Г-13 Жанажол, интервал 2343,6—2349 м; Г-1 Синельниковская, интервал 2679—2682 м) представлена в разрезе скв. Г-12 Жанажол мергелями, а в остальных разрезах — органогенно-обломочными, частично алевроитскими известняками. Она устанавливается по появлению группы видов *Pseudofusulina fecunda* и псевдшвагерины.

Наиболее богатый как в родовом, так и в видовом отношении комплекс фузулинид изучен в разрезах скважин Г-3 Восточный Тортколь и Г-1 Синельниковская, где включает широко распространенные в среднем асселе Волго-Уральской стратотипической области, Дарвазе и Фергане виды *Rugosofusulina serrata* Raus., *R. pulchella* Raus., *R. directa* Bensch., *R. stabilis* Raus., *Dutkevitchia devexa* (Raus.), *D. kargalensis* (Raus.), *Pseudofusulina fecunda* Sham. et Scherb., *P. primitiva* Sham. et Scherb., *P. aff. rhomboides* Sham. et Scherb., *P. sulcata* Korzh., *P. decurta* Korzh., *P. paragegaria ascedens* Raus., *P. pseudopointeli* Raus., *P. lutuginiformis* Raus., *P. (Globifusulina) pseudosphaerica* (Alex.), *Pseudoschwagerina beedei uralensis* Raus., *P. aff. beedei* Dunb. et Skin., *P. uddeni* Beede et Knik., *P. uddeni russiensis* Raus., *P. aff. aktjubensis* Raus., *P. robusta* (Meek.), *P. monstrata* Bensch., *P. aff. maclayi* Bensch., *P. kaspiensis* Izot., *Schwagerina sphaerica gigas* Scherb., *S. ex gr. sphaerica* Scherb., *S. vulgaris* Scherb., *Occidentoschwagerina primaeva* (Raus.), *O. primaeva sarycimensis* Scherb.

Обращают на себя внимание многочисленные псевдшвагерины, встречающиеся в разрезе скв. Г-3 Восточный Тортколь. Среди них присутствуют своеобразные «складчатые» формы, отличающиеся от ранее известных. В целом описанный выше комплекс вполне сопоставим с одновозрастным комплексом из терригенных отложений площади Кокпекты [15]. Однако в мергелях, вскрытых скв. Г-12 Жанажол, обнаружено обедненное сообщество фузулинид, состоящее только из двух форм — *Pseudofusulina* ex gr. *rhomboides* Sham. et Scherb. и *Schwagerina shamovi* Scherb.

Верхняя зона ассельского яруса — зона *Schwagerina sphaerica* — *Pseudofusulina firma* (скважины Г-3 Восточный Тортколь, интервал 1587—1589 м, Г-9 Жанажол, интервал 2820—2855 м, Г-105 Кенкиак, интервал 4193—4200) в разрезе скв. Г-3 Восточный Тортколь сложена органогенно-обломочными известняками, а в остальных разрезах — аргиллитами и песчаниками. Она выделяется по появлению группы *Pseudofusulina (Globifusu-*



Схемы расположения площадей изучения нижнепермских отложений Прикаспийской впадины

а — северный борт; б — восточный борт; площади: 1 — Токаревская, 2 — Цыгановская, 3 — Ульяновская, 4 — Западно-Тепловская, 5 — Аксайская, 6 — Карачаганакская; 7 — Кенкиак, 8 — Жанажол, 9 — Синельниковская, 10 — Кокпектинская, 11 — Южный Тускум, 12 — Восточный Тобускен, 13 — Восточный Тортколь

lina) firma. Характерные виды зоны — *Pseudofusulina (Globifusulina) firma* Sham., P. (G.) ex gr. *firma* Sham., P. *decurta* Korzh., P. ex gr. *sulcata* Korzh., *Schwagerina sphaerica gigas* Scherb., *Occidentoschwagerina* ex gr. *primaeva* (Raus.), *Dutkevitchia splendida* Bensh.

Более бедное сообщество встречено в разрезе скв. Г-3 Тортколь. Из характерных видов следует отметить *Pseudofusulina (Globifusulina) electa* Sham. и P. (G.) aff. *idolbajevici* Sham.

Сакмарский ярус представлен песчаниками, конгломератовидными песчаниками, гравелитами и органогенно-обломочными известняками. Нижняя его граница прослежена в разрезе скв. Г-9 Жанажол, в котором на ассельских мергелях лежат известняки с типичным сакмарским комплексом фузулинид. Биостратиграфическим критерием выделения сакмарских отложений служит появление более прогрессивных групп псевдофузулинид, в первую очередь группы *Pseudofusulina moelleri*.

Нами изучен комплекс фузулинид только нижней половины яруса — зоны *Pseudofusulina moelleri* — P. *verneuili*, соответствующей тастубскому горизонту. Она вскрыта скважинами на площади Кенкияк (Г-103, интервал 4755—4764 м; Г-108, интервал 2815—2820 м) и выделяется по появлению группы *Pseudofusulina moelleri*. Сообщества фузулинид, обнаруженные в обоих типах осадков, близки между собой. Поэтому приводится общий комплекс характерных видов — *Waeringella* sp., *Boultonia willsi* Lee, *Pseudofusulina moelleri* (Schellw.), P. *aequalis* (Schellw.), P. *samjatini* Scherb., P. *sulcata* Korzh., P. *decurta* Korzh., P. *jaroslavkensis* Viss., P. ex gr. *verneuili* (Moell.), P. *truncatella* Kir., P. *fortissima* Kir.

Артинский ярус, охарактеризованный фузулинидами, изучен в разрезе скв. Г-110 Кенкияк (4134,9—4195,2 м). Здесь в толще песчаника присутствует группа высокоорганизованных псевдофузулинид — *Pseudofusulina pedissequa*, позволявшая отнести эту часть разреза к нижней зоне яруса — зоне *Pseudofusulina concavatus*, соответствующей бурцевскому горизонту. Нижняя граница яруса не прослежена. Комплекс представлен видами, широко распространенными в указанном стратиграфическом интервале по всему Западно-Уралу, — *Pseudofusulina pedissequa* Viss., P. ex gr. *pedissequa* Viss., P. *rara* Schir., P. *ovata* Raus., P. ex gr. *paraconcessa* Raus., P. aff. *kutkanensis* Raus., P. *karagansensis* Raus., P. *callosa* Raus., P. aff. *patracovkensis* Kon. Следует отметить, что в Пермском Приуралье подобный комплекс приурочен к низам зоны *Pseudofusulina concavatus* [14].

Заканчивая краткую характеристику нижнепермских отложений Восточного Прикаспия, следует сказать несколько слов об отложениях, вскрытых скважинами Г-1 Южный Тускум и Г-2 Восточный Тобускен. В разрезе скв. Г-1 на глубине 3152—3456 м прослежена толща грубообломочных пород разного возраста (от серпуховского до ассельского) в нарушенной последовательности. Время образования этой толщи, вероятно, сакмарское, поскольку в изученном комплексе фораминифер

наиболее молодыми были формы, характерные для верхней зоны ассельского яруса, — *Schwagerina sphaerica gigas* Scherb., S. *cariniolica* Kahler, *Pseudofusulina (Globifusulina)* ex gr. *uralica* (Krot.). Наличие деформированных раковин перечисленных видов с обломанными осевыми концами, часто окатанных, не оставляет сомнения в том, что они являются переотложенными.

В разрезе скв. Г-2 на глубине 3235—3263 м встречен комплекс фораминифер, в котором наряду с типично ассельскими формами — швагеринами, псевдошвагеринами, псевдофузулинидами групп *Pseudofusulina (Globifusulina) krotowi* и P. *gregaria* — присутствуют более молодые сакмарские *Pseudofusulina moelleri* (Schellw.), P. (G.) *Globifusulina uralica* (Krot.), P. *plicatissima* Raus. Деформированные и окатанные раковины этих фузулинид также несут следы переотложения. Время образования рассматриваемой толщи позднесакмарское или артинское. Элементы переотложения раковин наблюдаются и в породах, изученных на площади Кенкияк. Так, в разрезе скв. Г-103 в интервале 4232—4240 м в конгломератовидном песчанике наряду с позднеассельскими формами *Pseudofusulina (Globifusulina) firma* Sham., P. *decurta* Korzh. содержатся жигулиты и тритициты, типичные для желского яруса.

В раннепермское время по сравнению с позднекаменноугольным [6] на востоке Прикаспийской впадины площадь карбонатно-осадконакопления сократилась и значительное место стали занимать отложения регрессивного типа. В позднесакмарское и артинское время, по-видимому, в связи с усилением регрессивного цикла происходили интенсивный размыв и перенос осадков, вскрытых в ряде упомянутых выше разрезов.

Однако, несмотря на неполноту разрезов нижнепермских отложений и элемент переотложения раковин, в нем выделены все общепринятые фузулинидовые зоны ассельского яруса — нижняя зона сакмарского (тастубский горизонт) и нижняя зона артинского (бурцевский горизонт) ярусов. Зоны ассельского яруса его нижняя граница прослежены и обоснованы фузулинидами в карбонатной толще (скв. Г-3 Восточный Тортколь). Эти же подразделения и верхняя граница яруса изучены и в терригенной толще (скважины Г-9 и Г-12 Жанажол). Нижняя зона расчленена на две местные подзоны — *Daixina bosbytayensis* и *Schwagerina vulgaris*, названные по видам индексам, впервые появляющимся в указанных стратиграфических подразделениях наиболее характерным для них.

На Втором семинаре-коллоквиуме по биостратиграфии и фузулинидам пограничные отложения желского и ассельского ярусов было предложено выделению редкой встречаемости швагерин или отсутствия их в нижней части зоны *Schwagerina vulgaris* — S. *formis* выделить в этом интервале разреза местные стратиграфические зоны или слои [12]. На Среднем Урале и Русской платформе в восточно-прикаспийской подзоне *Daixina bosbytayensis* сопоставляются слои с *Daixina robusta*. Комплексы фузулинид ассельского яруса и нижней части сакмарского, встреченные

ные в обоих типах пород, оказались равноценными по родовому и видовому составу. Присутствие в них видов-индексов и близких форм позволяет проводить корреляцию с однообразными комплексами Волго-Уральской области, Юго-Восточного Прикаспия — района Сарыкум [15] и соседних районов Тетиса — Ферганы [1, 2], Дарваза [7, 8].

Нижнепермские отложения на северном борту Прикаспийской впадины развиты широко. В отличие от восточного разреза, они представлены здесь преимущественно карбонатной толщей. Ассельско-сакмарская часть разреза, богато охарактеризованная фузулинидами, изучена нами ранее на Западно-Тепловской, Цыгановской, Ульяновской и Аксайской площадях [4, 5]. За последнее время обработана богатая коллекция фораминифер по разрезу Карачаганакской площади (см. рисунок), дающая более полное представление о развитии этой группы фауны в ранней перми. Остановимся подробнее на биостратиграфии пермского разреза Карачаганакской площади, в котором ассельский ярус выделен в составе двух верхних зон, сакмарский в полном объеме в составе двух фузулинидовых зон, соответствующих тастубскому и стерлитамакскому горизонтам, а артинский — в составе двух нижних зон, соответствующих бурцевскому и иргинскому горизонтам.

Ассельский ярус представлен органогенно-обломочными и органогенными, фузулинидовыми, мшанковыми, водорослевыми, доломитизированными известняками. Наибольшая мощность отложений (132 м) установлена в разрезе скв. Г-2. Нижняя граница яруса не прослежена, верхняя, изученная в разрезе скв. Г-2, согласная и проходит внутри литологически однородной толщи карбонатных осадков. Биостратиграфическим критерием выделения ассельских отложений служит появление и широкое распространение в них псевдофузулинид, швагерин, псевдошвагерин и дуткевичей. В составе яруса обособлены средняя (*Schwagerina moelleri* — *Pseudofusulina secunda*) и верхняя (*Schwagerina sphaerica* — *Pseudofusulina firma*) зоны.

Зона *Schwagerina moelleri* — *Pseudofusulina secunda* (скважины Г-2, интервал 4189—4210,8 м; Г-4, интервал 4466,5—4525 м; П-10, интервал 4155—4242 м) выделена по появлению группы видов *Pseudofusulina secunda* P. *conspicua* Sham. et Scherb., P. *pavlinae* Izot. и др.) и псевдошвагерин. Характерный комплекс видов зоны представлен *Pseudofusulinella usvae* (Dutk.), группой видов *Schwagerina paramelonica*, S. *sphaerica*, S. *kingi*, *Boultonia fusiellinoides* Izot., *Dutkevitchia complicata* (Schellw.), D. *kargatensis* (Raus.), D. aff. *formosa* Lev. et Scherb., *Triticites nadezhdae* Grozd., T. *schwageriniformis* Raus., *Pseudofusulina paragregaria* Raus., P. *paragregaria ascedens* Raus., P. *gregaria inconstans* Scherb., P. *lutuginiformis* Raus., P. *pointeli* Raus., P. *conspicua* Sham. et Scherb., P. aff. *paramelonica* Sham. et Scherb., P. aff. *paramelonica* Sham. et Scherb., P. *pavlinae* Izot., P. *sulcata* Korzh., P. (G.) *Globifusulina caudata* Raus., *Pseudoschwagerina uddeni russienensis* Raus., *Schwagerina kusjapkulovi* Scherb., S. *constans* Scherb.

В нем доминируют псевдофузулины, среди них виды групп *Pseudofusulina gregaria* и P. *sulcata* особенно многочисленны и разнообразны. Но если первая группа широко распространена по всей площади, то вторая — только в разрезе скв. Г-4, где содержит богатое сообщество видов — *Pseudofusulina sulcata* Korzh., P. *inschimbajevi* Korzh., P. *correcta* Korzh., P. *rauserae* Korzh., P. *composita* Korzh., P. *decurta* Korzh., P. *sulcatiformis* Lev. et Scherb. Группа *Pseudofusulina (Globifusulina) krotowi*, обычно широко развитая на Русской платформе и Урале [9], представлена здесь лишь одним видом — P. (G.) *Globifusulina caudata* Raus. Особенность комплекса заключается в почти полном отсутствии ругозофузулинид.

Вышеприведенный комплекс зоны, изученный на Карачаганакской площади, типичен для среднеассельских отложений Северного Прикаспия. На Ульяновской, Цыгановской и Западно-Тепловской площадях более широко распространена лишь группа *Pseudofusulina (Globifusulina) krotowi* [4, 5]. Вполне сопоставим указанный комплекс и со среднеассельским комплексом Восточного Прикаспия, но в последнем большее участие принимают швагерин и псевдошвагерин, представленные теми же или близкими видами.

Зона *Schwagerina sphaerica* — *Pseudofusulina firma* изучена в разрезах скважин Г-2 (4078,8—4189,8 м), Г-4 (4462,5—4466,5 м), П-10 (4132—4155 м). Выделена она по появлению вида-индекса *Pseudofusulina (Globifusulina) firma* и близких видов группы P. (G.) *uralica*, а также массовому расцвету группы видов *Schwagerina sphaerica*. Наиболее характерные виды комплекса этой зоны — *Pseudofusulina (Globifusulina) firma* Sham., P. (G.) *sphaerica* Bel., P. (G.) *exuberata* Sham., P. (G.) *exuberata macra* Sham., P. (G.) aff. *entis* Izot., группы видов P. *gregaria* и P. *sulcata*, *Schwagerina sphaerica* Scherb., S. *sphaerica ovoidea* Scherb., S. *sphaerica gigas* Scherb., S. *constans* Scherb., *Zellia* (?) aff. *heritschi* (Kahler et Kahler), Z. (?) ex gr. *heritschi* (Kahler et Kahler).

В данном комплексе также преобладают псевдофузулины, представленные тремя группами видов — *Pseudofusulina (Globifusulina) uralica*, P. *gregaria* и P. *sulcata*. Две последние, широко распространенные на всей Карачаганакской площади, имеют тот же видовой состав, что и среднеассельские. Группа видов P. (G.) *uralica*, впервые появившаяся в позднем асселе, полнее всего представлена в разрезе скв. П-10. Вид-индекс зоны P. (G.) *firma* Sham., входящий в эту группу, встречен повсеместно. Второй вид-индекс — *Schwagerina sphaerica* Scherb. также присутствует во всех изученных разрезах. Следует отметить, что в Прикаспии, как и в стратотипической Уральской области, группа *Schwagerina sphaerica* появляется в среднем асселе, но расцвет ее приходится на позднеассельское время.

Вышеприведенный видовой комплекс дополняется *Schwagerina paramelonica minor* Sul., *Pseudoendothyra dagmarae* (Dutk.), *Parasaffelloides pseudosphaeroidea* (Dutk.), особенно многочисленными в верхней части раз-

реза. Карачаганакский комплекс фузулинид типичен для верхнеасельских отложений Северного Прикаспия, а по родовому и видовому составу вполне сопоставим с позднеасельским комплексом Восточного Прикаспия.

Сакмарский ярус включает органогенно-обломочные, фузулинидово-мшанковые, коралловые, частично доломитизированные известняки, иногда с прослоями грубообломочных (мощность пород 52—63 м). Нижняя и верхняя границы яруса, прослеженные в разрезе скв. Г-2, согласные и проходят внутри литологически однородной толщи карбонатных осадков. Несогласное залегание сакмарских отложений установлено в разрезах скважин П-10, Г-5, Г-13. В первом они лежат с разрывом на верхней зоне асельского яруса (глубина 4132 м), в остальных двух — на краснополюнских осадках башкирского яруса (глубина 5039 м). Биостратиграфическим критерием выделения сакмарских отложений служит появление двух новых более высокоорганизованных групп псевдофузулид — *Pseudofusulina moelleri* и *P. urdalensis*. В составе яруса выделены две зоны — нижняя *Pseudofusulina moelleri* — *P. verneuli*, соответствующая тастубскому горизонту, и верхняя *P. urdalensis*, соответствующая стерлитамакскому.

Зона *Pseudofusulina moelleri* — *P. verneuli* (скважины Г-2, интервал 4044,8—4078,8; Г-9, интервал 4412—4419 м; Г-13, интервал 5016—5039 м) устанавливается по появлению группы видов *Pseudofusulina moelleri*. В разрезах скважин Г-4 и Г-5 сакмарский ярус не подразделен на зоны. Характерный комплекс зоны представлен видами: *Rugosofusulina intermedia* Raus., *Pseudofusulinella usvae* (Dutk.), *Pseudofusulina moelleri* (Schellw.), *P. ex gr. moelleri* (Schellw.), *P. aequalis* (Schellw.), *P. blochini bellatula* Kozh., *P. cf. ordinata* Kir., *P. ex gr. jaroslavlensis* Viss., *P. (G.) uralica longa* Grozd. et Leb., *P. parajaponica* Bel., *P. aff. callosa* Raus., *P. sulcata* Kozh., *P. composita* Kozh., *P. decurta* Kozh., *P. lutuginiformis* Raus. Сообщество фузулинид дополняют многочисленные группы видов *Schubertella paramelonica* Sul., а также *Pseudoendothyra preobrajenskyi* (Dutk.), *P. postrhomboides* Grozd., *Parastaffelloides pseudosphaeroidea* (Dutk.).

В приведенном комплексе совершенно отсутствуют швагериины, псевдошвагериины, оксидентошвагериины, дуткевичии и многие группы псевдофузулид, характерные для асельского яруса. Из последних в сакмарский ярус переходят доживающие в тастубское время *Pseudofusulina lutuginiformis* Raus. и группа видов *P. sulcata*. Доминирующее положение начинает занимать группа видов *Pseudofusulina moelleri*, впервые появившаяся в раннесакмарское время. Наиболее полное ее сообщество встречено в разрезе скв. Г-13. Комплекс фузулинид нижней зоны сакмарского яруса, изученный на Карачаганакской площади, вполне сопоставим с одновозрастными комплексами Ульяновской, Тепловской, Рожковской и Аксайской площадей, в которых также присутствует группа *P. moelleri*.

Карачаганакский комплекс отличается только отсутствием мелких тритицитов типа *Triticites pensus* Grozd. et Leb., впервые опи-

санных из тастубских отложений Северного Тимана [3] и широко распространенных на Ульяновской, Западно-Тепловской и Рожковской площадях. В разрезе скв. П-2 Аксайской наряду с типичными раннесакмарскими формами присутствуют переотложенные асельские и позднекаменноугольные раковины. В карачаганакском разрезе переотложенные формы не встречены, хотя в разрезах ряда скважин сакмарские отложения с большим стратиграфическим перерывом лежат на башкирских, так же как и в разрезе скв. П-2 Аксайской. Изученный раннесакмарский комплекс видов Северного Прикаспия легко коррелируется с одновозрастным комплексом Восточного Прикаспия по присутствию вида-индекса *Pseudofusulina moelleri* (Schellw.).

Зона *Pseudofusulina urdalensis* (скважины Г-2, интервал 4026,8—4044,8 м и П-10, интервал 4069—4132 м) выделена по появлению группы *Pseudofusulina urdalensis*. Характерный комплекс зоны — виды *Pseudofusulina urdalensis* Raus., *P. urdalensis abnormis* Raus., *P. ex gr. urdalensis* Raus., *P. plicatissima* Raus., *P. plicatissima irregularis* Raus., *P. callosa* Raus., *P. callosa proconcautas* Raus., *P. ovoides* Kir., *P. sf. miranda* Kir., *P. verneuli infecta* Viss., *P. ex gr. blochini* Kozh.

Позднесакмарский комплекс фузулинид по сравнению с предыдущим более однообразен. В основном здесь развита многочисленная группа видов *Pseudofusulina urdalensis*, широко распространенная в стерлитамакском горизонте Западного Урала [9] и Северного Тимана. На остальной территории Северного Прикаспия подобный комплекс изучен в разрезе скв. П-21 Ульяновской. В разрезе скв. П-10, в котором отсутствуют тастубский горизонт и верхняя часть зоны Schwagerina sphaerica — *Pseudofusulina firma* асельского яруса, наряду с типично стерлитамакскими встречены более древние формы асельского раннесакмарского облика (раковины их сильно разрушены и, по-видимому, переотложены), такие, как *Rugosofusulina* sp., *Dutkevitchia* sp., *Daixina* sp., *Pseudofusulina* (*Globifusulina*) ex gr. *sphaerica* Bel., *P. (G.) ex gr. uralica* (Krot.), *P. cf. sulcata* Kozh., *P. ex gr. moelleri* (Schellw.), *Schwagerina* sp.

Артинский ярус представлен органогенно-обломочными, органогенными, реже биогермными, мшанково-криноидными, мшанково-фузулинидовыми, водорослевыми, частично доломитизированными известняками, иногда с мелкой галькой. Мощность отложений колеблется от 50 до 61 м. Нижняя граница яруса, прослеженная в разрезах скважин Г-2 и П-10, согласная и проходит внутри литологически однородной толщи карбонатных осадков. Биостратиграфический критерий ее проведения — появление типично артинских фузулинид, видовых групп *Pseudofusulina concavatas* и *P. pedissequa*. Верхняя граница яруса не прослежена. В нем выделены две нижние зоны, принятые в настоящее время [13]. — *Pseudofusulina concavatas*, соответствующая бурцевскому, и *Parafusulina lutugini* — иргинскому горизонтам. Последняя обособлена условно.

Зона *Pseudofusulina concavatas*, изученная в разрезах скважин Г-2 (3985,8—4026,8 м) и П-10 (4010—4069 м), выделена по появлению

Pseudofusulina pedissequa Viss. и группы видов *P. concavatas*. Комплекс фузулинид включает следующие характерные виды: *Pseudofusulina pedissequa* Viss., *P. postpedissequa* Raus., *P. ex gr. pedissequa* Viss., *P. concavatas adelpha* Raus., *P. paraconcavatas* Viss., *P. ex gr. concavatas* Viss., *P. irginensis* Schir., *P. schidensis* Raus., *P. curta* Raus., *P. aff. shamovi* Viss., *P. cf. prolutugini* Raus., *P. urdalensis* Raus., *P. plicatissima* Raus., *P. callosa proconcautas* Raus. Доминируют группы видов *Pseudofusulina concavatas* и *P. pedissequa*. Первая из них встречена в обоих изученных разрезах, вторая — в разрезе скв. П-10 совместно с видами группы *P. concavatas*. Значительное место занимают доживающие стерлитамакские виды группы *Pseudofusulina urdalensis*.

На западном борту Прикаспийской впадины подобный комплекс видов изучен в разрезе скв. П-2 Токаревской. Здесь на глубине 3001—3039 м присутствуют *Pseudofusulina pedissequa* Viss., *P. ex gr. pedissequa* Viss., *P. aff. concavatas adelpha* Raus., *P. paraconcavata* Raus., *P. curta* Raus., *P. ovata* Raus. Бурцевский комплекс Северного Прикаспия, представленный видами, широко распространенными в Башкирском [10] и Пермском [14] Приуралья, на Северном Тимане [3], вполне сопоставим с одновозрастным комплексом Восточного Прикаспия по присутствию вида *Pseudofusulina pedissequa*.

Зона *Parafusulina lutugini* (скв. Г-2, интервал 3976,8—3985,8 м) охарактеризована комплексом фузулинид — *Pseudofusulina solida* (Schellw.), *P. aff. solida* (Schellw.), *P. kutkanensis* Raus., *P. paraconcavatas* Raus., *P. concavatas adelpha* Raus., *P. pseudoconcavatas* Raus., *P. ex gr. concavatas* (Viss.), *P. vissarionovae* Raus., *P. callosa proconcautas* Raus. В нем преобладает многочисленная группа *Pseudofusulina concavatas*, широко распространенная в подстилающих осадках нижней зоны яруса. Лишь присутствие видов группы *P. solida* и *P. kutkanensis* Raus., типичных для зоны *Pseudofusulina lutugini* (иргинского горизонта) в стратотипической области Башкирского Приуралья, позволило с некоторой долей условности отнести эту часть разреза к зоне *Parafusulina lutugini*.

Вышеприведенная фаунистическая характеристика карбонатных отложений нижней перми Северного Прикаспия свидетельствует о широком распространении фузулинид в асельском и сакмарском веках, а также в первой половине артинского века. Богатство их комплексов указывает на благоприятные условия существования в неглубоком, хорошо прогревавшемся морском бассейне с нормальной соленостью.

Посредством изучения фузулинид позволило выделить их зональные комплексы и провести детальное биостратиграфическое расчленение отложений нижней перми. В асельском ярусе установлены две верхние зоны — *Schwagerina moelleri* — *Pseudofusulina fecunda* и *S. sphaerica* — *P. firma*, в сакмарском — нижняя *Pseudofusulina moelleri* — *P. verneuli* и верхняя *Pseudofusulina urdalensis*, в артинском — две нижние зоны *P. concavatas* и *P. lutugini*.

Краткий анализ зональных комплексов фузулинид Северного и Восточного Прикаспия показал, что они близки как по родовому, так и по видовому составу (таблица), характеризуются слабым развитием эндемиков и представлены большей частью видами широкого географического распространения. В асельском ярусе зональные комплексы вполне сопоставимы с одновозрастными комплексами Волго-Уральской стратотипической области и северных районов Тетиса (Дарваз, Фергана) по присутствию в них видов-индексов и близких форм. В сакмарском и нижней половине артинского яруса они сравнимы с одновозрастными комплексами Урала и Северного Тимана.

Комплекс зоны *Pseudofusulina moelleri* — *P. verneuli* Прикаспия, как и всего Восточно-Европейского морского бассейна, с большим трудом коррелируется с одновозрастным комплексом Дарваза [8]. Это свидетельствует об изоляции в раннепермское время Восточно-Европейского и Тетического бассейнов, которая началась на рубеже асельского и сакмарского веков. В начале сакмарского века еще существовала слабая связь между этими бассейнами, что подтверждается развитием *Pseudofusulina moelleri* (Schellw.), — типичного восточно-европейского вида, обнаруженного в раннесакмарском разрезе Дарваза. С середины сакмарского века сообщение между указанными бассейнами прекратилось, и фузулиниды в дальнейшем продолжали развиваться в каждом из них независимо друг от друга.

Выполненное зональное расчленение позволяет уточнить историю палеогеографического развития Прикаспийской впадины в пермский период и более целенаправленно проводить поисково-разведочные работы в перспективном нефтегазоносном районе. Кроме того, оно весьма актуально, так как Прикаспийский регион ввиду недостаточной изученности его биостратиграфии до сих пор не входил в унифицированные стратиграфические схемы палеозоя Русской платформы. Предложенное нами зональное расчленение, несомненно, восполнит этот пробел и будет способствовать включению данного региона в корреляционную часть унифицированной схемы пермских отложений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бениш Ф. Р. Позднекаменноугольные и раннепермские фузулиниды Северной Ферганы. — В кн.: Стратиграфия и палеонтология Узбекистана и сопредельных районов. Ташкент, 1962, с. 186—252.
2. Бениш Ф. Р. Стратиграфия и фузулиниды верхнего палеозоя Южной Ферганы. Ташкент, Фан, 1972.
3. Гроздилова Л. П., Лебедева Н. С. Нижнепермские фораминиферы Северного Тимана. — В кн.: Микрофауна СССР. Т. 13. Л., 1961, с. 254—281. (Тр. ВНИГРИ, вып. 179).
4. Изотова М. Н., Горячева Л. П. Раннепермские фузулиниды северной окраины Прикаспийской низменности. — В кн.: Микрофауна и биостратиграфия фанерозоя неф-

Сопоставление фузулинидов зон нижней перми восточного и северного бортов Прикаспийской впадины

Система	Отдел	Ярус	Зона	Прикаспийская впадина			Унифицированная схема Русской платформы (1965 г.)	Унифицированная схема Урала (1980 г.)		
				Зона	Восточный борт*	Северный борт**		Горизонт	Зона	Горизонт
Ская	ниж	Артинский	—	Parafusulina lutugini	?	Известияки органогенно-обломочные, мшанково-фузулинидовые с <i>Pseudofusulina solida</i> (Schellw.), <i>P. aff. solida</i> Raus., <i>P. concavitas adelpha</i> Raus., <i>P. vissarionovae</i> Raus. 9 м	Иргинский	Псеудофузулина иргинская — <i>Parafusulina lutugini</i>	Артинский	Ярус
				Pseudofusulina concavitas	Песчаники с <i>Pseudofusulina pedissequa</i> Viss., <i>P. rara</i> Schir., <i>P. ovata</i> Raus., <i>P. ex gr. paraconces-sa</i> Raus., <i>P. karagasensis</i> Raus. 60,3 м	Известияки органогенно-обломочные, органогенные, реже биогермные, мшанковые, водорослевые, доломитизированные, с <i>Pseudofusulina concavitas adelpha</i> Raus., <i>P. paracon-cavitas</i> Viss., <i>P. pedissequa</i> Viss., <i>P. postpedissequa</i> Raus., <i>P. schi-densis</i> Raus., <i>P. curta</i> Raus. 41—61 м				
			Сакмарский	Pseudofusulina urdalensis	?	Известияки органогенно-обломочные, мшанковые, коралловые, фузулини-довые, частично доломитизирован-ные, с прослоями грубообломочных известняков с <i>Pseudofusulina urda-lensis</i> Raus., <i>P. plicatissima</i> Ra-us., <i>P. callosa</i> Raus., <i>P. verneuili infecta</i> Viss. 18—63 м	Стерлитамакский	Псеудофузулина урдаленская — <i>Pseudofusulina urdalensis</i>	Сакмарский	
				Pseudofusulina moelleri — <i>P. verneuili</i>	Песчаники, гравелиты, известияки органогенно-обломочные с <i>Pseudo-fusulina moelleri</i> (Schellw.), <i>P. aequalis</i> (Schellw.), <i>P. sanjatini</i> Scherb., <i>P. jaroslavenkensis</i> Viss., <i>P. truncatella</i> Kir., <i>P. fortissima</i> Kir. 40 м	Известияки органогенно-обломочные, фузулиново-мшанковые, частично доломитизированные, с <i>Pseudofusu-lina moelleri</i> (Schellw.), <i>P. bloc-hini bellatula</i> Korzh., <i>P. (Globifu-sulina) uralica longa</i> Grozd. et Leb., <i>P. parajaponica</i> Bel., <i>P. ex gr. jaroslavenkensis</i> Viss. 34 м				
Перм	ниж	Аселянский	—	Schwagerina sphaerica — Pseudofusulina firma	Аргиллиты, песчаники; известияки органогенно-обломочные с <i>Pseudofusulina (Globifusulina) firma</i> Sham., <i>P. de-curtia</i> Korzh., <i>Schwagerina sphaeri-ca gigas</i> Scherb. 35 м	Известияки органогенно-обломочные, органогенные, фузулинидовые, мшан-ковые, водорослевые, доломитизи-рованные, с <i>Pseudofusulina (Globi-fusulina) firma</i> Sham., <i>P. (G.) exuberata</i> Sham., <i>P. sulcata</i> Korzh., <i>Zellia</i> (?) ex gr. <i>heritschi</i> (Kahler et Kahler), <i>Schwageri-na sphaerica</i> Scherb. 111 м	Шиханский	Швагерина сфераика — Псеудофузулина фирма	Аселянский	
				Schwagerina moelleri — Pseudofusulina fecunda	Мергели; известияки органогенно-об-ломочные, аргиллиты. <i>Pseudofusu-lina fecunda</i> Sham. et Scherb., <i>P. sulcata</i> Korzh., <i>P. lutuginifor-mis</i> Raus., <i>Pseudoschwagerina bee-dei uralensis</i> Raus., <i>P. uddeni</i> Bee-de et Knik., <i>P. robusta</i> (Meek.), <i>Schwagerina sphaerica gigas</i> Scherb. <i>S. shamovi</i> Scherb. 176 м	Известияки органогенно-обломочные, органогенные, частично доломитизи-рованные, с <i>Triticites nadezhdae</i> Grozd., <i>Pseudofusulina conspecta</i> Sham. et Scherb., <i>P. lutuginifor-mis</i> Raus., <i>P. sulcata</i> Korzh., <i>P. (Globifusulina) caudata</i> (Raus.), <i>Pseudoschwagerina uddeni russtien-sis</i> Raus., <i>Schwagerina constans</i> Scherb. 87 м				
			Соколовгорский	Schwagerina vulgaris — <i>S. fusiformis</i>	Алевриты, аргиллиты, пес-чаники; известияки органогенно-обломочные с <i>Dalxina pomposa</i> Sjom., <i>D. bosby-tauensis</i> Bensch., <i>Pseudo-fusulina</i> aff. <i>pseudopointdeli</i> Raus., <i>Schwagerina vulga-ris</i> Scherb., <i>S. kumajica</i> Scherb., <i>S. aff. notabilis</i> Grozd. 47—80 м	?	Холодоложский	Швагерина вулгарис — <i>S. fusiformis</i>	Аселянский	
				Schwagerina fusiformis — <i>S. vulgaris</i>	Мергели, известияки с <i>Dai-xina bosbyttauensis</i> Bensch., <i>D. vastikovskij</i> Bensch., <i>D. postgallowayt</i> Bensch., <i>D. voshigalensis</i> Raus., <i>Dut-kevitchia complicata</i> (Schellw.), <i>Pseudofusuli-na-andersoni</i> (Schellw.), <i>Occidentoschwagerina kok-pectensis</i> f. <i>elongata</i> Scherb. 27 м					

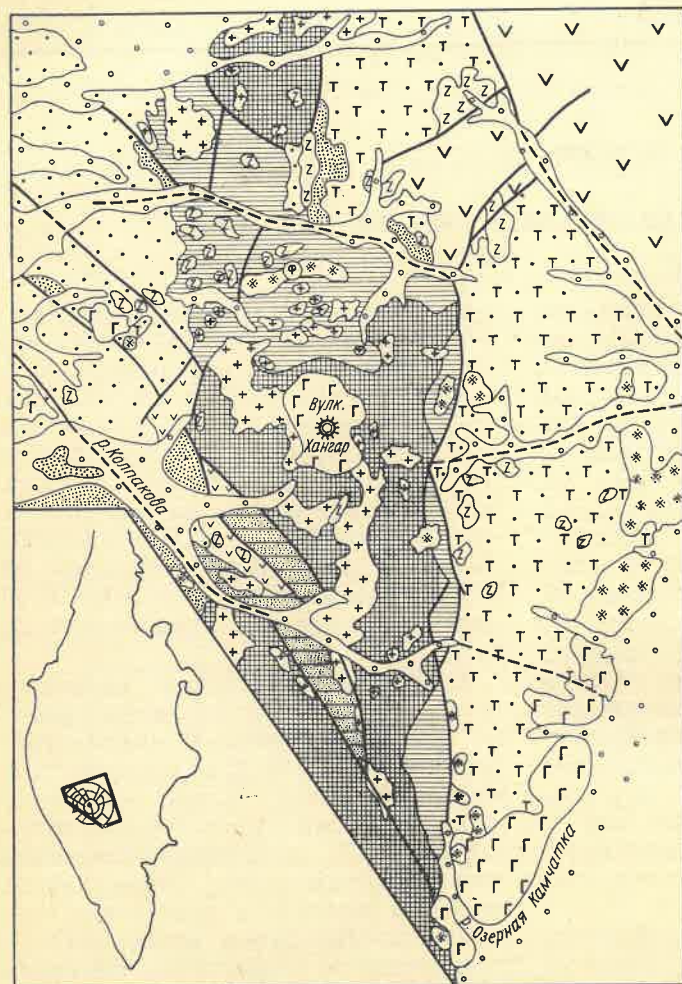
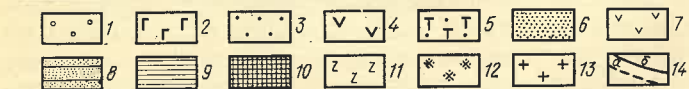


Рис. 1. Схема геологического строения Хангарской структуры центрального типа

Породы: 1—2 — четвертичные (1 — рыхлые, 2 — вулканические); 3—4 — кайнозойские, кроме четвертичных (3 — осадочные, 4 — вулканические); 5—6 — верхнемеловые (5 — вулканогенно-осадочные ирунейского комплекса, 6 — осадочные хозгонской свиты); 7 — нижнемеловые (?) вулканогенно-осадочные квахонской свиты; 8 — юрско-нижнемеловые (?) метаморфизованные осадочные стопольниковской свиты; 9 — палеозойские (?) метаморфизованные вулканогенно-осадочные сланцевого комплекса; 10 — докембрийские метаморфические гнейсового комплекса, включающие левокопакский комплекс гранито-гнейсов; 11 — неогеновые интрузивные озерновского комплекса; 12 — позднемеловые интрузивные щелочные мафиты и ультрамафиты (лево-андриановский комплекс); 13 — позднемеловые гранитоиды (хангарский комплекс); 14 — разломы: а — установленные, б — предполагаемые; Ф — массив Филипп



ширные поля развития идентичных вулканических образований широко распространены к северо-востоку от структуры, где ими сложена внутренняя вулканическая дуга или Срединный вулканический пояс Камчатки. Последний отделен от Хангарской структуры Диагональным швом [9]. Наконец, в центре структуры, в ее метаморфическом ядре, находится четвертичный вулкан Хангар.

Ниже приведено описание главных комплексов пород, слагающих Хангарскую структуру. Ядро имеет отчетливо выраженное зональное строение, определяемое сложным сочетанием двух комплексов метаморфических пород, образовавшихся под влиянием разновозрастных и генетически различ-

ных процессов. В центральной части ядра залегают разнообразные слюдяные гнейсы и мигматиты с прослоями роговообманковых сланцев (докембрийский гнейсовый комплекс), а на периферии — метаморфизованные песчаники, алевролиты, глинистые сланцы, основные и ультраосновные магматические породы (палеозойский ? сланцевый комплекс). Поскольку в результате проявления палеозойско-мезозойских тектоно-магматических процессов первичный состав и структура пород ядра Хангарской структуры претерпели значительные изменения, представление о первичном составе гнейсового комплекса можно получить, рассмотрев геологическое строение Лунтосского блока (см. рис. 2), расположенного

к югу от структуры и почти не подвергавшегося воздействию указанных процессов.

Гнейсовый комплекс сложен здесь однородными мигматизированными биотитовыми и гранат-биотитовыми гнейсами, среди которых встречаются маломощные прослои и будины диопсид-роговообманковых основных кристаллических сланцев, составляющие не более 5—10 %. Дисгармонические соотношения текстур гнейсов и основных кристаллических сланцев с текстурами вмещающих мигматитов позволяют считать гнейсы и сланцы реликтовыми образованиями (субстрат мигматитов). Состав роговых обманок, биотитов, гранатов и структурные особенности гнейсов из реликтовых пород субстрата соответствуют субфации роговообманковых гранулитов [4]. Устойчивые на больших площадях минеральные парагенезисы плагиомигматитов, характер зональности в породообразующих минералах и вариация их состава свидетельствуют о формировании комплекса плагиомигматитов в низкоградиентных условиях высокотемпературной амфиболитовой фации при регрессивной направленности процесса. Изотопный анализ свинца цирконов, выделенных из мигматизированных гнейсов субстрата, показал значение радиологического возраста 1300 млн. лет [5].

Простирание пород сланцевого комплекса ядра Хангарской структуры в целом повторяет очертания докембрийского блока, т. е. оно субсогласно с простиранием бластомилонитов внешней части гнейсового комплекса и не совпадает с первичным простиранием мигматитов центральной части ядра. Среди метаморфических образований палеозойского (?) сланцевого комплекса преобладают равномернозернистые слюдяные сланцы и филлиты, близкие по химическому составу к гнейсам субстрата, но отличающиеся от них наличием реликтовых структур и текстур осадочных пород (верхняя часть камчатской и хейванской свиты), а также амфиболовые сланцы с реликтами магматических структур и текстур, отвечающие основному и ультраосновным породам (андриановская свита). Критические минеральные парагенезисы и набор породообразующих минералов

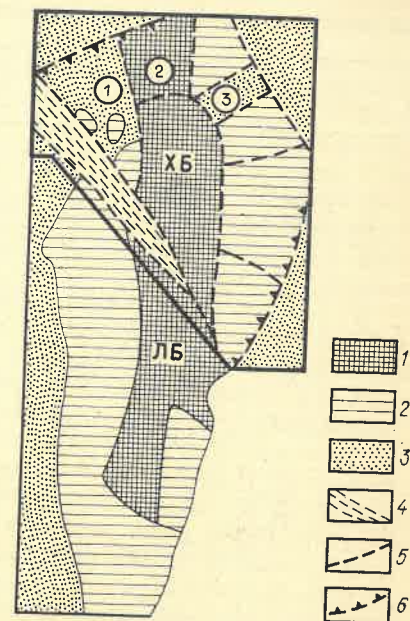


Рис. 2. Схема геологического строения южной части Срединного хребта Камчатки

1 — выхода метаморфических и метаморфизованных пород; 2 — вулканогенные и осадочные породы мезозоя; 3 — кайнозойские образования; 4 — Крутогорский тектонический шов; 5 — разломы; 6 — предполагаемый внешний контур Хангарской структуры; блоки: ХБ — Хангарский, ЛБ — Лунтосский; сектора (цифры в кружках): 1 — Северо-Западный, 2 — Центральный, 3 — Оганчинский

сланцевого комплекса свидетельствуют о прогрессивной смене фаций (от зеленосланцевой до низов амфиболитовой) часто на разрезах мощностью всего в 2—3 км. Таким образом, послепалеозойский метаморфизм, снивелировав различия литологического состава и сгладив стратиграфический раздел между гнейсовым и сланцевым комплексами Хангарской структуры, привел к возникновению единой высокоградиентной метаморфической зональности в ее ядре.

На сформированную зональную метаморфическую структуру наложился этап метасоматических преобразований калиевого профиля [6], проявленный исключительно в Хангарской структуре. В ее ядре была создана региональная метасоматическая зональность, включающая сопряженные зоны гранитизации, кислотного выщелачивания и базификации. Зона гранитизации располагается среди пород гнейсового комплекса в виде участков двуполевошпатовых мигматитов непра-

Средний состав метаморфических и магматических пород Хангарской структуры, %

Номер анализа	Число проб	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	П. п. п.
Лунтосский блок												
1	18	64,18	0,88	16,27	1,67	4,37	0,15	2,28	2,45	3,23	2,09	2,04
2	14	66,58	0,72	15,37	0,95	3,55	0,08	1,82	2,28	3,51	2,26	1,84
Ядро Хангарской структуры												
3	10	65,31	0,77	16,55	1,87	4,29	0,17	2,23	2,04	2,77	2,23	2,21
4	8	70,13	0,69	15,06	1,55	2,92	0,05	1,65	1,78	3,06	2,60	2,07
5	12	69,64	0,45	15,29	1,32	2,15	0,05	0,98	1,80	3,02	3,21	1,83
6	10	70,60	0,41	14,38	1,79	2,01	0,06	1,10	1,73	3,28	3,57	0,80
7	5	69,74	0,42	15,15	1,68	2,23	0,05	1,20	2,21	3,35	3,39	0,58
Внешняя часть Хангарской структуры												
8	2	46,68	0,95	14,47	5,23	6,12	0,19	6,27	8,88	2,64	3,35	4,17
9	5	48,37	0,50	13,48	6,22	5,76	0,17	6,18	9,74	2,33	3,78	3,02
10	10	48,85	0,73	16,54	5,42	4,91	0,22	5,86	8,34	3,21	2,36	3,23
11	5	52,24	0,51	17,16	4,24	3,95	0,14	4,71	6,74	4,37	2,03	3,30
12	4	40,82	1,08	11,89	6,21	9,26	0,19	10,77	15,52	0,82	2,19	1,25
13	6	47,67	0,87	16,05	4,97	5,89	0,15	6,00	12,01	2,62	1,77	2,09
14	7	57,14	0,50	16,38	3,33	3,66	0,14	3,48	6,35	3,13	4,67	1,22
15	8	63,01	0,21	19,02	1,13	1,07	сл.	0,26	1,50	6,88	5,92	1,00

1 — гнейсы; 2 — мигматиты; 3 — гнейсы; 4 — полосчатые мигматиты; 5 — теневые мигматиты; 6 — гранито-гнейсы (левоколлаковский комплекс); 7 — верхнемеловые граниты (хангарский комплекс); 8—11 — верхнемеловые вулканические породы (ирунейский комплекс); 8 — лейцитовый тефрит, 9 — пироксеновый лейцитит, 10 — трахибазальт, 11 — трахиандезито-базальт; 12—15 — верхнемеловые интрузивные породы (левоандриановский комплекс); 12 — биотитовые пироксениты, 13 — габбро, 14 — сиениты, 15 — лейкократовые сиениты

виальной формы площадью 10—60 км². Переходы от плагиомигматитов и плагиогранитов к двуполевошпатовым разновидностям постепенные. Вначале отмечаются мелкие ксеноморфные зерна калиевого полевого шпата, корродирующие по краям крупные кристаллы плагиоклаза (№ 26—32). Затем количество калиевого полевого шпата возрастает до 10—30 %, появляются крупные лапчатые ксенобласты с включениями кварца, плагиоклаза и биотита. Развитие калиевого шпата сопровождается появлением плагиоклаза второй генерации (№ 14—28) в виде ксеноморфных кристаллов (до 4—8 %), крупнозернистых выделений кварца (до 6 %) и чешуек мусковита (до 3—5 %). Содержание апатита достигает 1—2 %, рудные минералы практически исчезают.

Химическая направленность процесса образования двуполевошпатовых мигматитов за счет комплекса плагиогнейсов соответствует кремне-калиевому метасоматозу, протекавшему в условиях окислительной среды и сопровождавшемуся повышением общей

щелочности пород за счет калия. Характерен энергичный вынос из системы магния и железа; кальций, глинозем и титан удалялись из породы не столь интенсивно (таблица, анализы 3, 4, 5). Вероятно, продукты калиевой гранитизации шире развиты на больших глубинах. Это подтверждается распространенностью в современном эрозионном срезе интрузий гранит-гранодиоритовой формации, которые являются анатектическими образованиями, оторванными от уровня максимального развития кремне-калиевого метасоматоза (см. таблицу, ан. 7).

Продукты зоны кислотного выщелачивания приурочены к сочленению гнейсового и сланцевого комплексов, где возникают полосы, сложенные переслаивающимися высокоглиноземистыми порфиобластическими гнейсами, «микрогнейсами», сланцами и кварцитами мощностью до 3 км. Зона кислотного выщелачивания обрамляется зоной базификации, представленной порфиобластическими амфибол-биотитовыми и амфиболовыми сланцами, жильными амфиболитами, плагио-

клаз-диопсидовыми скарнами и гранат-скаполит-эпидотовыми скарноидами. Амфиболовые сланцы и амфиболиты замещают слюдяные сланцы и бластомилониты, а скарны развиты в основном по амфиболовым породам различного генезиса. Мощность отдельных прослоев амфиболитизированных и скарнированных пород достигает 40—60 м.

Для каждой метаморфо-метасоматической зоны характерен свой тип рудной минерализации. Зона гранитизации в связи с выносом из нее всех рудных элементов бесперспективна. В зоне кислотного выщелачивания накапливаются глинозем и титан, а в зоне базификации отмечена шеелитовая минерализация. Восточная и северная части ядра Хангарской структуры были благоприятными для появления геохимических аномалий золота. Здесь интенсивно протекал процесс кислотного выщелачивания, наложившийся на амфиболовые и углеродистые сланцы, которые служили хорошим восстановителем и осаждали золото из кислых растворов при нейтрализации.

В результате наложения кислотного выщелачивания на ультраосновные породы возникал специфический золото-платиновый тип оруденения, где кроме высокопробного золота, привнесенного кислыми растворами, обнаружены реститовые медистое золото и платина, характерные для расслоенных базит-гипербазитовых интрузий [3].

Внешнюю зону Хангарской структуры составляет комплекс верхнемеловых осадочных и вулканогенно-осадочных пород, окаймляющий метаморфические и метаморфизованные образования ядра. В северной и восточной частях структуры верхнемеловые отложения развиты в виде непрерывных полей, а на западе они скрыты под чехлом рыхлых образований кайнозоя, так что об их присутствии здесь можно судить лишь по отдельным разрозненным выходам. Верхний мел делится снизу вверх на терригенную хозгонскую (сантон—кампан), вулканогенно-осадочную ирунейскую (сантон—кампан) и кирганикскую (маастрихт) свиты общей мощностью до 10—10,5 км. Вблизи метаморфического ядра обычно распространены терригенные поро-

ды хозгонской свиты, а там, где последние срезаны разломами, — вулканогенно-осадочные образования ирунейской свиты. Для нижней части верхнемелового комплекса характерны градиционные тектуры турбидитов, свидетельствующие о накоплении осадков в относительно глубоководных условиях. Верхам комплекса присущи тектуры, свойственные отложениям мелкого моря [8].

Показательно появление в этой части разреза валунных туфоконгломератов, прослоев ракушняка и вулканомиктовых песчаников, содержащих остатки растений. Вулканические породы (лавы и брекчии) приурочены преимущественно к верхам верхнемелового комплекса и отличаются от других вулканитов Камчатки необычным составом. Подавляющая их часть представлена щелочными базальтами, среди которых преобладают пироксеновые, плагиоклазовые, плагиоклаз-пироксеновые трахибазальты и базальты, лейцититы, лейцитовые тефриты, афировые базальты и спилиты, а также трахиандезито-базальты и андезитобазальты с вкрапленниками биотита, пироксена, плагиоклаза и амфибола. Преимущественно в верхней части верхнемелового комплекса залегают дайки и sillы псевдолейцитовых порфиров, мелкозернистых порфировых шонкинитов, биотитовых лампрофиров, редко трахитов и плагиопорфиров. Не останавливаясь на их детальной петрографической характеристике, приведенной в ряде работ [10, 13], подчеркнем, что для всех пород основного состава типично высокое содержание K₂O (см. таблицу, анализы 8—11).

Важный элемент строения внешней части Хангарской структуры — наличие интрузий левоандриановского комплекса [10], слагающих две зоны. Внутренняя зона протягивается вдоль восточной и северной границ ядра структуры с верхнемеловыми породами. Интрузии прорывают здесь как метаморфические, так и верхнемеловые вулканогенно-осадочные породы, образуя удлиненные массивы небольших (до 15 км²) размеров с постепенными переходами от гипербазитов к габбро и от габбро к сиенитам. Часто встречаются небольшие самостоятельные

интрузии гипербазитов, габбро и сиенитов.

Гипербазиты, относящиеся к первой фазе становления левоандриановского комплекса, представлены оливинитами, перидотитами, биотитовыми перидотитами, пироксеновыми горнблендитами и горнблендитами. В результате позднемагматических изменений они частично преобразованы в диопсидовые пироксениты, биотит-флогопит-диопсидовые пегматиты и слюдиты. Пироксен- и биотит-амфиболовые габбро-диориты сформировались во вторую магматическую фазу и претерпели калиевый метасоматоз. Сиениты (от кварцевых до субщелочных) относятся к третьей фазе становления левоандриановского комплекса. Наряду с сиенитами магматического облика, которые присутствуют, как правило, в габбро-сиенитовых интрузиях, встречаются самостоятельные массивы сиенитов. Для них характерна порфировидная трахитоидная структура, они близки к калиевым метасоматитам, которыми завершается становление левоандриановского комплекса. Подобно вулканитам, позднемеловые интрузивные породы характеризуются высоким содержанием K_2O (см. таблицу, анализы 12—15).

Внешняя зона интрузий левоандриановского комплекса расположена вдоль восточного периметра Хангарской структуры вблизи долины р. Камчатки. Интрузии прорывают здесь верхнюю часть верхнемелового вулканогенно-осадочного комплекса. Вследствие плохой обнаженности геолого-петрографическая изученность этих интрузий недостаточна. Их размеры во внешней зоне больше, чем во внутренней, породы первой имеют более лейкократовый состав, среди них преобладают диориты и сиениты, а гипербазиты, по-видимому, отсутствуют* [13].

Формирование левоандриановского комплекса завершилось широким развитием процессов калиевого метасоматоза. Зоны метасоматического преобразования располагаются как в самих

интрузивных массивах, где они накладываются на породы первой и второй интрузивных фаз, так и во вмещающих толщах, не обнаруживая прямой связи с интрузиями. В ходе метасоматического изменения гипербазитов левоандриановского комплекса темновесные минералы замещались гасдингситом и минералами группы эпидота (в промежутках между ними разрастался калиевый полевой шпат, который, в свою очередь, замещался альбитом). Это приводило к формированию пород порфировидного трахитоидного облика с крупными (до 5—7 см в длину) кристаллами ортоклаза, близких по составу к сиенитам. Метасоматиты по габброидам богаче альбитом и несколько беднее калиевым полевым шпатом, причем последний не образует в них крупных кристаллов. Сходное с вышеописанным изменение претерпели базальты верхнемелового комплекса [1]. С процессами калиевого метасоматоза связано образование рудопоявлений сульфидов меди, приуроченных к восточной периферической части Хангарской структуры. Наиболее крупные из них — Кирганинское и Шаромское [2].

При сопоставлении комплексов пород ядра и внешней зоны Хангарской структуры обращает внимание высокая роль K_2O в их генезисе. Особенно это относится к метасоматическим образованиям. Можно предполагать, что становление структуры, выделяющейся среди структур других районов Камчатки повышенным содержанием калия в породах, парагенетически связано с глубинным процессом, в ходе которого происходил вынос калия. На первый взгляд, такому предположению противоречат резкая контрастность ассоциаций пород ядра и внешней зоны Хангарской структуры — соответственно салическая и мафическая, а также одновременность их образования: в докембрии — мезозое первых и в позднем мелу вторых. Однако имеются факты, свидетельствующие о том, что калиевый метасоматоз в ядре Хангарской структуры происходил после формирования комплекса щелочных мафит-ультрамафитовых пород на ее периферии.

В этом отношении показателен интрузивный массив Филипп, относя-

щийся по петрографическим особенностям к позднемеловому левоандриановскому комплексу. Массив залегает согласно среди метаморфических сланцев ядра Хангарской структуры (см. рис. 2) и вытянут в широтном направлении на 15 км при ширине 2,5—4 км. В его центральной части развиты пироксеновые дуниты, верлиты и оливиновые пироксениты, слагающие до 20 % площади. В промежуточной зоне клинопироксенитов, обрамляющей верлиты ядра, выделяются две подзоны — внутренняя безрудных пироксенитов и внешняя рудных пироксенитов с титаномagnetитом и апатитом, а в периферической — внутренняя подзона меланократовых калишпатовых габбро-сиенитов и внешняя — сиенитов. В отличие от других массивов левоандриановского комплекса, массив Филипп подвергся интенсивной тектонической переработке и метаморфо-метасоматическим преобразованиям, сопровождавшимся отчетливым увеличением интенсивности процессов от центра к периферии.

Характерно, что в центральной части указанного массива наблюдаются лишь начальные стадии вторичных преобразований интрузивных пород с сохранением в них массивной текстуры и отчасти первичной структуры. Усиление дислокационных и метаморфо-метасоматических процессов в промежуточной и периферической зонах массива ведет к более глубокому минеральным преобразованиям с принципиальным изменением химического и минерального состава пород, разрушением массивных магматических и возникновением новых бластических структур и сланцеватых текстур. В результате от центра к периферии массива верлиты, пироксениты и габбро-сиениты сменяются массивными амфиболитами и хлорит-амфиболовыми, эпидот-хлоритовыми, кварц-альбитовыми сланцами и кварцито-сланцами, образующими краевую кайму мощностью 200—500 м.

Рассматривая особенности метаморфо-метасоматических преобразований пород массива в целом, можно наметить в зависимости от состава субстрата два ряда устойчивых минеральных ассоциаций — ряд клинопироксенита (клинопироксен + титаномagnetит ± биотит → актинолит ± биотит ± тита-

номagnetит → хлорит + эпидот + кальцит + сфен + magnetит + гранат ± актинолит → хлорит + эпидот + кальцит + альбит + пирротин → кварц ± хлорит ± эпидот) и ряд габбро-сиенита (клинопироксен + плагиоклаз + ортоклаз → роговая обманка + альбит + ортоклаз + пирротин → хлорит + эпидот + кальцит + серицит + альбит → кварц ± хлорит ± серицит).

Такая смена минеральных ассоциаций приводит к развитию по массивным однородным крупно-среднезернистым мафит-ультрамафитовым породам пестрого комплекса мелкозернистых полосчатых альбит-кварцевых сланцев с хлоритом, эпидотом и серицитом. Пестрота этого комплекса определяется не столько различием в составе субстрата, сколько неодинаковой степенью метасоматической проработки последнего, осуществлявшейся в две стадии. На первой стадии был проявлен щелочной метасоматоз с опережающей волной глиноземистого метасоматоза (хлоритизация, эпидотизация и амфиболизация пироксена). Кульминация этой стадии отражена в образовании альбититов. На второй стадии происходило кислотное выщелачивание, сопровождавшееся выносом из системы слабых оснований и завершившееся формированием кварцито-сланцев, кварцитов.

Таким образом, массив Филипп, относящийся к левоандриановскому комплексу, подвергался тем же метасоматическим преобразованиям, что и вмещающие его породы ядра Хангарской структуры. Следовательно, это был единый процесс калиевого метасоматоза, завершивший становление позднемелового мафит-ультрамафитового комплекса.

Исходя из приведенных данных, формирование Хангарской структуры можно представить так. В палеозое (?) вытянутый в меридиональном направлении массив глубокометаморфизованных докембрийских пород, прорванных гнейсированными плагиогранитами, разделился на северную и южную части (соответственно Хангарский и Лунтосский блоки) Крутогоровским швом. По периферии обособившихся блоков происходило терригенное осадконакопление. В конце палеозоя — мезозое в результате метаморфизма вул-

* Интрузия близкого состава встречена также в северо-западном секторе Хангарской структуры в верховьях р. Крутогоровой (данные П. А. Ковалю).

каногенно-терригенные породы были преобразованы в метаморфические сланцы (сланцевый комплекс), обрамляющие докембрийский гранито-гнейсовый комплекс, что послужило началом формирования структуры.

В мезозое в зоне расширявшегося Крутогоровского шва-грабена осуществлялись терригенное осадконакопление и базальтовый вулканизм. В конце мела по периферии Хангарской структуры начался сильнейший щелочно-базальтовый вулканизм, которым сменилось спокойное осадконакопление более раннего времени. Вулканизм, особенно активный на севере и востоке, проявлялся на фоне общего куполообразного воздымания всей структуры, о чем свидетельствует изменение палеогеографической обстановки, а именно смена глубоководных вулканогенно-турбидитовых ассоциаций пород мелководными туфоконгломератами. Этот этап развития структуры завершился внедрением комплекса гипербазит-габбро-сиенитовых интрузий вдоль ослабленной зоны между ядром и периферией структуры и диорит-сиенитовых интрузий по ее периферии.

Широкое распространение гидротермально-метасоматических процессов под влиянием существенно калиевых растворов привело к возникновению своеобразных метасоматических пород и ассоциирующихся с ними проявлений сульфидов меди. Те же процессы калиевого метасоматоза обусловили формирование метасоматической зональности в ядре структуры и генерацию палингенных гранитных магм, местами внедрившихся в верхние этажи структуры. Здесь также происходило скопление ряда минералов (шеелита и др.) [3, 6]. Проявившаяся к концу мела Хангарская структура в кайнозой была отчасти переработана, особенно существенно в северо-западном секторе, который был раздроблен на целый ряд блоков общей северо-западной ориентировки и погружился под уровень моря. Породы примыкавшего к нему центрального сектора были выжаты к востоку и надвинуты на породы верхнемелового вулканогенно-осадочного комплекса. В Оганчинском секторе (грабене) вулканизм был связан с развитием вулканической дуги к северо-востоку от Хангарской струк-

туры. В четвертичное время последняя не претерпела существенных изменений. В ее центре образовался вулкан Хангар, а по периферии изливались базальты.

В заключение отметим, что формирование Хангарской структуры — результат проявления главным образом докайнозойских тектоно-магматических процессов, на завершающей стадии которых под влиянием глубинных щелочных существенно калиевых флюидов происходили плавление мантии и вызванный этим щелочно-базальтовый магматизм. Одновременно те же флюиды обуславливали глубокое преобразование и частичное плавление блока пород, представлявших собой, видимо, древнюю кору Южной Камчатки. Вследствие их разуплотнения куполообразное воздымание данного участка усилилось и сформировалась характерная структура центрального типа. Наличие четкой зональности в размещении проявлений различных полезных ископаемых имеет большое практическое значение для поисков и изучения аналогичных структур в других районах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Власов Г. М., Василевский М. М. Гидротермально измененные породы Центральной Камчатки, рудоносность и закономерности пространственного размещения. М., Недра, 1964.
2. Геология СССР. Т. 31, ч. 2. Под ред. Г. М. Власова и Т. В. Тарасенко. М., Недра, 1977.
3. Жданов В. В., Рудашевский Н. С. Новый тип золото-платиновой минерализации в метасоматитах по базитам. Докл. АН СССР, 1980, т. 252, № 6, с. 1452—1456.
4. Кузьмин В. К. Петрология метаморфических комплексов Камчатского массива. Автореф. канд. дис. Л., ВСЕГЕИ, 1983.
5. Кузьмин В. К., Чухонин А. П. О докембрийском возрасте гнейсов Камчатского массива. Докл. АН СССР, 1980, т. 251, № 4, с. 932—935.
6. Принципы и методы оценки рудоносности геологических формаций/В. В. Жданов, Г. М. Беляев, Б. А. Блюман и др. Л., Недра, 1983.
7. Ротман В. К. Металлогеническая карта Камчатки, Сахалина и Курильских островов. Масштаб 1:1 500 000. Объяснительная записка. Л., ВСЕГЕИ, 1984.
8. Ротман В. К. О некоторых особенностях геосинклинальных вулканогенно-осадочных формаций в свете современных данных. Докл. АН СССР, 1961, т. 140, № 2, с. 434—436.

9. Ротман В. К. Диагональный структурный шов Западной Камчатки. Докл. АН СССР, 1964, т. 159, № 4, с. 817—820.
10. Ротман В. К., Марковский Б. А. О геосинклинальном магматизме Камчатки. В кн.: Магматизм северо-востока Азии. Ч. 3. Магадан, 1976, с. 5—30.
11. Соловьев В. В. Карта морфоструктур центрального типа территории СССР. Масштаб

УДК 550.814(574)

И. В. АНТОЩЕНКО-ОЛЕНЕВ (ПГО «Казгеофизика»)

Районирование Казахстана по дешифрируемости фотоизображений

Принципы районирования по геологической дешифрируемости территории [2, 4, 5, 6, 7 и др.] реализованы в схеме районирования Казахстана. Под геологической дешифрируемостью фотографий земной поверхности понимается отношение количества дешифрируемых (выраженных в компонентах поверхности и опознаваемых на фотографии) геологических объектов к количеству реально существующих. Дешифрируемость можно оценивать через возможную полноту, степень достоверности и однозначности (качества) опознавания геологических объектов, возможную точность определения их пространственного положения. Она может значительно меняться для различных типов геологических объектов, т. е. при разном содержании исследовательских задач геологическая информативность фотоизображений («плоских» и «стереоскопических») будет не одинаковой. Поэтому при районировании нужна предварительная оценка возможности проявления (отражения) в компонентах ландшафтов тех или иных геологических объектов. Эта оценка позволит уточнить, какие свойства геологических объектов найдут отражение в структуре поверхности (рельефе), в распределении растений, почво-грунтов и других элементов, за счет которых формируется яркостная картина местности, фиксируемая при фотографировании. Только после этого можно говорить о геологической информативности фотоизображений при постановке разных исследовательских задач.

Геологическая информативность компонентов ландшафтов зависит от морфометрических параметров рельефа, климата и обусловленных ими типов склоновых процессов, типов растительного покрова, процессов выветривания, а также различий свойств смежных геологических тел, характера их распределения в плане и разрезе (хотя бы на глубину расчленения рельефа), распределения свойств внутри тел. Смена геологических объектов и их сочетаний происходит гораздо чаще, чем смена внешних условий, влияющих на ландшафт. Поэтому рациональней при районировании территорий опираться на более постоянные по характеру элементы, которые влияют на геологическую информативность (условия поверхности сохраняются относительно постоянными на больших участках территории).

1:10 000 000. Л., ВСЕГЕИ, 1975.

12. Соловьев В. В. Структуры центрального типа территории СССР по данным геолого-морфологического анализа. Л., Недра, 1978.
13. Флеров Г. Б., Колосков А. В. Щелочной базальтовый магматизм Центральной Камчатки. М., Наука, 1976.

Чтобы по условиям поверхности оценить геологическую информативность, свойственную каждому из выделенных районов, необходимо моделировать поведение разных типов геологических тел на возможные экзогенные воздействия при определенных неотектонических режимах. При этом решаются следующие вопросы: 1) какие свойства геологических тел обуславливают их способность демаскировать себя в данных условиях; 2) какие типы геологических тел различаются по этим свойствам; 3) в каких компонентах поверхности и как отражаются эти свойства; 4) насколько однозначны и устойчивы признаки проявления этих свойств.

В условиях земной поверхности происходит разрушение одних геологических тел, перенос образовавшихся продуктов разрушения и формирование других тел. Материал разрушения на большие расстояния транспортируется по речным долинам, заметную роль при переносе мелких частиц играет ветер. Снос его к рекам имеет площадной (плоскостной) характер и сопровождается разделением смещаемого материала на элементарные части в виде минеральных агрегатов, обломков пород, минеральных частиц или грунтовая масса смещается с относительно редкими разрывами сплошности, когда в образуемых объемах находится большое число элементарных частей. Разумеется, почти все виды транспортировки материала разрушения на поверхности обусловлены влиянием гравитационного поля Земли, но среди них только собственно гравитационное перемещение (обваливание, осыпание) происходит практически без ограничений объема и массы смещаемых частей. В остальных случаях перемещаемые части ограничены по объему и массе, особенно при транспортировке материала водными и воздушными потоками.

Рассмотрим критерии, по которым ведется районирование.

Первый критерий. Разрушаемые геологические тела могут быть образованы минеральными частицами, агрегатами минералов, блоками пород с разными типами связей [8]: 1) тела из рыхлого вещества с механическими связями между элементарными целыми твердыми частями; 2) тела слабо связанного вещества с коагуляционными связями, они или нацело образованы глинистым веществом, или

последнее связывает более крупные целые части; 3) тела с конденсационными и кристаллизационными связями из химических, органико-химических накоплений, литифицированных осадочных и кристаллических пород. Тела последней группы пород разбиты на блоки отдельности, по существу, они состоят из плотно упакованных блоков с механическими связями. Эти различные исходные состояния вещества геологических тел необходимо учитывать при районировании, т. е. разделить территорию на части по готовности вещества к транспортировке. Таким образом, по первому критерию, учитывающему распределение (по преобладанию) тел с разными структурными связями, проводятся границы областей распространения: а) рыхлых и слабосвязных пород, б) пород с конденсационными и кристаллизационными связями (в блоках пород, а связи между блоками механические).

Второй критерий — различия геологических причин, формирующих демаскирующие признаки. Если скорость разрушения тел в условиях поверхности меняется с изменением исходного состояния вещества и характера распределения свойств, то опознавание тел идет от элементов поверхности, в которых эти различия отразились (элементы рельефа и растительность). Информация ограничена сведениями об их относительной эрозивной и денудационной устойчивости. Совершенно иные причины формируют признаки геологических тел на поверхности аккумуляции, где дневная поверхность совпадает с их первичной поверхностью. В этом случае в рельефе отражена информация о характере среды, в которой формировались тела. Информация о свойствах вещества в телах здесь более условна, чем на участках рельефа разрушения. Таким образом, на схеме районирования появляются границы разделения территории на участки с рельефом разрушения и формирования геологических тел.

Третий критерий. Тип процессов и интенсивность, с которой они моделируют скульптуру рельефа разрушения, меняются с изменением элементов климата, высоты и наклонов элементарных склонов — граней рельефа. Как следствие изменения механизма моделировки скульптуры рельефа разрушения проявляются разные комбинации свойств геологического пространства, т. е. при дешифрировании фотоизображений поверхности разных районов могут опознаваться геологические тела, различающиеся определенным набором признаков-оснований [9].

В условиях ведущих процессов обваливания и осыпания выделяются тела, отличающиеся характером отдельностей. Их границы могут совпасть с границами тел горных пород (привычный объект изучения), однако при этом нельзя всегда рассчитывать на информацию о горнопородных телах, так как характер отдельностей не определяется веществом. Выражение последних в компонентах ландшафта вообще не определяется минеральным составом и сложением пород, а связано с проявлением обусловленных ими свойств, которые, хотя и зависят от минерального состава и сложения, но однозначно с ними не коррелируются. Увеличение числа совпадений границ выходов геологических тел, которые вы-

делены при анализе структуры поверхности, моделированной другими процессами, а не чисто гравитационными, с горнопородными предопределено возрастом числа свойств тел, влияющих в новых условиях на структуру поверхности. Однако возрастание числа совпадений выделенных тел с горнопородными не означает, что последние всегда найдут отражение в рельефе и структуре растительного покрова.

Итак, третьим критерием при районировании является ведущий процесс, моделирующий скульптуру междуречий: 1) обрушение, осыпание; 2) сползание, десерпция; 3) скольжение, быстрое вязкое течение; 4) склоновый (линейный и плоскостной) срыв и дефляция. Каждый из процессов становится ведущим в определенных условиях.

В Казахстане эти условия достаточно описываются наклоном поверхностей, глубиной расчленения, характером растительного покрова, климатическим типом элювия. Характер растительного покрова влияет не только на механизм сноса продуктов разрушения субстрата, определяющий степень литоморфности скульптуры рельефа, но и на возможность наблюдения определенных элементов скульптуры, поверхностного слоя почво-грунтов и т. д. Поэтому территорию необходимо разделить на участки, которые заняты разными типами растительного покрова: пустынные, травянистые, древесно-кустарниковые [1], с различными средними уклонами поверхности и относительными превышениями.

Современные и плейстоценовые климатические типы элювия определяют, какой материал вовлекается в снос и до какой стадии происходит разрушение субстрата, какие типы геологических тел будут препарироваться на междуречных пространствах. На площадях развития реликтовых кор химического выветривания можно ожидать отражения в рельефе выходов горнопородных тел.

Таким образом, территория районировается по ряду относительно независимых элементов: 1) распределению рыхлых, слабо связанных пород и пород литифицированных, кристаллических; 2) распределению участков разрушения и формирования геологических тел (участки разрушения в свою очередь делятся: а) по типам кор выветривания, климатическим типам элювия, б) по типам склономоделирующих процессов, их интенсивности, что может быть выражено через морфометрические характеристики рельефа); 3) типам растительного покрова.

Совмещение карт районирования по отдельным из перечисленных элементов дает схему районирования по условиям отражения геологических объектов в компонентах поверхности. Границы районов оконтуривают площади с разными наборами элементов, определяющих в комплексе геологическую информативность поверхности (таблица). Для тех районов, где отраженные в строении поверхности геологические тела наиболее часто отвечают горнопородным (преобладание сноса с дифференциацией покрова на элементарные составляющие; образование покрова в результате механической дезинтеграции и химического разложения горных пород), предложена классификация комплексов горных пород по

Классификация районов по условиям отражения геологических объектов в элементах поверхности

Область	Группа районов*	Соотношение форм рельефа с элементами субстрата
Распространение покрова мезозойско-кайнозойских отложений (мощность более 5 м)	1. Рельеф активного настиления и перестилания верхнего «слоя» покрова	Формы рельефа коррелируют осадкам (или не разрушены до такой степени, при которой происходит потеря информации об их генетической связи). Опознаются границы, генетические типы отложений. Морфометрические данные могут использоваться для палеогеографических реконструкций
	2. Деструкционные равнины на покровах из кайнозойских осадочных комплексов континентального типа или чередующихся толщ морского и континентального типов	Количество «литоморфных» элементов рельефа возрастает с увеличением расчлененности. Дефляционные западины, реликтовые термокарстовые понижения не указывают на какие-либо элементы погребенной поверхности. Изменения эрозивной расчлененности, аномальные проявления ветровой и водной эрозии могут быть связаны с неотектоническими деформациями поверхности, соляной тектоникой. На слабо литифицированных породах мезозоя «литоморфные» элементы проявлены обычно ярче, чем на кайнозойских. Расположение речных долин выше третьего-четвертого порядков не зависит от свойств субстрата
	3. Деструкционные равнины на мезозойских рыхлых и слабо литифицированных осадочных толщах	
Выходы литифицированных и кристаллических пород (мощность рыхлого покрова менее 5 м)	4. Скульптурные бугристо-грядовые равнины с делювиальной, дефляционно-коррозийной моделировкой междуречных пространств	Островные скульптурные гряды, бугры, соответствующие выходам наиболее устойчивых к выветриванию пород, окружены шлейфами делювиальных, делювиально-коллювиальных накоплений, мощность элювия меняется с изменением устойчивости пород. Рельеф фронта выветривания демаскируется распределением растений разной густоты и развитостью вегетативных органов. План эрозивной сети зависит от распределения выходов геологических тел с разными свойствами
	5. Скульптурные надбазисные гольцовые равнины с глубиной расчленения до 100 м и среднегогорья с мерзлотной (реликтовой и современной) скульптурой склонов, глубина расчленения 400—600 м	План эрозивной сети из-за того, что эрозивные процессы водотоков первого-третьего порядков могут подавляться массовым смещением грубообломочного материала (курумы, каменные глетчеры, солифлюкция и крип), не всегда указывает на характер распределения свойств субстрата. Глибовый материал может смещаться на сотни метров от источника по склону. Массивы пород с крупными отдельностями образуют положительные формы. Возможны ложные границы
	6. Скульптурные холмисто-грядовые (гористые) равнины, низкогогорья (глубина врезов до 200 м, уклоны 9—26°) с делювиальной, дефляционно-коррозийной скульптурой междуречий	План эрозивной сети может детально отражать анизотропию субстрата. На склонах междуречий препарируются мелкие тела, достаточно контрастные по свойствам со смежными. Оптимальные условия для проявления демаскирующих свойств геологических объектов
	7. Среднегогорья (глубина врезов 400—600 м, уклоны 9—26°) с делювиальной, дефляционно-коррозийной скульптурой	План эрозивной сети может детально отражать анизотропию субстрата. Дешифрируемость ухудшается для мелких тел из-за большей интенсивности склоновых процессов
	8. Крутосклонные среднегогорья и высокогорья (глубина врезов 400—600 м и более, уклоны 27—36°) с преобладанием обвальных, осыпных склонов	План эрозивной сети позволяет выделить крупные тела. В пределах склонов могут формироваться литоморфные элементы, связанные с различиями тел по размерам и формам отдельностей

* Номера групп районов соответствуют условным обозначениям на рисунке.

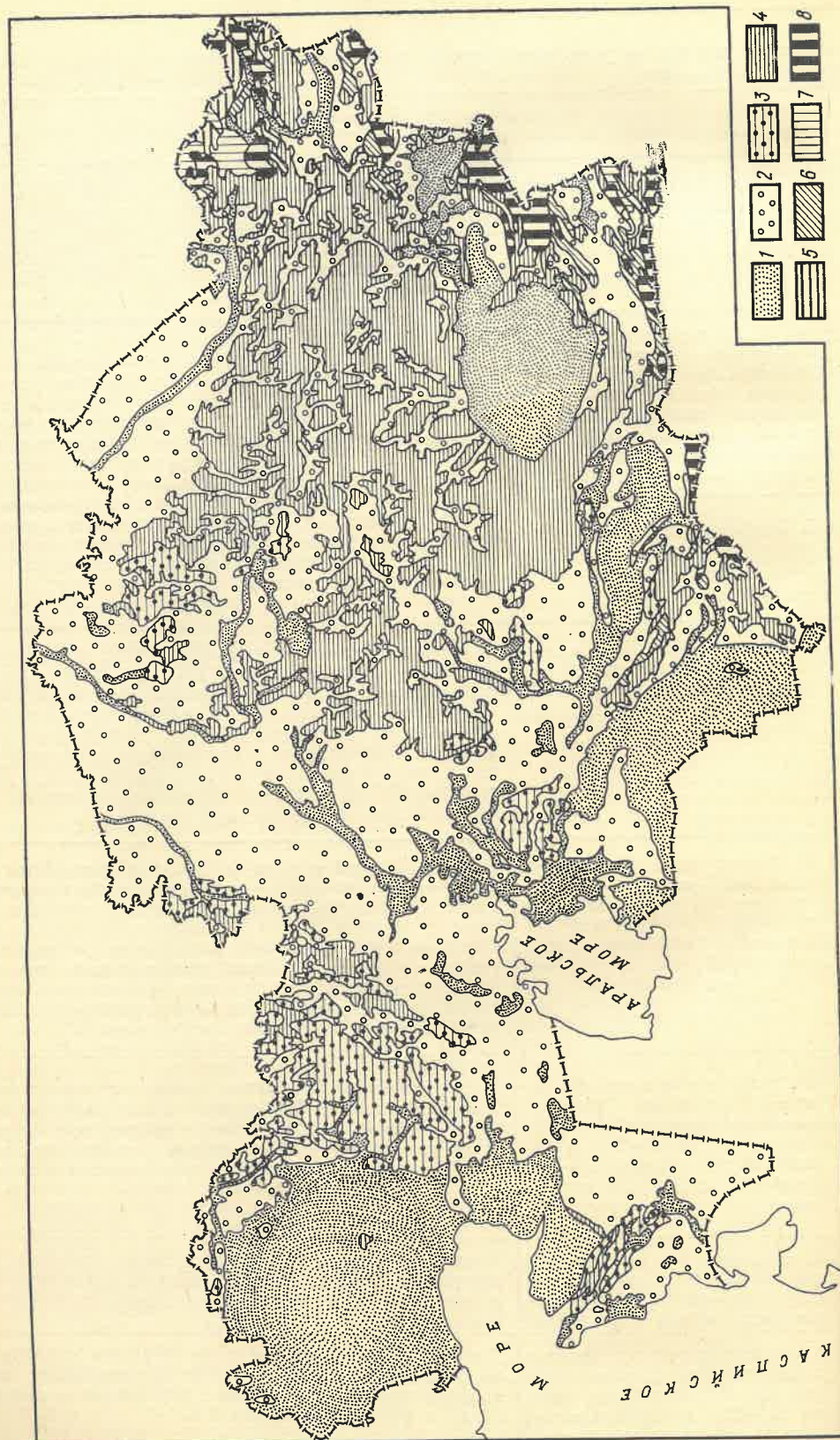


Схема районирования территории Казахстана по дешифрируемости фотоснимков
1—8 — группы районов (см. таблицу)

эрозионной устойчивости и анизотропности свойств применительно к дешифрированию [3].

Оценка геологической дешифрируемости участков исследований, предполагая привязку их к определенному району (рисунок), делается после отнесения развитых здесь пород (по данным предшествовавших исследований) к каким-то комплексам по классификации [3]. Так как оценка дешифрируемости в классификации комплексов пород относится к участкам, наиболее информативным по выраженности геологических объектов, то в нее необходимо внести поправки за ухудшение условий поверхности. После этого оценка может быть использована при проектировании работ, выборе оптимальных масштабов аэрофото-, космофотоснимков и т. д.

Оценка геологической информативности элементов поверхности меняется, как уже отмечалось, с изменением исследовательских задач. В данном случае оценивается информативность фотоснимков, выполненных с хорошим качеством и в оптимальных условиях, при геологическом картировании в районах с деструкционным рельефом. Оценка возможностей выявления нескрытых и погребенных геологических тел, а также глубинных процессов, не сопровождавшихся деформациями дневной поверхности, затруднена из-за нечеткости представлений о механизме передачи такой информации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алехин В. В., Кудряшов Л. В., Говорухин В. С. География растений с основами ботаники. Изд. 2-е. М., Учпедгиз, 1961.

2. Антощенко-Оленев И. В. О районировании территорий по геологической дешифрируемости фотографий земной поверхности. — Экспресс-информация. ВИЭМС. Общая и регион. геология, геол. картирование. 1978, № 10, с. 1—13.

3. Антощенко-Оленев И. В. Классификация комплексов пород по дешифрируемости. — Сов. геология, 1984, № 11, с. 108—112.

4. Антощенко-Оленев И. В., Лосицкий В. И. О применении аэрофотометода для геологических целей в условиях Западного Забайкалья. — В кн.: Вопросы геологии Прибайкалья и Забайкалья. Вып. 7, ч. 2. Геохимия и металлогения, методы исследований. Чита, 1970, с. 67—71.

5. Еловиц Е. Л., Долотов М. С., Шелухин Н. П. Использование материалов аэрофотосъемки при геологическом картировании масштаба 1:50 000. Методическое руководство. Приморский край. М., Недра, 1969.

6. Канфельд О. М., Котелков Р. П., Берендеев Н. С. Использование материалов аэрофотосъемки при геологическом картировании масштаба 1:50 000. Центральный и Восточный Казахстан. М., Недра, 1967.

7. Миронов И. К. Районирование территории Забайкалья по геологической дешифрируемости аэрофотоснимков. — Бюл. науч.-техн. информации. ВИЭМС, 1962, № 9.

8. Седенко М. В. Основы гидрогеологии и инженерной геологии. Изд. 3-е. М., Недра, 1979.

9. Формы геологических тел. Справочные материалы по тектонической терминологии. Вып. IV. Хабаровск, 1974.



МИНЕРАЛОГИЯ, ПЕТРОГРАФИЯ, ЛИТОЛОГИЯ

УДК 552.321 : 553.676 (470.22-17)

Т. В. РУНДКВИСТ, Н. Н. ВЕСЕЛОВСКИЙ (Геологич. ин-т Кольского фил. АН СССР)

Строение, состав и асбестонность гипербазитов северокарельского комплекса

Северо-Карельский гипербазитовый пояс, представленный прерывистой цепочкой массивов и их скоплений, протягивается от оз. Ниваярви на западе до Тикшеозера на востоке. В пределах пояса известно более 50 массивов [5]. Гипербазиты в течение многих лет исследовались геологами ПГО «Севзапгеология» С. И. Заком, В. В. Яковлевой, Н. И. Климовым и сотрудниками Карельского филиала АН СССР М. М. Лавровым [4, 5], В. С. Куликовым и др. [3]. В 1966 г.

в ультраосновных породах района оз. Каменного Н. И. Климовым [2] было обнаружено проявление антофиллит-асбеста. Вторичные изменения гипербазитов и асбестопроявления в них детально не изучались.

Интрузивные тела гипербазитов согласно залегают среди архейских (лопийских) гнейсов, мигматитов, сланцев и амфиболитов, структурно сопряжены с ними, имеют линзовидную, овальную и глыбовую форму. В отдельных группах массивов, кро-

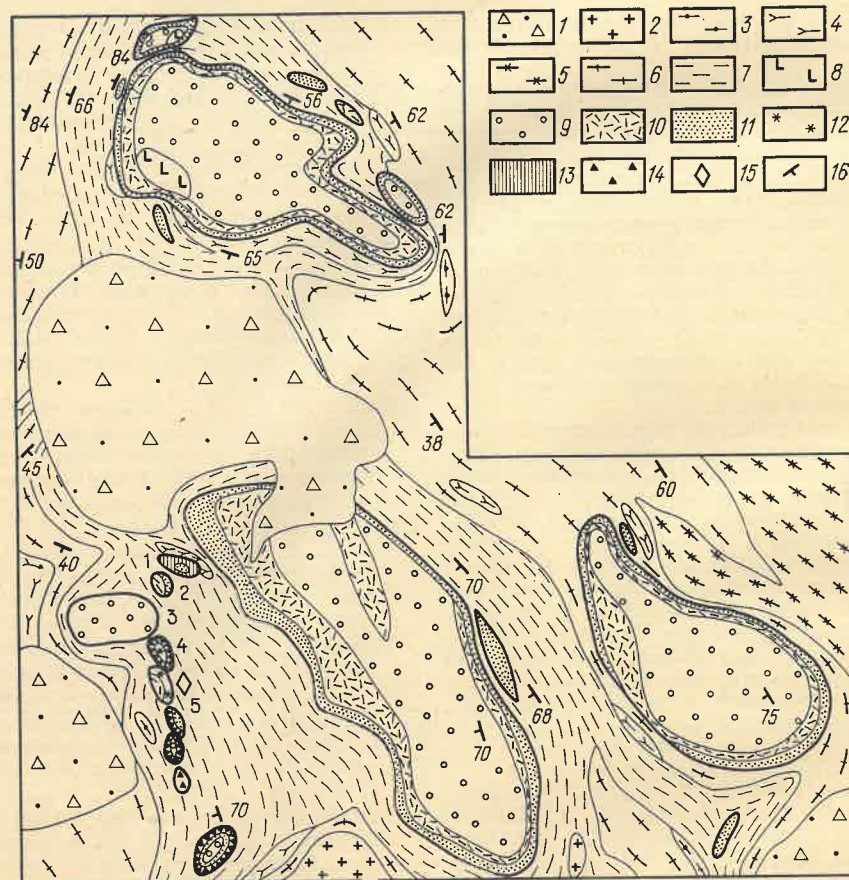


Рис. 1. Схема геологического строения района оз. Каменного, по Н. И. Климову (1967 г.)
1 — четвертичные отложения; 2 — плагномикроклиновые граниты; 3 — роговообманковые амфиболиты; 4 — биотит-амфиболовые гнейсы и гранито-гнейсы; 5—6 — гранито-гнейсы: 5 — существенно микроклиновые, 6 — биотитовые; 7 — гнейсы биотитовые, интенсивно рассланцованные; 8 — метагартбургиты; 9 — оливиниты и апооливинитовые серпентиниты; 10 — хлоритизированные и в различной степени амфибо-

лизированные серпентиниты; 11—14 — околорудно измененные породы: 11 — тремолитовые, хлорит-карбонатно-тремолитовые, тальк-тремолитовые и антофиллит-тремолитовые, 12 — антофиллит-хлорит-карбонатные, 13 — хлорит-тремолит-актинолитовые, 14 — тремолит-тальковые, тремолит-карбонатно-тальковые тальковые; 15 — проявления антофиллит-асбеста; 16 — элементы залегания сланцеватости; 1—5 — номер наиболее крупных массивов ультраосновного состава

ме крупных тел размером до нескольких километров, встречаются мелкие тела длиной 100—200 м и менее. Сложены массивы в различной степени измененными оливинитами и гарцбургитами. По ряду признаков северокарельские интрузивы отнесены к гипербазитовой формации [1, 5] архея — древнейшему аналогу альпинотипных гипербазитов.

На территории Северо-Карельского гипербазитового пояса установлены проявления антофиллит-асбеста двух типов — породообразующего и жильного. Проявления породообразующего антофиллит-асбеста известны в трех массивах близ оз. Каменного в западной части пояса. Жильный антофиллит-асбест известен в невгозерских,

каменноозерских и других массивах, типичные его проявления отмечаются также в массиве у оз. Ханкусьярви. Авторами обследованы каменноозерская и ханкусьярвинская группы массивов и связанные с ними асбестопроявления.

Каменноозерская группа включает около 20 тел гипербазитов в радиусе 1,5 км вокруг оз. Каменного (рис. 1), залегающих среди биотитовых и амфибол-биотитовых плагногнейсов. Тела имеют овальную или линзовидную форму и трактуются большинством исследователей как будины некогда более крупного массива. Размеры четырех наиболее крупных тел варьируют от 0,3—0,4 до 0,7—2,0 км, а остальных не превыша-

ют 100—150 м. Восемь мелких тел образуют цепочки меридионального простирания к югу от оз. Каменного, обнажаясь в виде «бараньих лбов» и выступов рельефа. Крупным телам соответствуют крутые холмы вокруг озера. В строении как крупных, так и мелких массивов выявлена концентрическая зональность. Однако по составу слагающих пород крупные массивы значительно отличаются от мелких.

В центральных частях крупных массивов обнажены серпентинизированные дуниты черного цвета, содержащие до 40 % реликтов оливина*. Встречаются реликты ромбического пироксена. Оливин и пироксен замещаются по трещинам шнуровидным лизардитом, при этом выделяется пылевидный магнетит. Шнуры лизардита рассекают единичные зерна раннего тремолита, спорадически встречающегося в породе. Удлиненные зерна последнего не только разбиты трещинами, но и разорваны со смещением, изогнуты, свидетельствуя о том, что на данной стадии образования породы испытали стресс. Содержание лизардита в них составляет 15—40 %. Указанные минералы замещаются пластинчатым бесцветным хлоритом (10—25 %) с аномальными оливковыми цветами интерференции. По времени образования к хлориту близок мелкозернистый антигорит (до 40 %), характеризующийся аномальными голубоватыми цветами интерференции. Наиболее поздние минералы — тремолит, куммингтонит (до 15 %), тальк (до 10 %) и карбонат (до 5 %).

В направлении от ядерных частей массивов к периферическим последовательность минералообразования и морфология минералов сохраняются, но меняется их содержание в породе. Реликты оливина, ортопироксена, раннего тремолита исчезают вследствие серпентинизации, но возрастает содержание хлорита. Серпентинизированными дунитами и серпентинитами сложено, по-видимому, 90 % всего объема крупных массивов. Химический состав пород из ядерных частей и из зон серпентинизации крупных

массивов приведен в табл. 1 (анализы 1, 2, 6, 7, 8).

Ближе к периферии массивов в серпентинитах возрастает до 60 % содержание амфиболов, замещающих серпентин и хлорит. Амфиболы представлены в разных частях массивов тремолитом, куммингтонитом и антофиллитом. В этих темно-серых породах макроскопически видны, блестящие иглы амфибола, расположенные хаотично.

Приконтактные части крупных массивов сложены хлорит-тремолитовыми мелкозернистыми образованиями, имеющими относительно резкий контакт с амфиболитизированными серпентинитами, зеленый цвет и сланцеватость, параллельную нижнему контакту массива. Свободное пространство между зернами тремолита заполнено зеленоватым хлоритом, который, в отличие от хлорита в серпентинитах, не обладает аномальной интерференционной окраской. В породе нередко присутствует карбонат, замещающий тремолит, но иногда их взаимоотношения обратные. Амфиболовые породы, подобные приконтактным, развиваются в зонах дробления внутри массивов. Локальные очаги оталькования (до 10 % талька) и карбонатизации (до 20 % карбоната) в гипербазитах не обнаруживают видимой связи с зональностью.

Мелкие массивы гипербазитов представлены сильно измененными породами и лишь в центральных частях некоторых из них сохранились редкие реликты оливина и ортопироксена. Вследствие интенсивных карбонатизации, оталькования, хлоритизации и амфиболитизации сформировался целый ряд оригинальных пород. Их облик и состав варьируют в широких пределах.

Центральные части мелких массивов сложены карбонатизированными, оталькованными и амфиболитизированными серпентинитами, примерно одну половину которых составляет реликтовый серпентинит, а другую — агрегат новообразованных минералов (см. табл. 1, анализы 3, 4, 5, 9). Сохраняются участки реликтового серпентинита с лизардитом, единичные реликтовые зерна оливина. По серпентиниту развивается агрегат беспорядочно

* Здесь и далее содержания в % приводятся по результатам изучения шлифов.

Результаты анализов гипербазитов оз. Каменного

Компоненты	1	2	3	4	5	6	7	8
Химический								
SiO ₂	34,33	35,45	31,30	34,74	38,99	36,65	37,99	40,25
TiO ₂	0,08	0,11	0,09	0,16	0,12	0,13	0,12	0,13
Al ₂ O ₃	1,33	2,17	2,36	1,14	2,39	3,00	2,60	2,65
Fe ₂ O ₃	6,27	7,78	6,66	7,60	7,50	9,64	7,94	5,45
FeO	3,66	4,45	3,61	4,52	2,60	3,16	3,83	2,97
MnO	0,152	0,170	0,135	0,154	0,070	0,091	0,109	0,129
MgO	37,52	36,30	35,47	34,71	34,48	34,40	33,75	33,57
CaO	0,00	0,16	0,23	0,37	0,00	0,21	0,87	2,20
Na ₂ O	0,02	0,03	0,02	0,019	0,014	0,01	0,02	0,09
K ₂ O	0,01	0,01	0,01	0,015	0,005	0,01	0,005	0,02
H ₂ O ⁻	1,41	0,44	0,08	0,29	0,56	0,58	0,57	0,61
H ₂ O ⁺	12,44	11,20	11,56	7,79	11,51	11,05	10,95	10,35
Cu	0,004	0,003	0,005	Следы	Следы	0,00	0,005	0,005
Ni	0,277	0,218	0,215	0,203	0,174	0,215	0,166	0,230
Co	0,016	0,018	0,017	0,015	0,013	0,017	0,016	0,015
S _{общ.}	0,00	0,00	0,00	0,03	0,09	0,03	0,00	0,03
Zn	—	—	—	0,018	0,013	—	—	—
P ₂ O ₅	0,01	0,07	0,01	0,03	0,01	0,04	0,00	0,02
Cr ₂ O ₅	1,78	0,89	0,78	0,83	0,74	0,72	0,81	1,00
V ₂ O ₅	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01
CO ₂	0,75	0,40	6,48	6,16	0,18	0,75	0,33	0,27
П. п. п.	—	—	0,88	1,23	—	—	—	—
—S _{экв.}	—	—	—	—0,02	—0,04	—0,02	—	—0,02
Сумма	100,08	99,89	99,93	100,011	99,43	100,70	100,09	99,98
Минеральный								
Лиз 35	Лиз 35	Кб 40	Хл 30	Тл 40	Лиз 70	Агт 60	Хл 30	
Ол 25	Агт 30	Хл 30	Кб 30	Хл 20	Мт 10	Лиз 10	Лиз 25	
Тл 20	Ол 15	Лиз 15	Лиз 20	Лиз 20	Хл 10	Мт 10	Ол 20	
Хл 15	Мт 10	Мт 10	Мт 10	Агт 10	Тл 10	Тл 10	Тр 20	
Мт 5	Хл 5	Агт 5	Ант 5	Мт 10	—	Ол 5	Мт 5	
	Тл 5	—	Тл 3	Ол 2	—	Кум 5	—	

* Здесь и в табл. 2 анализы выполнены в химико-аналитической лаборатории Геологического института (табл. 1) и Е. А. Федотова (табл. 2).

** Лиз — лизардит, Ант — антитерит, Ол — оливин, Мт — магнетит, Хл — хлорит, Тл — тальк, Кб — кар-

ориентированных зерен амфибола — куммингтонита, антофиллита или сростков того и другого, реже тремолита. Близко одновременно с амфиболами появляются изометричные зерна карбоната, пластины талька и хлорита.

Во втором с севера массиве группы мелких тел с породами этой зоны связано проявление антофиллит-асбеста, обнаруженное, как указывалось выше, Н. И. Климовым. Массив 2 образует скальный выход размером 20×10 м на берегу небольшого озера. С северо-запада на юго-восток последовательно обнажаются: хлоритизированный лизардитовый серпентинит, кар-

бонатизированный и хлоритизированный лизардитовый серпентинит с антофиллитом, куммингтонитом и антофиллит-асбестом, тальково-хлорит-карбонатная порода по лизардитовому серпентиниту с антофиллитом, куммингтонитом и асбестом; хлорито-тремолитовые породы, степень сланцеватости которых возрастает к контакту. Непосредственно у контакта с биотит-роговообманковыми гнейсами отмечается узкая зона (10 см) тремолит-актинолитовых сланцев.

Асбестоносные породы содержат лизардит (10—50 %), хлорит (20—30 %), карбонат (20—30 %), тальк (0—

Таблица 1

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
состав, %*									
44,42	36,29	43,71	48,53	51,76	30,02	52,40	49,35	38,47	31,90
0,10	0,18	0,20	0,00	0,10	0,10	0,12	0,62	0,10	0,14
1,92	7,33	3,57	0,33	1,14	5,82	2,55	4,96	1,43	3,01
5,89	2,19	6,34	1,14	5,34	3,03	5,74	1,05	4,22	5,92
2,96	4,90	4,46	2,79	4,72	3,15	4,80	3,31	3,83	3,94
0,073	0,142	0,129	0,136	0,097	0,163	0,119	0,116	0,159	0,107
30,30	30,25	29,22	28,23	27,71	27,51	27,37	26,77	25,67	24,97
2,03	2,51	2,07	7,44	1,93	8,68	0,36	6,83	8,14	8,51
0,03	0,02	0,02	0,04	0,03	0,015	0,05	0,07	0,03	0,03
0,01	0,01	0,06	0,02	0,02	0,005	0,02	0,05	0,01	0,015
0,37	0,22	0,22	0,19	0,26	0,28	0,18	0,18	0,63	0,38
8,77	9,78	5,58	3,81	4,51	7,31	5,47	5,38	4,71	6,90
0,004	0,010	0,00	0,007	0,005	Следы	0,006	Следы	0,005	0,04
0,201	0,304	0,188	0,105	0,187	0,199	0,168	0,093	0,183	0,226
0,014	0,018	0,014	0,008	0,012	0,013	0,011	0,010	0,013	0,016
0,02	0,12	0,02	0,00	0,05	0,01	0,02	0,02	0,00	0,15
0,01	0,03	0,04	0,09	0,07	0,01	0,009	0,007	—	0,009
0,90	1,11	0,78	0,03	0,49	0,01	0,04	0,08	0,00	0,02
0,01	0,02	0,02	0,01	0,03	1,04	0,89	0,11	0,64	1,00
1,92	4,72	2,96	6,20	1,32	0,00	0,02	0,01	0,02	0,01
—0,01	—0,06	—0,01	0,87	—	12,73	0,24	0,13	11,90	12,29
				—0,03	—	—	0,36	—	—
					—0,01	—0,01	—	—	—0,07
99,94	100,109	99,60	99,98	99,76	100,09	100,57	99,50	100,16	99,51
состав, %**									
Тл 65	Хл 50	Тл 55	Тр 50	Кум 80	Кб 70	Тл 75	Тр 85	Кб 55	Кб 55
Лиз 15	Ант 35	Хл 20	Кб 35	Тл 20	Хл 20	Ант 5	Хл 15	Хл 15	Хл 20
Хл 10	Кб 5	Ант 15	Хл 10	—	Тл 10	Хл 5	—	Хл 15	Хл 20
Кб 5	Тл 5	Кум 5	Тл 5	—	—	Кум 5	—	Хл 15	Хл 20
Мт 5	Агт 5	Мт 5	—	—	—	Мт 10	—	Хл 15	Хл 20
								Кум 15	Агт 5
								Ант 15	Асб 15

тута Кольского филиала АН СССР. Аналитики: Е. К. Таравкова, Л. А. Константинова, Т. М. Иваненко.
Бонат, Ант — антофиллит, Асб — асбест, Кум — куммингтонит, Тр — тремолит.

10 %), отдельные реликты оливина и бронзита, сростки куммингтонита и антофиллита (5 %) с отдельными волокнами антофиллит-асбеста (менее 1 %). Это бедное непромышленное оруденение. Антофиллит-асбест имеет длину волокон до 6—7 мм, снежно-белый цвет, но хорошо раскалывается лишь с поверхности. В свежем сколе его волокнистость уменьшается. Показатели преломления антофиллит-асбеста: $N_{gl,629}$, $N_{ml,620}$, $N_{pl,608}$, $N_{vo,021}$, химический состав отражен в табл. 1 (ан. 4).

Ближе к периферии массивов реликты серпентинитов постепенно ис-

чезают, уступая место тальково-амфиболовым, хлорито-тальковым карбонатно-тальково-хлоритовым, хлорито-карбонатным и другим породам (см. табл. 1, анализы 10—15, 17, 18). Особо выделяется тальково-амфибол-хлорито-карбонатная порода, встречающаяся в массивах 4 и 5. Именно с ней связаны асбестопроявления.

Массив 4 обнажен только в южной части, где на поверхность выходят сильно измененные породы. Предполагаемые границы этого массива фиксируются изгибом в рельефе (рис. 2, а). В массиве встречены крупнозернистые тальково-амфибол-хлорито-карбонат-

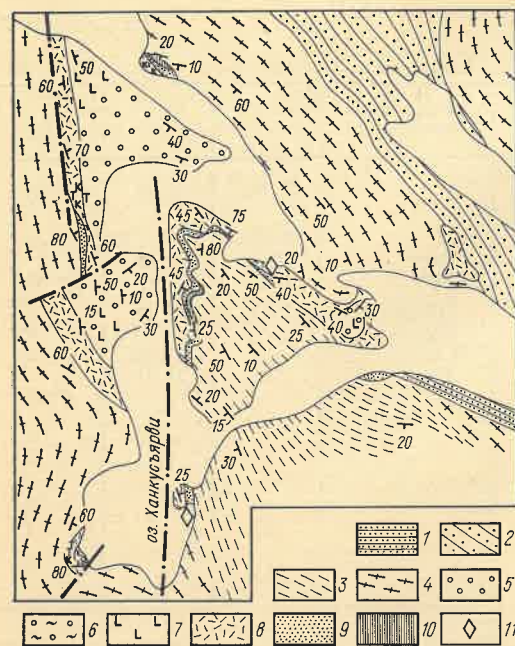


Рис. 3. Схема геологического строения массива Ханкусъярви, по М. М. Лаврову [5] с дополнениями Т. В. Рундквист и М. М. Ефимова

1 — кварцито-песчаники, конгломераты; 2 — серицит-кварцевые сланцы; 3 — мелкозернистые двуслюдяные гнейсы и эпидот-слюдисто-кварцевые сланцы; 4 — гранито-гнейсы и гранодиорито-гнейсы; 5 — оливиниты, частично серпентинизированные и пироксеновые; 6 — то же, хлоритизированные и серпентинизированные; 7 — гарцбургиты, частично серпентинизированные; 8 — серпентиниты; 9 — хлорит-амфиболовые и амфиболовые породы; 10 — приконтактные роговики; 11 — проявления антофиллит-асбеста; остальные усл. обозн. см. рис. 2

ксена, расположением шнуров лизардита и чешуек хлорита. Среднее содержание отдельных минералов в метAPERИДОТИТАХ Ханкусъярви, %: оливина-I 10—20; ортопироксена-I единичные зерна; лизардита-I 5—10; магнетита 5—10; оливина-II 10—40; энстатита-II 0—25; хлорита 0—30; антигорита 0—30; талька — единичные зерна.

Ближе к периферии массива располагаются серпентиниты, заключающие не более 15 % реликтов оливина и ортопироксена. Лизардит (до 80 %) образует полные псевдоморфозы по оливину, антигорит (до 20 %) слагает отдельные участки или полосы шириной несколько миллиметров. Магнетит (5—10 %) присутствует в виде тонкой сыпи или более крупных (до 0,5 мм) изометрических зерен, расположенных цепочками, которые придают породе полосчатость. Хлорит (до 20 %) пластинчатый с аномальной

интерференционной окраской. Встречаются отдельные зерна карбоната, талька, амфибола и пятна куммингтонового агрегата.

Карбонатно-тальковая наложенная минерализация концентрируется в ослабленных, трещиноватых зонах краевых частей массивов. Жилы достигают мощности 0,8 м, но шире распространены малоомощные прожилки мелко-среднезернистого строения.

В краевых частях массива развиты амфиболовые породы, с которыми связаны два известных проявления жильного антофиллит-асбеста (Ng1,626—1,630; Nm1,618—1,620; Np1,604—1,608; ΔN0,22). Представлены породы куммингтонитом, тремолитом или антофиллитом, развивающимися по серпентиниту. Антофиллитовые жилы мощностью до 1,5 м содержат реликтовые участки серпентинитов и пересекаются прожилками позднего скрытокристаллического лизардита-III. Отдельные волокна антофиллитового асбеста отщепляются от кристаллического антофиллита в основном на выветрелой поверхности. Длина волокна до 0,7 см, расщепляемость его хорошая, химический состав приведен в табл. 2 (ан.3).

Ближе к контакту амфиболовые породы приобретают сланцеватую текстуру, тремолит сменяется актинолитом, появляется зеленый хлорит, заполняющий интерстиции актинолитовых зерен, образуются цоизит и биотит. Непосредственно на контакте массива с вмещающими породами на двух участках (см. рис. 3) развиты роговики и скарноподобные породы. На западном контакте восточного крыла массива обнаружена зона полосчатого роговика мощностью 0,7 м амфибол-кварцево-цоизитового состава.

Роговиковое тело участвует в складчатости вместе с ультрабазитом и породами рамы. На северном контакте массива известно полосчатое тело скарноподобных пород видимой мощностью около 2 м, сложенное чередующимися темными и светлыми полосками (15—20 см). Светлые полосы образованы сильно карбонатизированным серпентинитом, состоящим из реликтовых участков серпентинита и изометрических зерен карбоната.

Магнетит в этой породе связан с серпентинитом и содержится в виде мелкой сыпи. Более темные полосы сложены тремолит-диопсидовой с карбонатом породой, в которой практически отсутствуют реликтовые участки серпентинита. Выделения магнетита имеют другую морфологию — это крупные (до 1 мм) изометрические зерна. Встречается пластинчатый хлорит, выполняющий тончайшие прожилки.

Таким образом, гипербазитовый массив оз. Ханкусъярви претерпел более сложный метаморфизм по сравнению с массивами оз. Каменного. Объединение этих массивов гипербазитов в единый Северо-Карельский пояс основано на близости их по времени образования и тектонической позиции в областях геосинклинального режима. Однако в дальнейшем массивы попали в несходную обстановку, что и обусловило их неодинаковое развитие. Каменноозерский массив был разорван на будины, которые приобрели сглаженную форму в процессе регионального метаморфизма. Ханкусъярвинский же массив оказался смятым в складку с углом между крыльями около 50°, осложненную позднейшими разрывными нарушениями. Но нетрудно себе представить, что первоначально это тело имело пластовую форму.

В каменноозерских массивах нами отмечались достоверные признаки оливинизации и пироксенизации, присущие большинству массивов Северо-Карельского пояса и столь широко проявленные в массиве Ханкусъярви. В нем насчитываются три обособленных по времени стадии лизардитизации, а в каменноозерских массивах лизардит выделялся в течение одной стадии, соответствующей образованию лизардита-I в массиве Ханкусъярви. Массовая лизардитизация с выделением магнетита, хлоритизация, антигоритизация, амфиболитизация, карбонатизация и оталькование одинаково четко прослеживаются в одной той же последовательности в массивах обеих рассматриваемых групп. Судя по результатам 76 химических анализов пород, приведенных М. М. Лавровым [5], и 18 авторских анализов в основном из асбестонос-

ных массивов (см. табл. 1), для метасульфидов северокарельского комплекса характерны умеренные железистость и глиноземистость, низкие титанистость и щелочность. Содержание никеля колеблется в пределах 0,17—0,30 %, т. е. оно не превышает обычных значений в ультраосновных породах. Количество Cu, Co и V пониженное — менее 0,03 %. В рассматриваемом комплексе отмечается повышенная концентрация Cr_2O_3 (0,7—1,0 %).

Специфика геологического строения территории позволяет высказать предположение о возможности обнаружения новых проявлений антофиллит-асбеста в Северо-Карельском поясе, особенно в его западной части (Ортсас-Каменноозерская ветвь), что неоднократно отмечалось ранее Н. И. Климовым и В. Р. Артемовым. Имеются поисковые предпосылки для выявления здесь месторождений антофиллит-асбеста. Это принадлежит массивов к гипербазитовой (дунит-гарцбургитовой) формации, залегающей среди мощных гнейсо-мигматитовых полей, уровень метаморфизма вмещающих пород, достигающий амфиболитовой фации, будинаж, наличие определенной метасоматической зональности, по которой можно судить о закономерном размещении продуктивных зон, и, наконец, наличие антофиллит-асбестовой минерализации промышленного типа [6]. По аналогии с промышленными месторождениями особого внимания заслуживают мелкие зональные массивы ультрабазитов, пересеченные дайками гранитоидов и пегматитов.

В заключение отметим, что по существующей классификации месторождений антофиллит-асбеста [6] рудопроявления Северо-Карельского пояса могут быть отнесены к метаморфическим, связанным с формацией древних аналогов альпинотипных дунит-гарцбургитов. Предварительно выделены два морфогенетических типа оруденения — вкрапленный и прожилковый. Вкрапленный тип — пучковатая вкрапленность антофиллит-асбеста в парагенезисе с тальком, антофиллитом и карбонатом, развитая в мелких массивах близ оз. Каменного, залегающих среди мигматизирован-

ных гнейсов, метаморфизованных в амфиболитовой фации, — аналогичен сысертскому подтипу месторождений.

Размеры асбестоносных массивов оз. Каменного и Сысертского района близки и составляют первые десятки метров в поперечнике. В изученном авторами рудопроявлении содержание волокна асбеста приближается к таковому Сысертской группы месторождений при удовлетворительном качестве асбеста. Существенное отличие рудопроявлений оз. Каменного от месторождений сысертской группы заключается в широком развитии в первых куммингтонита и хлорита. По химическому составу в целом гипербазиты сравниваемых районов близки. При этом следует отметить меньшие (на 2—3 %) содержания MgO и значительно (в 2—3 раза) большие — C_2O_3 в породах района оз. Каменного.

Прожилковый тип антофиллит-асбестового оруденения, встречающийся как в крупных, так и в мелких гипербазитовых телах Северной Карелии, самостоятельного практического значения не имеет вследствие небольших масштабов.

Изучение особенностей строения и вещественного состава отдельных гипербазитовых массивов Северной Карелии позволило установить различия в характере вторичных преобразований ханкусьярвинских и каменноозерских пород. Они, по-видимому, обусловлены неодинаковой геолого-структурной позицией массивов в гнейсово-мигматитовом комплексе, структур-

ные особенности которого еще практически не выяснены. Исследование массивов Каменноозерской группы показало, что характер вторичных изменений мелких и крупных тел весьма различен. В частности, только в мелких телах встречены специфические крупнозернистые хлорит-амфибол-карбонатно-талковые породы, с которыми связаны проявления антофиллит-асбеста. Именно антофиллит-асбестовое оруденение определяет металлогеническую специализацию массивов северокарельского комплекса. С целью получения более убедительной оценки перспектив региона необходимо проведение специализированных поисков на всей территории, а также горных и буровых работ на известных рудопроявлениях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зак С. И. Гипербазитовая формация Кольского полуострова, Л., Наука, 1980.
2. Климов Н. И. Новые данные об антофиллит-асбестовой минерализации Северной Карелии. — В кн.: Месторождения амфиболового асбеста и их генезис. М., 1971, с. 79—104.
3. Куликов В. С., Слюсарев В. Д., Кочнев-Первухов В. И. Специфика базит-ультрабазитового магмопроявления в Северной Карелии. — Изв. АН СССР. Сер. геол., 1974, № 12, с. 160—165.
4. Лавров М. М. Северо-Карельская синклинальная зона. — В кн.: Геохимия гипербазитов Карело-Кольского региона. М., 1971, с. 14—21.
5. Лавров М. М. Гипербазиты и расслоенные перидотит-габбро-норитовые интрузии докембрия Северной Карелии. Л., Наука, 1979.
6. Месторождения антофиллит-асбеста СССР. Под ред. И. Ф. Романовича. М., Недра, 1976.

УДК 552.2(5-925.23-14)

В. И. ПОПКОВ (КазНИПИнефть), О. В. ЯПАСКУРТ (МГУ),
А. А. ДЕМИДОВ (ИГиРГИ)

Породы фундамента юго-запада Туранской плиты

Сведения о строении фундамента юго-запада Туранской плиты, включающей территории Мангышлака, Прикарабагазья и Туаркыр-Кап-ланкыра, неоднократно публиковались [4, 6—9, 16 и др.]. Однако за последнее время накоплен новый фактический материал, значительно дополняющий существующие представления по этому вопросу и в ряде случаев позволяющий их критически переосмыслить. В пределах Мангышлака фундамент вскрыт глубокими скважинами на поисково-разведоч-

ных площадях Песчаномыско-Ракушечной зоны поднятий, в северо-восточной части Сегендынской депрессии, на Жетыбай-Узенской ступени и в районе западной периклинали Бек-Башкудукского вала. На мысах Песчаный и Жиланды породы фундамента вскрыты на площадях Оймаша, Жантанат, Жага, Ащисор и Жиланды на глубинах 3550—4070 м. Они представлены терригенными отложениями, метаморфизованными на стадии хлорит-мусковитовой субфации фации зеленых сланцев регио-

нального метаморфизма, прорванными магматическими телами основного и кислого составов. Углы падения слоев колеблются от субгоризонтальных до вертикальных. Среди метаморфических разностей наиболее распространены следующие породы: кварцево-слюдяные сланцы местами с бластоалевритовой структурой и полосчато-сланцевой текстурой, соответствующей первичной слоистости осадочной породы; бластосаммитовые сланцы (метапесчаники) кварцево-слюдяного и полевошпат-кварцевого составов; серицит-кварцевые сланцы с реликтами бластосаммитовой структуры; углеродисто-кварцево-слюдяные сланцы с фибробластовой, лепидогранобластовой текстурой, в реликтовых участках с первичной алевропелитовой структурой; кварциты с бластосаммитовой структурой.

Перечисленные породы встречены в керне из различных интервалов скважин. В отдельных шлифах (скв. 15 Жага) отмечены слюдисто-кварцево-карбонатные сланцы со сланцеватой текстурой (глубина 3888—3896 м) и кварц-альбит-слюдяная порода, претерпевшая интенсивную наложенную карбонатизацию. Местами видны признаки исходной структуры метаморфизованных вулканитов (3530—3540 м).

Гранитная интрузия к настоящему времени вскрыта на площадях Оймаша и Жантанат скважинами 9, 10, 12, 14, 16, 18—20, 22, 25, 26 и 31. Граниты лейкократовые, в их составе примерно в равных соотношениях присутствуют кварц, олигоклаз и ортоклаз. Возраст гранитов, определенный в различных организациях, колеблется от 250 до 340 млн. лет [8, 11]. Скважинами 18 и 31 Оймаша граниты обнаружены непосредственно под отложениями среднего триаса, верхние несколько метров которых переработаны процессами выветривания и представляют собой гранитный развал (древняк).

В приконтактной зоне интрузии встречены кварц-хлорит-актинолитовые роговики [11], а в разрезе скв. 11 Оймаша (3897—3902 м) — кордиеритовый роговик с биотитом, что говорит о близости интрузива. Не исключено, что и скв. 17 Оймаша заложена в аналогичных условиях: в ней на глубине 4120—4130 м в углеродисто-кварцево-слюдяном сланце обнаружены следы ороговивания.

Граниты и метаморфические породы рассеяны жильными телами различного состава [11]. Так, скважинами 9 (3705—3712 м) и 16 Оймаша (3930—3939 м) подсечены дайки диабазового метаморфизованного порфирита. В скв. 12 Оймаша (3646—3655 м) установлено пластовое тело (или шток) кислого состава, рвущее граниты. Возможно, оно являлось одним из подводящих каналов к эффузивам низов триасового разреза, где выявлены дацитовые лавы (или туфолавы), туфобрекчии, а выше — туфы и туффиты кислого состава. В скв. 6 Ащисор (3622—3633 м) также вскрыта дайка кислого состава. Порода не метаморфизована, но подверглась интенсивной карбонатизации; в реликтовых участках отчетливо прослеживается лейстовое строение.

В породах фундамента в ряде случаев отмечаются следы наложенных постмагматических гидротермальных процессов, а также зоны брекчирования и милонитизации.

Таким образом, на мысах Песчаный и Жи-

ланды скважинами вскрыты первично-терригенные породы, метаморфизованные на стадии хлорит-мусковитовой субфации зеленых сланцев регионального метаморфизма, прорванные магматическими телами различного состава. В приконтактной зоне интрузии вмещающие породы претерпели более интенсивные преобразования за счет контактового метаморфизма, выразившегося в ороговивании пород и появлении более высокотемпературных парагенезисов минералов [11]. По мере удаления от интрузива термальное воздействие ослабевает, проявляясь в возникновении узловатых стяжений в некоторых слюдяных прослоях. В скважинах или интервалах, находящихся на значительном расстоянии от интрузива, иногда присутствуют породы, измененные на стадии глубокого метатенеза, значительно сохранившие отдельные черты исходных осадочных толщ.

Не учитывая всего этого, а также вследствие случайного характера отобранных для анализа единичных шлифов, ряд исследователей пришли к выводу о том, что в домезозойском Оймашинском разрезе залегают две различные по генезису и степени метаморфизма толщи: верхняя субплатформенная, объединяемая с триасом в единый этаж, и нижняя, рассматриваемая в качестве «настоящего» фундамента [5].

Близкие по облику метаморфические породы вскрыты в северо-восточной части Сегендынской депрессии на площади Северное Карагие скважинами 1 и 2 на глубинах соответственно 3902—4450 (забой) и 3890—4000 м. Толща дислоцирована: углы падения слоев до 45°. В верхах разреза сланцы каолинитизированы. В породах фундамента обнаружены многочисленные древесные отпечатки. Исходный состав метаморфических пород песчано-алевро-аргиллитовый, в отдельных прослоях отмечается повышенное содержание растительной органики. Породы кливажированы; явные следы кливажа разрыва видны в метапесчаниках из интервалов глубин 3951—3960 м и 3966—3975 м (скв. 1). В метапесчаниках практически весь терригенный биотит замещен пакетами метаморфогенного мусковита, чередующегося с хлоритом. Хлорит слабо окрашен (почти бесцветен) при одном никеле, а при скрещенных николях имеет аномально низкие, иногда желтовато-бурые цвета интерференции, т. е. представляет собой типичный метаморфогенный высокомагнезиальный хлорит (в отличие от железистого осадочного). Такой же хлорит развит в виде розеток, окаймляющих крупные включения органического вещества в высокоуглеродистых алевропелитовых породах. Последние, насыщенные тонкодисперсной органикой и детритом, имеют черный цвет, тонко-слоистую текстуру, осложненную зачаточной сланцеватостью.

В отдельных шлифах (скв. 1, интервал 3966—3975 м) выявлены новообразования стильпноомелана, коричневатого-бурого, сильно плеохроирующего, свойственного обычно зеленосланцевой фации метаморфизма (хлорит-мусковитовой субфации). Явных признаков контактовых воздействий не замечено. В целом парагенезис минералов в породах соответствует начальным этапам зеленосланцевого

метаморфизма, а в отдельных разностях — стадии позднего метатенеза.

Сходные по составу и степени метаморфизма породы вскрыты скважинами 1-П Саура и 5 Саура-Сегенды в районе западной периклинали Беке-Башкудукского вала. В первой из них, по устному сообщению В. В. Липатовой, обнаружена среднекаменноугольная фауна.

Важное значение для изучения геологической истории региона имеет граувакко-аркозвая толща, вскрытая в пределах Ракушечного мыса на площадях Северо-Ракушечная и Ракушечномысская глубокими скважинами 6, 8, 12, 13, 15, 17 и 18. Она достаточно интенсивно дислоцирована: углы падения слоев, замеренные по керну, колеблются в широких пределах, достигая 40°, а в отдельных случаях 60°. Максимальная вскрытая мощность 140 м (скв. 12 Северо-Ракушечная). По геофизическим данным мощность толщи оценена не менее 500 м.

Подробно эти образования рассмотрены в работе [13]. Следует отметить, что в строении разреза ведущая роль принадлежит грубообломочному материалу грауваккового и граувакко-аркозового составов, содержащему в основном продукты разрушения магматических и метаморфических пород, развитых на мысах Песчаный и Жиланды. Формационные особенности и значительная дислоцированность этого комплекса пород, высокая степень литогенетических изменений (глубокий катагенез — метатенез), не характерная для вышележащих мезозойских отложений, позволили выделить данные образования в качестве нижней молассы и, соответственно, включить в комплекс основания платформы. По косвенным показателям предположительный возраст пород позднекаменноугольно-раннепермский [13].

Домезозойские образования на Жетыбай-Узенской ступени впервые вскрыты параметрическими скважинами 4 Южный Жетыбай и 25 Жетыбай. Относительно их генезиса и тектонической принадлежности существуют различные точки зрения. Одни исследователи [9] относят их к фундаменту, сопоставляя с карбоном вала Карпинского. Другие [1], указывая на наличие в них пород, метаморфизованных в зеленосланцевой фации регионального метаморфизма, считают возможным включить их в состав квазиплатформенного комплекса. Некоторые же усматривают в домезозойских образованиях черты платформенных формаций.

На максимальную мощность с глубины 3720 м и до забоя (4501 м) палеозойские отложения вскрыты скв. 25-П Жетыбай. В разрезе выделяются две части: нижняя (с глубины 3950 м), преимущественно песчаная и верхняя, алевро-аргиллитовая. Подобное строение имеет разрез, вскрытый скв. 4-П Южный Жетыбай (интервалы 4240—4375 и 4375—4501 м). Породы серые, темно-серые и черные, плотные, дислоцированные (углы падения до 40°). Микроскопическое изучение пород обеих частей разреза показало идентичный состав кластического материала, различающегося в основном по размерности.

В составе обломочного материала преобладают субграувакки, сложенные плохо- и среднеокатанными обломками кварца, кислых плагиоклазов, нацело мусковитизированного био-

тита, мусковита, кремнистых пород, глинистых и слюдяных сланцев, роговиков, кварцитов. Наблюдаются обломки агрегатов полевошпатовых зерен, присущих жильным породам, сростки мусковита и полевых шпатов из гранитоидных интрузий. Породы подвержены значительным постседиментационным преобразованиям (глубокому метатенезу). Отмечается их рассланцевание. В отдельных случаях отложения имеют облик слабометаморфизованных пород типа кварцево-слюдяных сланцев с реликтовой алевроитовой структурой. В пелитовых разностях появляются сланцевые текстуры, секущие под углом первичную слоистость, при этом породы приобретают вид филитоподобных сланцев. Встречены также аркозы (единичные случаи), субаркозы и граувакки. В глинистых разностях отмечается иногда повышенное содержание углефицированного детрита; наблюдаются текстуры гравитационного сползания и подводного взмучивания, указывающие на морской генезис палеозойских отложений.

Сходные по облику породы вскрыты скважинами 100 Бектурлы (3490—3587 м), 2 Придорожная (4273—4450 м) и 3 Северо-Западный Жетыбай (3576—3600 м).

Итак, палеозойские отложения Жетыбай-Узенской ступени более всего близки к нижнемолассовым образованиям и могут быть, по мнению авторов, включены в состав фундамента.

Дополнительные сведения о вещественном составе фундамента рассматриваемого региона можно получить при изучении палеозойских галек из юрских и меловых отложений Восточного Мангышлака [3], в которых обнаружена каменноугольная фауна. Среди обломков установлены кремнистые породы (преобладают), кварц, известняки, гальки кварцевых гранит-порфиров, гранитов, липаритовых и дацитовых порфиров, туфов кварцевых порфиров. Слабая окатанность обломков и хорошая сохранность органических остатков свидетельствуют о близости области размыва.

Породы фундамента Карабогазского свода вскрыты в 23 скважинах. Восемь из них заложены в южном Прикарабагазье, 15 — к северо-западу от залива Кара-Богаз-Гол (рисунок). Строение фундамента южной зоны освещено в работах [6, 7, 16]. Метаморфические породы вскрыты лишь в скв. 3 Карши. Здесь описаны амфиболитовые сланцы, которые возникли, согласно [16], в результате метаморфизма осадочно-эффузивных пород в амфиболитовой или эпидот-амфиболитовой фации и залегают среди гранитоидов палеозоя, образуя в них, очевидно, ксенолиты. На основании высокой степени метаморфизма предполагается докембрийский их возраст [16].

В скважинах 1 Карши, 159 и 161 Омчалы, 1 Аджибир и 179 Дарджа вскрыты микроклиновые граниты, принадлежащие к классу пересыщенных кремнекислотой пород с разным содержанием щелочей; граниты Омчалы обогащены калием. Состав гранитоидных пород отвечает гранитам и гранодиоритам (по Р. Дэли), в отдельных случаях гранит-аплитам [16]. Возраст аджибирских гранитов, определенный калий-аргоновым методом, составляет 300 ± 10 млн. лет [7], омчалинских 310—295 млн. лет (C₃) [6]. Для каршинских гранитоидов

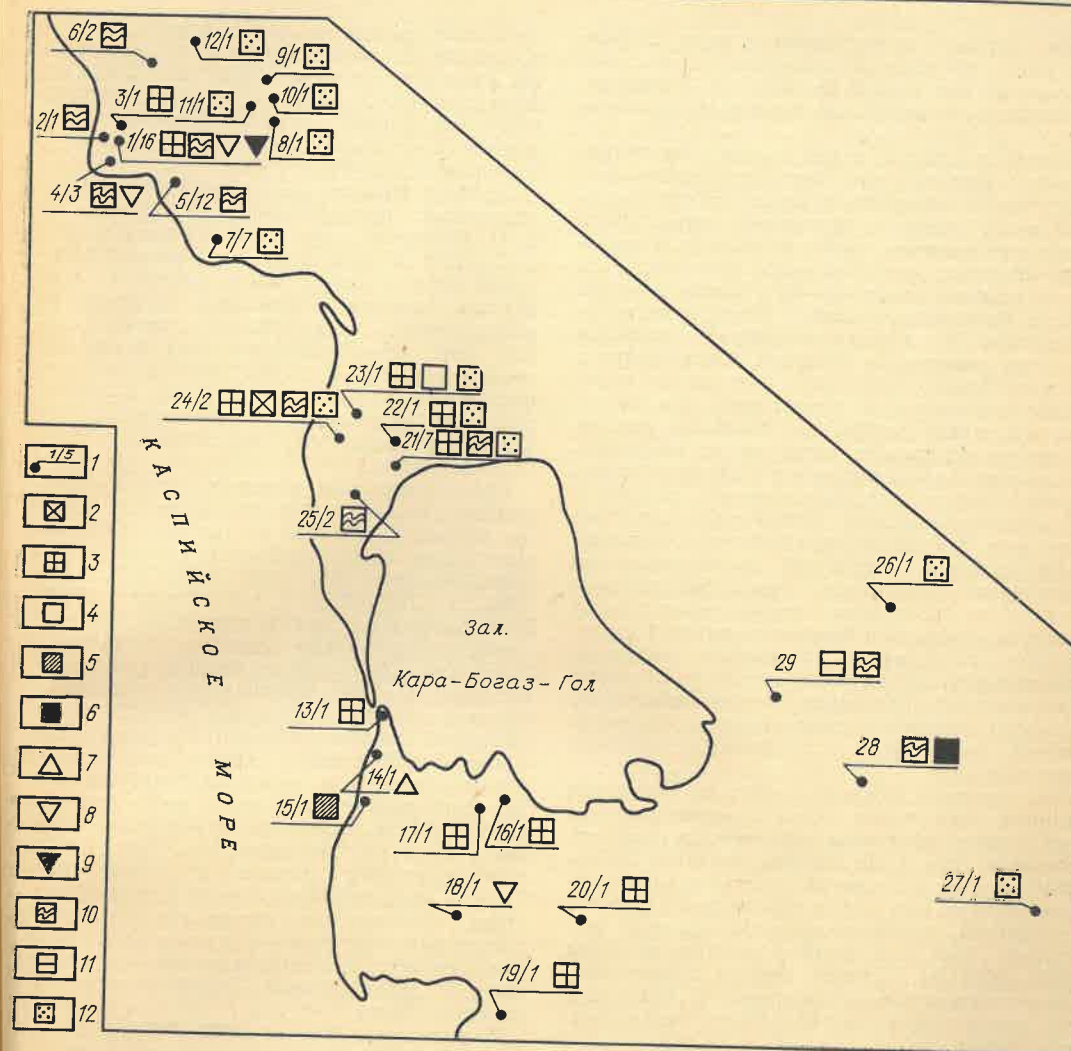


Схема размещения поисково-разведочных площадей, на которых вскрыты бурением породы фундамента

1 — площади, на которых вскрыт фундамент (в числителе — номер площади, в знаменателе — количество скважин): 1 — Юймаша, 2 — Жага, 3 — Жантанат, 4 — Анисор, 5 — Жиланды, 6 — Северное Карагие, 7 — Северо-Ракушечная и Ракушечномысская, 8 — Южный Жетыбай, 9 — Жетыбай, 10 — Бектурлы, 11 — Придорожная, 12 — Северо-Западный Жетыбай, 13 — Карши (скв. 1), 14 — Карши (скв. 2), 15 — Карши (скв. 3), 16 — Омчалы (скв. 161), 17 — Омчалы (скв. 159), 18 — Акпар, 19 — Дарджа, 20 — Аджибир,

(скв. 1) получены два значения абсолютного возраста: 440 и 312 млн. лет. В связи с этим предполагается [16], что в керне скважины присутствуют гранитоиды двух генераций, причем более древние из них, отнесенные к силур-ордовикскому комплексу, образуют в молодых каменноугольных гранитоидах ксенолит. Возраст гранитов площади Дарджа определен по биотиту в 240 ± 10 млн. лет [7].

В скв. 2 Карши вскрыты кварцевые порфиры и фельзиты предположительно позднекаменноугольно-пермского возраста [16], а на площади Акпар — дацит-порфиры, абсолютный возраст которых 220 ± 10 млн. лет [7].

Вещественный состав фундамента северо-западного Прикарабагазья менее изучен. Де-

21 — Южный Аламурын-Джанаорпа, 22 — Бирбас, 23 — Букбаш, 24 — Тамды, 25 — Кудук, 26 — Кумсебен, 27 — Аламанел, 28 — палеозойские обнажения Туаркыра, 29 — Ануленсуй; 2 — гнейсы; 3 — граниты; 4 — тоналиты; 5 — амфиболиты; 6 — магматические породы основного и ультраосновного составов; 7 — кварцевые порфиры и фельзиты; 8 — дацит-порфиры; 9 — диабазовые порфиры; 10 — метаморфические породы; 11 — мраморизованные известняки; 12 — слабометаморфизованные терригенные отложения

тально охарактеризованы лишь породы, вскрытые скв. 1 Южный Аламурын [4, 7, 8]. В скважинах 1 Тамды, 2 Южный Аламурын, 4 Джанаорпа и 2 Букбаш описано в общей сложности пять интервалов. Материалы по остальным скважинам (см. рисунок) изучены не были, поэтому строение фундамента этой зоны нами приводится более подробно.

Глубина залегания кровли фундамента колеблется от 2426 м (скв. 1 Кудук) до 2841 м (скв. 2 Букбаш). Максимальная вскрытая мощность комплекса 538 м (скв. 1 Тамды), минимальная 76 м (скв. 2 Букбаш). В его строении участвуют первично-осадочные толщи, претерпевшие различной степени метаморфические преобразования, и магматиче-

ские породы гранитоидного ряда. Первые вскрыты во всех 15 скважинах, вторые — в восьми из них (1 и 2 Тамды, 1, 2, 3 Букбаш, 1 Бирбас, 1 и 6 Южный Аламурын-Джанаорпа).

Метаморфические породы обладают темно-серым, черным, реже зеленовато-серым цветом, четко выраженной сланцеватостью, сопровождающей часто с первичной слоистостью. Дислоцированность пород колеблется в широких пределах, наиболее часто встречающиеся углы наклона слоев 45—65°. Толща в целом имеет флишиоидный облик. Породы метаморфизованы в мусковит-хлоритовой субфации зеленых сланцев. На участках, прилегающих к гранитоидным интрузиям, появляются минеральные ассоциации, характерные для мусковит-биотитовой субфации. Наиболее распространены следующие типы пород: микрослюдисто-кварцево-хлоритовые и полевошпат-кварцевые филлиты рассланцованные с лепидо- и гранолепидобластовой структурой; слюдяные сланцы с фибробластовой текстурой, гранолепидобластовой структурой с маломощными прослоями кварцитов; кварцево-слюдяные сланцы с прослоями слюдяно-кварцитовых сланцев, отчетливой blastopсаммитовой структурой, сланцеватой, пльчатой текстурой; кварц-альбит-серпичитовые сланцы с примесью графитистого материала; биотит-полевошпат-кварцевые сланцы с grano- и лепидогранобластовой структурой; углисто-слюдисто-кварцевые сланцы.

На площади Южный Аламурын-Джанаорпа помимо этих пород вскрыты зеленокаменно-измененные эффузивы основного и среднего составов (скв. 4 Джанаорпа, интервал 2741—2748 м) [4], а также кварц-альбит-хлорит-актинолитовые роговики с нематогранобластовой структурой, неясноузловато-сферолитовой текстурой (скв. 1 Южный Аламурын, интервал 2680—2683 м). Данные породы сформировались в результате регионального (с наложением контактового) метаморфизма базальтоидных пород.

Граниты рассматриваемой зоны лейкократового облика, свежие или вторично измененные. Например, в скв. 6 Южный Аламурын в интервалах глубин 2722—2737, 2772—2785, 2870—2880, 2950—2953 и 2997—3006 м вскрыты интенсивно катаклазированные, милонитизированные граниты, а в интервале 2895—2900 м — граниты гнейсовидного облика. Породы претерпели интенсивное окварцевание; кварц раздавлен и гранулирован, полевые шпаты серпичитизированы, отмечается небольшое количество каолинита. Иначе говоря, здесь налицо переработка породы глубинными растворами, циркулировавшими в зоне разрывного нарушения. Аналогичную гидротермальную переработку и катаклаз испытали гранитоиды, вскрытые скв. 2 Букбаш на глубине 2990—2994 м. В этом интервале обнаружены многочисленные зеркала скольжения, ориентированные под углом 75—90°. Кроме того, в разрезе скв. 1 Южный Аламурын на глубине 3866—3869 м отмечены следы более высокотемпературных постмагматических процессов, которые привели к образованию грейзенизированных участков [4]. В разрезе последней скважины в интервале 2778—2869 м описаны также приконтактные фации гранитов, со-

державшие ксенолиты вмещающих сланцев и роговики. Подобные породы были установлены нами при изучении керн скв. 6 Южный Аламурын (2722—2737 м). На площади Букбаш в скв. 2 (2969—2972 м) встречены гранитоиды, химический состав которых соответствует тоналитам [8].

Особый интерес представляют материалы, полученные при бурении скв. 1 Тамды, где В. С. Князевым и др. [4] в интервале глубин 3147—3153 м был описан силлиманит-биотитовый гнейс. По заключению данных исследователей, породы образовались в результате регионального метаморфизма в амфиболитовой или эпидот-амфиболитовой фации, что свидетельствует о докембрийском возрасте фундамента Карабогазского свода. В связи с очевидной важностью сделанного вывода остановимся подробнее на описании разреза этой скважины.

Гранитоидный комплекс, судя по материалам геофизических исследований, вскрыт на глубине 2769—3153 м (забой). Керновым материалом охарактеризованы интервалы глубин 2796—2810, 2882—2887, 3000—3020, 3070—3080 и 3147—3153 м. В интервале 2796—2810 м встречены породы трех типов: 1) кварц-полевошпат-слюдяные сланцы с гранолепидобластовой структурой, сегрегационной сланцеватостью, высоким содержанием мусковита и биотита; степень постдиагенетических преобразований отвечает мусковит-биотитовой субфации фации зеленых сланцев регионального метаморфизма; 2) полевошпат-мусковит-биотит-кварцевый (двуслюдяной) гнейс лейкократового облика, характерно чередование широких (1,5—2 мм) лейкократовых полос кварц-полевошпатового состава с узкими (0,5—1,0 мм) мусковит-биотитовыми полосами; текстура гнейсовидная полосчатая, структура крупногранобластовая — в кварц-полевошпатовых полосах и лепидобластовая — в слюдяных; 3) лейкократовые граниты достаточно свежего облика.

В интервалах глубин 2882—2887 и 3070—3080 м отмечен гнейс аналогичного облика, а в интервале 3000—3020 м помимо него встречены кварцево-слюдяные сланцы. В призабойной зоне скважины (3147—3153 м) залегают двуслюдяные гнейсы (как и в интервале 2796—2810 м), крупнокристаллические свежие некатаклазированные граниты с типично гранитовой структурой, а также кварц-альбит-слюдяные сланцы с высоким содержанием мусковита и биотита, с grano- и лепидогранобластовой структурой, метаморфизованные на стадии зеленых сланцев (мусковит-биотитовая субфация). Во всех перечисленных интервалах отбора керн отмечены многочисленные зеркала скольжения, ориентированные вертикально.

Вышеизложенное свидетельствует о сложных взаимоотношениях в разрезе магматических и метаморфических пород. Возможно, что гнейсы и метаморфические сланцы прорваны гранитами более молодого возраста и представляют собой ксенолиты в теле интрузии. Однако сходные состав и текстурные особенности гнейсов и метаморфических сланцев позволяют рассматривать первые в качестве окраинных фаций гранитного плутона, образовавшихся в результате метасоматической переработки вмещающих толщ (протомагматиче-

ская гнейсовидность, по [10]). Вторым вариантом представляется более вероятным.

Интересная особенность северо-западного Прикарабогазья — спорадическое развитие нащепки слабометаморфизованных терригенных пород. Она установлена в скважинах 1 и 2 Тамды, 1, 2 и 3 Букбаш, 1 Бирбас и 6 Южный Аламурын. Максимальная ее мощность (154 м) отмечается в скв. 1 Тамды, минимальная (34 м) в скв. 6 Южный Аламурын. В нижней части толщи обычно залегает пачка песчаников мощностью 35—40 м с прослоями мелкогалечных конгломератов. В составе кластического материала присутствуют обломки сланцев, роговики, молочно-белого кварца, кварцитов размером до 2 см. Промежутки между гальками заполнены гравийно-песчаным материалом. В верхней части преобладают алевро-аргиллитовые разности пород серого, темно-серого, реже черного и зеленоватого цветов.

Песчаники, алевролиты, гравелиты субарктового, грауваккового и субграуваккового составов. Обломочная часть пород включает угловатые плохо окатанные зерна кварца, калиевых полевых шпатов, плагиоклаза, листочков мусковита, биотита, хлорита, щепковидных обломков сланцев, кремнистых пород в различных процентных соотношениях. В отдельных прослоях содержится большое количество обугленного растительного детрита. Цемент хлорит-серпичитового состава. В алевро-аргиллитовых разностях набор кластического материала аналогичен.

Породы претерпели интенсивные вторичные преобразования (метагенез). Зерна кварца гранулированы, корродированы; отмечаются сегрегационные структуры, слабое рассланцевание отложений. В отдельных более однородных по составу и сортировке песчано-алевритовых прослоях появляются grano- и лепидогранобластовые структуры. И, наоборот, в алевролитах и песчаниках с базальным типом цемента исходная обломочная структура относительно хорошо сохраняется и породы выглядят менее измененными. В целом же описываемые образования весьма напоминают верхнепалеозойские отложения Ракушечномысского свода [13]. Отметим, что перекрывающие их среднеюрские толщ испытывали гораздо менее интенсивные вторичные изменения, соответствующие начальным стадиям катагенеза.

В скв. 2 Букбаш из интервала глубин 2943—2950 м подняты образцы выветрелых гранитов, по внешнему облику напоминающие граниты коры выветривания. На электрокаротажных диаграммах интервал 2923—2962 м характеризуется записью, свойственной корам выветривания. Выше залегает описанная ранее нащепка. Не исключено, что здесь вскрыта кора выветривания, развитая на гранитоидных породах. Примечательно, что и в остальных скважинах, где присутствует данная толща, ниже нее выделяется аналогичная зона по снижению электрического сопротивления пород и увеличению диаметра скважины. Однако керном эта часть разреза в других скважинах не освещена.

Слабометаморфизованная терригенная толща северо-западного склона Карабогазского свода по аналогии с близкими по генезису

образованиями Песчаномыско-Ракушечной зоны Южного Мангышлака может быть отнесена к нижней моласе варисцид.

Калий-аргоновым методом определен возраст гранитов из интервала 2866—2869 м скв. 1 Южный Аламурын в 300 ± 8 млн. лет [8], что соответствует позднему карбону. Близкие значения абсолютного возраста получены В. М. Комаровой (ВАГТ) — 326 млн. лет. Возраст тоналитов, вскрытых в скв. 2 Букбаш, составляет 365—370 млн. лет [8]. Согласно определению, выполненному в Институте геологических наук КазССР (аналитик Г. А. Радченко), абсолютный возраст гранитоидов оценивается в 335—364 млн. лет ($D_3 - C_1$). Калий-аргоновым методом определен возраст сланцев в скважинах 2 Южный Аламурын, составивший 278 млн. лет [4] и 1 Южный Аламурын — 228 млн. лет [7]. Наиболее вероятен раннепермский возраст. Приведенные цифры относятся к заключительной фазе тектоно-магматических воздействий на породу [4]. Отметим, что по времени они отвечают завершающим этапам варисцидского тектогенеза. Возраст же самих отложений, подвергшихся метаморфизму, может быть, естественно, более древним.

Представляют интерес палеонтологические данные о возрасте метаморфических толщ. Так, в разрезе скв. 2 Букбаш в интервале 2943—2950 м К. В. Виноградовой (1975 г.) описаны древние формы миоспор, залегающих *in situ*, — *Coniferae* sp. indet., *Stenozonotriletes* sp., *Hymenozonotriletes* sp., указывающих, по ее мнению, на палеозойский возраст вмещающих пород.

В пределах Кумсебенского геоблока докембрийские образования вскрыты опорными скважинами 2 Кумсебен и 1 Аламанел. В первой из них палеозой пройден с глубины 1257 до 1660 м (забой). По электрокаротажным данным разрез четко делится на две части: нижнюю (1606—1660 м), отличающуюся повышенным удельным электрическим сопротивлением, и верхнюю (1257—1606 м), характеризующуюся более расчлененным строением кривой кажущихся сопротивлений.

Отложения нижней части разреза представлены филлитовидными образованиями черного цвета, плотными, окремненными, с неровным раковистым изломом. В верхнем интервале появляются прослойки туфов. Микроскопическое изучение показало, что филлитовидные сланцы сформировались по первично-глинистому материалу с высоким содержанием слюды. В алевро-псаммитовых прослоях достаточно четко видна первичная обломочная структура пород, состоящая из остроугольных осколчатых зерен кварца, полевых шпатов, чешуек слюды, кварцитов и эффузивов. Отложения в ряде случаев несут следы отчетливого расланцевания. Вулканогенный материал представлен витро- и кристаллокластическими туфами. Верхняя часть разреза сложена такими же породами, но отличается более тонким чередованием отложений. В целом породы подверглись относительно слабым вторичным изменениям, присущим стадии среднего-глубокого катагенеза. Характерная особенность толщи — ее значительная дислоцированность: в керне отмечены углы напластования, ориентированные под углами 50—60°.

Близкие по генезису породы вскрыты на площади Аламанел (скв. 1) в интервале глубин 2180—2316 м. В составе кластического материала, слагающего песчаники, участвуют кварц, кислые плагиоклазы, обломки кремнисто-серпичитовых, кремнистых и хлоритовых сланцев, кремнисто-халцедоновых пород, кислых эффузивов, аплитов, гранит-аплитов, чешуйки слюды. Обломки практически не окатаны. Цемент хлорито-глинистый или кремнисто-серпичитовый. Возраст пород достоверно не установлен. Абсолютный возраст филлитовидных сланцев, вскрытых Кумсебенской скважиной в интервале глубин 1646—1650 м, 262 млн. лет (Р₁). По времени и условиям образования они могут быть, вероятно, сопоставлены со слабометаморфизованными терригенными отложениями северо-западного склона Карабогазского и Ракушечномысского сводов, а также Жетыбай-Узенской ступени.

В пределах Туаркырской антиклинали в естественных обнажениях достаточно детально изучены метаморфические породы палеозоя и магматические образования основного и ультраосновного ряда, имеющие с первыми тектонический контакт [2, 14]. Метаморфические породы представлены серыми и черными глинистыми и кремнистыми сланцами, содержащими прослой и линзы мраморизованных известняков и кварцитов; интенсивно дислоцированы: падение слоев на северо-восток под углом 70—80° при общем северо-западном простирании, иногда наблюдается вертикальное залегание и даже обратное падение слоев. Среди сланцев Е. А. Худобной описаны линейные выходы брекчированной кремнистой породы, представляющей собой, как показали петрографические исследования, раздробленные и замещенные кремнеземом известняки и частично кремнисто-глинистые сланцы, приуроченные к зоне дробления. Кончается линейная зона обнажений небольшим гребневидным холмом, сложенным черными яшмовидными породами с многочисленными радиоляриями плохой сохранности. Подобные радиолярии, из которых А. И. Жамойдой определены среднепалеозойские формы, встречены в кремнисто-глинистых сланцах.

Метаморфические породы широко распространены в виде обломков и галек в грубообломочной красноцветной осадочной толще перми, где кроме них отмечены гальки известняков, содержащих силурийскую и девонскую фауну [2]. Судя по сохранности фаунистических остатков и форме галек, источник обломочного материала располагался на незначительном удалении. Последнее подтверждается буровыми работами, проведенными в 1979—1980 гг. на северо-западе Туаркырской антиклинали. Здесь С. Е. Ефимовым в ядре поднятия выявлены блоки пород, сложенные мощной (более 300 м) толщей светлых мраморизованных известняков, перекрытых продуктами юрской коры выветривания. Нижняя граница толщи не вскрыта. Контакт с палеозойскими сланцами тектонический. В верхах разреза, на глубину более 100 м, развиты каверновые и карстовые полости, размеры которых превышают 1,5 м. В известняках обнаружена обильная фауна морских ежей и лилий, брахиопод, фораминифер, мшанок, из которых определены лишь брахиоподы отряда *Pentamerida*

(заключение Р. Е. Алексеевой), существовавшие в раннем и среднем палеозое и вымершие в франском веке. С. Е. Ефимовым также описаны лампрофиры и спилиты, имеющие активный контакт со сланцевой толщей.

Основные и ультраосновные породы изучены как в обнажениях [2, 14], так и в керне буровых скважин. Магматические породы Туаркыра образуют сложный ряд от ультраосновных разностей до габбро. Группа габброидных пород представлена уралитизированными габбро и габбро-норитами. Кроме того, здесь описаны породы дайкового комплекса (диоритовые и плагиоклазовые порфиры) и амфиболиты. Ультрабазиты обычно сильно катклазированы, зачастую в результате выветривания превращены в грязно-зеленые рухляковые разности. Интенсивная раздробленность (вплоть до превращения в тектониты), серпентинизация, тектонические контакты с палеозойскими метаморфическими породами указывают на то, что данные образования залегают здесь в виде тектонических пластин. Е. Н. Худобина, детально изучавшая этот комплекс, пришла к выводу о первичной минеральной пироксенитовой природе ультраосновных пород, не содержащих полевых шпатов, а также об их древности и глубинности.

Итак, есть все основания считать, что в районе Туаркыра обнажен и вскрыт скважинами офиолитовый комплекс пород варисийской геосинклинали.

Вышеизложенное свидетельствует о том, что фундамент обширных районов юго-запада Туранской плиты сложен слабометаморфизованными породами, прорванными в пределах выступов гранитоидами позднего палеозоя. Кремнисто-сланцевые и яшмовые образования Туаркыра, содержащие магматические породы спилит-диабаз-кератофировой формации, вероятно, наиболее древние и отвечают ранним этапам развития геосинклинали. Известные здесь протрузивные ультрабазиты, габброиды и зеленокаменные породы могут быть отождествлены с меланократовым комплексом фундамента, как это и показано на тектонической карте Северной Евразии [15]. На Туаркыре они образуют небольшие тектонически обособленные клиновидные блоки шириной от первых метров до 100 м и более, протяженностью в первые километры. Эти породы вследствие высокой плотности и магнитной активности отчетливо отражаются в естественных геофизических полях, анализ которых позволил проследить их развитие на юго-восток и северо-запад от Туаркыра на расстояние около 800 км [12].

Метаморфические породы, вскрытые скважинами в пределах выступов фундамента, прорванные гранитоидами девона — карбона, по-видимому, имеют ранне-среднепалеозойский возраст. Найденные отпечатки древесины в керне Северо-Карагинских скважин исключают докембрийский по мнению ряда исследователей, возраст Южно-Мангышлакского геоблока. Для пород характерен региональный метаморфизм в мусковит-хлоритовой субфации зеленых сланцев. В наиболее эродированных участках, а также зонах интенсивной гранитоидной переработки степень метаморфизма несколько возрастает, достигая мусковит-био-

титовой субфации. На склонах выступов местами сохранились слабометаморфизованные терригенные образования, отвечающие нижней молассе. В пределах же поднятий им по возрасту соответствует комплекс малых интрузий.

На рассматриваемой территории нет прямых указаний на присутствие в составе фундамента континентальной коры более древнего возраста, чем палеозойский. Единичный случай определения калий-аргоновым методом абсолютного возраста гранитоидов на площади Карши в 440 млн. лет (силур—ордовик) на фоне девонско-каменноугольных гранитоидов и комплекса малых интрузий, образующих закономерный формационный ряд завершающей стадии геосинклиального магматизма, не может служить веским доводом в пользу широкого развития докембрийской коры в пределах Карабогазского свода, хотя мы и не отрицаем возможности существования отдельных обломков более древнего основания в теле фундамента юго-запада Туранской плиты. Нельзя исключать, что данные гранитоиды — наиболее древние образования, фиксирующие начальные стадии формирования коры континентального типа. Вопрос об их генезисе мог бы проясниться после проведения химического анализа.

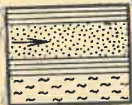
В качестве доказательства докембрийского возраста фундамента Карабогазского свода в работе [4] приводятся гнейсы, вскрытые в скв. 1 Тамды, а также метаморфические сланцы Южного Аламурына и амфиболиты Каршинской площади. Одновременно с этим метаморфизованные базальтоидные породы, вскрытые скв. 4 Джанаорпа, относятся В. С. Князевым и др. [4] к среднему силуру — раннему девону. Как уже подчеркивалось, локальное увеличение степени метаморфизма пород наблюдается в зонах, приближенных к интрузиям, и обусловлено наложением контактового метаморфизма на региональный. Несомненно и то, что степень метаморфизма пород — весьма ненадежный и условный показатель возраста. Амфиболиты данного региона являются ортопородами. Находясь в тесной ассоциации с первично-терригенными породами, они были метаморфизованы в зеленосланцевой фации регионального метаморфизма, на который в ряде случаев наложилось термальное воздействие гранитоидных интрузий.

В заключение отметим, что обнаружение гранитоидов, сформировавшихся на рубеже раннего—среднего палеозоя, и метаморфических пород более высоких, чем зеленосланцевая, фаций метаморфизма на фоне сравнительно слабо преобразованных толщ, прорванных многочисленными интрузиями варисийского цикла тектогенеза, не может служить убедительным доводом в пользу докембрийского возраста фундамента рассматриваемой территории. Карабогазский геоблок представлял собой, скорее всего, антиклинорную часть палеозойской геосинклинали юга СССР. Имеющиеся определения абсолютного возраста метаморфических пород (конец карбона — ранняя пермь) относятся к заключительной фазе тектоно-магматических процессов, приведших к дислокациям нижних моласс. Время интенсивного горообразования фиксирует грубообломочная красноцветная верхнепермская молас-

са, развитие которой установлено в ряде районов юго-запада Туранской плиты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Буш В. А., Гарецкий Р. Г., Кирюхин Л. Г. Тектоника эпигеосинклиального палеозоя Туранской плиты и ее обрамления. М., Наука, 1975.
2. Геология СССР. Т. XXII, кн. I. М., Недра, 1972.
3. Грибков В. В., Лобачев А. В., Калугин А. К. Гальки нижнекаменноугольных пород в юрских отложениях Мангышлака и Устюрта. М., ВИАМС, 1968.
4. Князев В. С., Титова Г. М., Шнип О. А. Метаморфические породы фундамента Туркменской антеклизы. — В кн.: Петрография фундамента и осадочных отложений нефтегазоносных областей СССР. М., 1977, с. 15—20. (Тр. МИНХ и ГП, вып. 130).
5. Крымгольц Е. Г. Некоторые условия залегания нефти на месторождении Оймаша (Южный Мангышлак). — В кн.: Нетрадиционные источники углеводородов. Л., 1982, с. 81—90. (Тр. ВНИГРИ).
6. Куприн П. Н., Мирзаханов М. К. Новые данные о строении фундамента Южного Прикарабогазья. — Бюл. МОИП. Отд. геол., 1962, т. 37, вып. 2, с. 5—23.
7. Куприн П. Н. Возраст и структура фундамента Карабогазского свода. — Докл. АН СССР, 1974, т. 219, № 6, с. 387—391.
8. Куприн П. Н. Магматические породы фундамента Южного Мангышлака. — Докл. АН СССР, 1982, т. 264, № 2, с. 387—391.
9. Летаев А. И. Фундамент молодой платформ юга СССР. М., Наука, 1980.
10. Магматические горные породы. Ч. 2. Под ред. О. А. Богатикова. М., Наука, 1983.
11. Попков В. И., Япаскерт О. В. К строению фундамента Мангышлака. — Докл. АН СССР, 1982, т. 262, № 2, с. 423—425.
12. Попков В. И. О западном продолжении складчатых сооружений Туаркыра. — Бюл. МОИП. Отд. геол. 1984, т. 59, вып. 2, с. 43—49.
13. Попков В. И., Япаскерт О. В., Клычников А. В. Доюрские образования Песчаномысско-Ракушечной зоны Южного Мангышлака. — Бюл. МОИП. Отд. геол., 1984, т. 59, вып. 4, с. 95—101.
14. Судо М. М. О выходах «габбро» в Туаркыре. — Изв. АН ТССР. Сер. физ.-тех. хим. и геол. наук, 1978, № 5, с. 127—128.
15. Тектоническая карта Северной Евразии. Масштаб 1:5 000 000. Редакторы А. В. Пейве, А. Л. Яншин. М., ГУГК, 1979.
16. Фундамент, основные разломы Туранской плиты в связи с ее нефтегазоносностью/ А. А. Бакиров, Р. И. Быков, В. П. Гаврилов и др. М., Недра, 1970.



УДК 553.78.001

Н. М. ФРОЛОВ (ВСЕГИНГЕО)

Гидрогеотермия на новом этапе развития

Истоки гидрогеотермии как научной дисциплины можно найти в работах В. И. Вернадского [1], хотя термин «гидрогеотермия» он не употреблял. Именно в его трудах есть первые указания на первостепенное значение движения водных растворов в энергетике земной коры, на огромную роль круговорота воды в переносе тепловой энергии из глубоких слоев земной коры в стратисферу и в биосферу и в обратном процессе — переносе холодных масс водных растворов и твердых фаз. В. И. Вернадский подчеркивал планетарный характер этих процессов.

В настоящее время гидрогеотермия определяется нами как часть геотермии и один из разделов гидрогеологии, в котором изучаются закономерности теплообмена в гидрогеосфере [5, 14]. На первом Всесоюзном совещании по геотермическим исследованиям в 1956 г. термин «гидрогеотермия» был упомянут лишь Ф. А. Макаренко [7], хотя проблемы, связанные с ней, затрагивались и в других докладах. Так, Е. Н. Люстих высказал общие соображения о возможности решения одной из задач, поставленных В. И. Вернадским, — изучение выноса тепла из недр Земли подземными водами в масштабах планеты. В 1964 г. академик А. Н. Тихонов сформулировал выводы по этой проблеме в следующих словах: «Для изучения многолетнего теплового режима земной коры необходимо усилить режимные геотермические исследования на гидрогеологических станциях... Несколько неясной остается пока постановка экспериментальных работ по изучению потока тепла, переносимого конвективным движением влаги из глубоких недр к поверхности. Эти работы еще не имеют определившейся экспериментальной базы» [2, с. 15]. В 1966 г. вышла монография

[10], в которой излагались основные результаты изучения многолетнего гидрогеотермического режима не только на гидрогеологических станциях, но и на станциях ГУГМС и специальных постах. К книге прилагалась и первая мелкомасштабная карта конвективной составляющей теплового потока из зоны активного водообмена на территории СССР.

Трудно определить, однако, когда гидрогеотермия оформилась в самостоятельную научную дисциплину. Зачатки ее прослеживаются в работах нефтяников Д. В. Голубятникова, А. Д. Стопневича и др. [11]. Значительный вклад внес крупный французский гидрогеолог Н. Шоллер в 40-х годах [11]. Однако даже в общих чертах еще не были определены объект и предмет гидрогеотермии, ее цели и задачи, методы и средства. Это было сделано лишь к середине 60-х годов [5, 10, 11]. В настоящее время гидрогеотермия вступила в новый этап развития, характеризующийся следующими основными чертами:

- определены объект и предмет исследований, цель и задачи, методы и средства, что позволяет считать этап становления гидрогеотермии как самостоятельной научной дисциплины пройденным;

- основные идеи гидрогеотермии нашли признание и развитие в гидрогеологии, а также в смежных науках (геокриологии, инженерной геологии и др.). Их роль стала ключевой не только в решении проблемы практического использования глубинного тепла Земли, но и при других исследованиях (перетекание через водоупоры или разгрузка мощных гидротерм на дне океана в зонах спрединга);

- гидрогеотермия включена в программы ВАК, а также в учебники по гидрогеологии для вузов [4].

Ниже рассмотрены лишь некоторые вопросы современной гидрогеотермии, в основном те из них, к решению которых автор имел непосредственное отношение.

Объект и предмет. Определение объекта исследований — одна из важнейших методологических проблем. Оно помогает найти место данной научной дисциплины в системе знаний, выявить перспективные, но мало изученные проблемы, особенно на стыках дисциплин, и т. д. «Объект» в переводе с латинского означает «предмет». Многие исследователи и не делают различий между этими терминами. Однако большинство ученых считает, что объект и предмет суть разные понятия. Одни из них соотносят при этом объект с объективной реальностью, а знание о ней считают предметом науки, другие, наоборот, считают знание объектом, а объективную реальность предметом. Автор придерживается позиции тех, кто различает понятия «объект» и «предмет», и первое понятие относит к философскому (субъект — объект), а второе — к методологическим.

При вычленении объекта исследований из окружающего мира определялось два основных подхода: естественно-объектный и объектно-целевой. Если стоять на точке зрения тех, кто утверждает, что объект в природе уже существует естественно, то перед исследователем предстает как объект планета Земля, который, однако, необходимо как-то расчленить. Для этого надо выбрать существенные признаки. Если считать, что они «проступают» в процессе познания сами, то в их числе окажутся, наверное, прежде всего основные параметры состояния системы: объем, давление, температура. Но как одна из наук о Земле оформилась только наука геотермия (раздел геофизики). Ни объем, ни давление не оказались самостоятельными объектами отдельной науки о Земле*, а изучаются в гидрогеологии, горной геологии и других науках в числе прочих объектов.

Необходимость же выделения геотермии в качестве самостоятельной

* В книге Б. Вуда и Д. Фрейзера «Основы термодинамики для геологов» (1981 г.) встречается термин «геобарометрия».

дисциплины и ее объект определились, скорее, в процессе практической деятельности человека в связи с использованием тепла недр Земли и выявившейся эффективностью решения ряда задач на основе геотемпературного поля. Примерно так же происходило и выделение гидрогеотермии из геотермии, хотя до сих пор в вопросе о взаимосвязи между этими дисциплинами не существует единого мнения. Некоторые воспринимают термины «геотермия» и «гидрогеотермия» как синонимы. Другие считают гидрогеотермию наукой лишь о термальных водах и, наконец, третьи — разделом гидрогеологии (частью геотермии).

Таким образом, определение объекта науки — не такая простая задача, как кажется. Ее решение неразрывно связано с классификацией наук и их структуризацией, с глубоким изучением теории рассматриваемой дисциплины и смежных. Основанием для выделения фундаментальных наук считается наличие особой формы движения материи (ФДМ), однако четких и надежных критериев выделения ФДМ не существует. На практике каждый, кто стремится обосновать самостоятельность какой-либо науки, находит и особую ФДМ, а это приводит к тому, что вместо пяти ФДМ, выделенных в свое время Ф. Энгельсом, в последние годы их стали выделять десятками. Учитывая дискуссионность такого подхода, автор предложил для уточнения степени самостоятельности научной дисциплины использовать соотношение специальных категорий с комплексом основных философских категорий, что было опробовано при структуризации наук о Земле [14]. Согласно рекомендуемому подходу, если основные философские категории можно соотнести со специальными категориями, то данная отрасль знания имеет свои фундаментальные базовые понятия, а следовательно, имеет право считаться относительно самостоятельной, так как из этих специальных категорий можно всегда вывести логическим путем все ее остальные понятия. У гидрогеотермии, если рассматривать только вещественную материю, самостоятельного объекта не оказывается. Ее объект — гидрогеосфера,

Таблица 1

Система основных философских категорий и категорий гидрогеотермии

Категории				Наука, раздел, подраздел
философские		специальные		
Материя	Вещественная	Гидрогеосфера		Гидрогеология
	Невещественная	Геотемпературное поле		Гидрогеотермия
Способ существования материи	Движение	Теплообмен	Теплопроводность	Гидрогеотермодинамика
			Конвекция	
Всеобщие формы бытия материальных систем и процессов	Пространство	Гидрогеотермическая зональность		Региональная гидрогеотермия
	Время	Гидрогеотермический режим		Историческая гидрогеотермия (в том числе палеогидрогеотермия)
Взаимодействие		Гидрогеотеплофизические свойства		Гидрогеотеплофизика

т. е. тот же, что и у гидрогеологии. Если же учитывать и невещественную материю (поля), то геотемпературное поле твердой Земли — объект тоже другой дисциплины — геотермии. В связи с этим гидрогеотермию, по-видимому, следует рассматривать не как самостоятельную науку, а как раздел гидрогеологии, в котором изучается ее вещественный объект (гидрогеосфера) только с одной стороны (геотемпературное поле), и как часть геотермии, поскольку в этом разделе изучается геотемпературное поле только той сферы Земли, в которой распространены подземные воды. Таким образом, гидрогеотермия находится на стыке гидрогеологии и геотермии. Основные категории гидрогеотермии приведены в табл. 1.

В гидрогеотермии пока формально не выделяются такие подразделы, как гидрогеотермодинамика или гидрогеотеплофизика. Теплообмен (понятие термодинамики) как понятие специальное в гидрогеотермии выступает лишь применительно к гидрогеосфере. То же можно сказать и о гидрогеотермическом режиме и гидрогеотеплофизических свойствах — они являются специальными понятиями в том пла-

не, что вне понятий «гидрогеосфера» и «геотемпературное поле» в совокупности своих признаков не существуют.

При таком подходе можно создать систему из десятка основных специальных категорий и соответствующих им разделов данной дисциплины. При учете схемы иерархии, разработанной в гидрогеологии [14], число основных понятий в системе примерно удваивается (табл. 2). Наконец, после классификации и расчленения каждого из основных понятий можно создать систему всех гидрогеотермических понятий, емкость которой будет измеряться уже, вероятно, несколькими десятками таксонов. Для сравнения следовало бы сказать, что системы основных категорий, основных понятий и всех понятий в гидрогеологии соотносятся примерно как 10 : 100 : 1000 [14].

Цель и задачи. Предмет науки по существу определяет и ее цель. Предмет гидрогеотермии — изучение закономерностей теплообмена в гидрогеосфере, а ее цель — открытие законов, по которым формируется геотемпературное поле гидрогеосферы. На пути к достижению этой цели решаются (на базе прогнозов) и прак-

Таблица 2

Система основных понятий гидрогеотермии

Объекты гидрогеологии (вещественные)	Гидрогеотермия			
	Подразделы	Основные понятия	Методы	Средства
Гидрогеосфера	Историческая гидрогеотермия	Баланс тепла Геотермальные ресурсы Источники тепла Гидрогеотермический режим (открытый, закрытый, комбинированный типы; слоистые периодические изменений температуры) Теплообмен Геотемпературное поле	Полевые гидрогеотермические исследования (в том числе режимно-гидрогеотермическим методом)	Термометр
	Гидрогеотермодинамика			
Гидрогеотермодинамические системы	Региональная гидрогеотермия	Гидрогеотермическое районирование Гидрогеотермическая стратификация Гидрогеотермическая зональность (гелиотермозона, геотермозона)	Метод оценки конвективной составляющей теплового потока	Гидрогеотермическая скважина
Горные породы (система вода—порода)	Гидрогеотеплофизика	Тепловой поток (суммарный, молекулярный, конвективный) Физические свойства (плотность, пористость) Гидрогеотеплофизические свойства (теплоемкость, теплопроводность) Градиент температуры	Гидрогеотермическое моделирование и картографирование	Гидрогеотермическая модель (в том числе гидрогеотермическая карта)
Подземные воды	Геотермальные воды	Температура		

тические задачи — использование, управление, охрана.

Теоретические достижения гидрогеотермии обобщены автором в виде подсистемы в системе основных гидрогеологических теорий [5, 14]. Поскольку система знаний гидрогеотермии базируется на общей теории теплопроводности, то в ее основу положены законы Фурье. К настоящему времени можно, по-видимому, говорить о трех теориях — гидрогеотермического режима, зональности и районирования, построение которых (методами дедукции) начинается с системы аксиом и заканчивается рядом следствий, выводов. Важным в теории гидрогеотермии является вывод о делении Земли на две зоны — ге-

лиотермозону и геотермозону [5, 10].

Важной и сложной теоретической задачей гидрогеотермии продолжает оставаться также проблема выноса тепла подземными водами из недр Земли. Хотя открытие мощной разгрузки гидротерм с температурой свыше 350 °C в зоне спрединга на дне океана нанесло сокрушительный удар противникам идеи о конвективной составляющей теплового потока, необходимо продолжение исследований как в океане, так и на континенте. Это особенно актуально в связи с появлением публикаций, в которых вынос тепла с водой в срединно-океанических хребтах оценивается на два порядка выше величины «наблюдаемого геотермического потока» [8]. Од-

нако общий глобальный тепловой поток (с учетом потерь тепла Землей с разгружающимися подземными водами), по-видимому, все же близок к 10^{14} Вт.

Актуальна и проблема периодического «теплового дыхания» Земли [11]. Ее было бы интересно также рассмотреть с учетом роли подземных вод. В периоды потепления на поверхности Земли верхняя твердая оболочка должна расширяться (разуплотняться), что влечет за собой увеличение пористости и притока инфильтрационных вод, возможно, до очень больших глубин, но эти воды в конце концов должны охладить оболочку. Она сжимается, размер пор уменьшается, в связи с чем падает и приток инфильтрационных вод. Понижение температуры на поверхности Земли форсирует этот процесс. Затем в связи с уменьшением притока холодных инфильтрационных вод и уменьшением величины конвективной составляющей теплового потока недра начинают разогреваться, так как тепло передается преимущественно благодаря теплопроводности. В результате тепло накапливается, а смена холодной эпохи на теплую на поверхности Земли способствует формированию нового цикла расширения верхней оболочки. Затем процесс повторяется. Конечно, это лишь грубая схема, но реальность такого пульсационного процесса не вызывает сомнений. Для его количественной оценки требуются глубокие исследования на моделях с применением современной вычислительной техники.

Прикладным задачам гидрогеотермии посвящено множество работ, поэтому ограничимся лишь систематизацией основных практических задач, решаемых в настоящее время гидрогеотермическими методами.

1. Комплексные народнохозяйственные проблемы:

— использование глубинного тепла Земли (гидрогеотермальные ресурсы — геотермальные воды, петрогеотермальные ресурсы — искусственные тепловодообменные геосистемы);

— «магазинирование» (хранение) антропогенного тепла в недрах Земли.

— охрана окружающей среды

(«тепловое загрязнение», закачка промышленных стоков).

2. Специальные задачи в смежных науках:

— гидрогеология (оценка скорости инфильтрации и фильтрации, скорости перетекания; гидрогеодинамическое расчленение, в том числе оценка водопроницаемости при гидрогеологической стратификации; выбор участков для искусственного восполнения запасов подземных вод и др.);

— инженерная геология (изучение и прогноз развития карста, оползней, прорыва насыпных плотин и др.);

— геология (поиски и оконтуривание месторождений твердых полезных ископаемых, сопровождающихся экзо- и эндотермическими процессами и др.);

— геофизика (оценка параметров состояния систем, изучение тепловой истории Земли, прогноз землетрясений и др.);

— бурение (определение мест притока воды в скважину, затрубной циркуляции, времени выстойки скважин и др.);

— география (субмаринная разгрузка и др.);

— геокриология (тепловая защита криолитозоны при строительстве зданий и сооружений, мерзлотно-гидрогеотермическая съемка и др.);

— техника (борьба с гололедом на дорогах путем создания тепловых циркуляционных систем на базе подземных вод и др.).

Для примера кратко рассмотрим состояние лишь некоторых из перечисленных проблем. Так, в решении первой проблемы на уровне исследований и практического внедрения результатов только в энергетических целях в 1975 г. принимало участие девять стран (СССР, Исландия, Италия, Мексика, Новая Зеландия, Сальвадор, США, Турция, Япония), а в настоящее время их уже 16.

С 1979 по 1983 г. мощность геотЭС мира удвоилась и достигла 3571 МВт, что составляет примерно 1 % общей мощности всех электростанций мира. Следует иметь в виду еще неиспользованные возможности и то, что в отдельных крупных районах, например в Калифорнии, мощность геотЭС со-

ставляет уже 10 % общей мощности электростанций штата.

Очень быстрыми темпами решается задача «магазинирования» тепла в недрах Земли. К настоящему времени во многих странах (США, ФРГ, Франции, Швеции и др.) созданы экспериментальные установки, на которых в натуральных условиях изучаются вопросы технологии и эффективности сезонного хранения тепла (от кондиционеров, ТЭЦ и т. д.) в недрах Земли и последующего его использования в сезоны пик. Есть уже примеры промышленного использования таких систем. С 1978 г. в США по этой проблеме издается специальный журнал «STES». В СССР ведутся исследования по утилизации теплых вод, сбрасываемых ТЭЦ, для искусственного регулирования климата почв.

Методы и средства. Необходимой предпосылкой создания научного метода является наличие теории, а становление и развитие теории требует разработки соответствующего метода [15]. До конца 50-х годов безраздельно господствовала теория, согласно которой поверхностные годовые колебания температуры сказываются до очень небольшой глубины (не более 30–40 м). В геотермии безоговорок и дополнений считался применимым первый закон Фурье, в соответствии с которым амплитуды колебаний температуры уменьшаются в геометрической прогрессии при увеличении глубины в арифметической. Однако это справедливо лишь в условиях однородной и изотропной среды. Когда обнаруживались расхождения в замерах температуры ниже «нейтрального слоя», их часто объясняли погрешностями аппаратуры или ошибками наблюдателя. Метода, предусматривающего наблюдения за температурным режимом, по существу не было. На гидрометеорологических, гидрогеологических и геокриологических станциях давно велись наблюдения за режимом температуры пород и подземных вод, но в одних случаях глубины измерений были незначительными (десятки сантиметров и первые метры), а в других — в процессе наблюдений они менялись. Исключение составляли измерения в очень ограниченном числе пунктов криолитозоны (Сковородино,

Якутск). Однако и по этим пунктам ценные данные использовались обычно лишь для характеристики закономерностей многолетних изменений температуры криолитозоны.

В 1957 г. в одной из скважин на севере Молдавии автором были зафиксированы колебания температуры на глубине более 25 м в течение нескольких месяцев. После многократной проверки удалось установить, что это не случайность, а затем открыли новую закономерность — гидрогеотермическую инверсию [10, 12]. Четверть века спустя был сформулирован первый гидротермический закон [13]: если температура нижележащих пород изменяется периодически с большей амплитудой, чем вышележащих, то первые породы содержат водоносный слой, имеющий латеральную область питания, через которую происходит обмен с поверхностью Земли энергией (теплом) и веществом (водой). Таким образом, экспериментально была установлена неизвестная ранее закономерность формирования инверсионных пространственно-временных изменений температуры гидросферы, заключающаяся в увеличении температурных амплитуд с глубиной при увеличении скорости постоянного латерального теплообмена с поверхностью Земли в связи с комбинированной передачей поверхностных колебаний температуры.

Данные 1956–1957 гг. стали базой для разработки режимно-гидрогеотермического метода, который впоследствии лег в основу методики изучения режима температуры подземных вод и вмещающих горных пород [6]. Новая теория формирования гидрогеотермического режима послужила предпосылкой для разработки режимно-гидрогеотермического метода, благодаря которому она затем совершенствовалась и развивалась. В настоящее время заключение о возможности определения суммарного теплового потока из недр Земли по данным измерений в гидросфере можно вынести только после повторных измерений температуры в одних и тех же точках скважины с интервалом девять месяцев (3/4 годового периода) или как минимум через 18 ч (3/4 су-

точного периода) с точностью не менее $\pm 0,01^\circ\text{C}$ [6, 11].

Иногда факты подгоняются под господствующую гипотезу, которая тому или иному автору видится уже в ранге теории. Поучительна история развития проблемы выноса тепла из недр Земли. Гипотеза о ничтожной роли при этом подземных вод не нуждалась в специальной методике, которая бы требовала поинтервального измерения градиентов температуры и тепловых потоков, а также соблюдения однотипности интервалов. Именно поэтому был сделан, например, неверный вывод о наличии близко залегающего магматического очага в районе Ставропольского поднятия [9]. В дальнейшем оказалось, что при приближении к так называемому магматическому очагу по разрезу величина теплового потока уменьшалась, а при удалении от него в плане возрастала.

Существует также гипотеза, согласно которой геотемпературное поле полностью контролируется геоструктурными условиями. В итоге при недостатке фактических данных геоизотермы проводятся на основе тектонической карты часто даже без учета глубины, для которой составляется карта. Однако не следует забывать, что за основу в этом случае принята всего лишь гипотеза, следовательно, нельзя отвергать карты, где геоизотермы не согласуются с геоструктурными условиями. В последние десятилетия, например, экспериментально доказано, что на гидрогеотермический режим зоны активного водообмена огромное влияние оказывает также режим температуры на поверхности Земли, а на величину конвективной составляющей теплового потока — модуль подземного стока и мощность зоны активного водообмена. Исследователь, стоящий на позиции «беспорочности» метода, основанного на геоструктурной гипотезе, заранее отвергает все то, что не согласуется с ожидаемым. Так, если изолинии выноса тепла подземными водами пересекают структурные границы, то он не допускает, что на общем структурном фоне могут сказаться, например, глубинные разломы, не согласующиеся со структурными гра-

ницами верхнего этажа и ускользнувшие ранее от внимания геолога. Таким образом, метод может привести к важному открытию, а может быть и причиной заблуждения*.

На вопрос, есть ли в гидрогеотермии свои методы, можно ответить положительно. Это прежде всего метод оценки конвективной составляющей теплового потока, который разработан на базе теории гидрогеотермии. Относительно режимно-гидрогеотермического метода можно сказать, что он является гидрогеотермическим постольку, поскольку в отличие от изучения режима подземных вод представляет собой более широкий и совершенный способ исследования режима температуры не только подземных вод, но и вмещающих горных пород. В то же время он более узок, так как не включает специального изучения, например, гидрогеохимического режима.

Кроме специальных методов, гидрогеотермия пользуется общенаучными методами познания. Наиболее широко в ней применяются наблюдения, эксперимент, моделирование. Такие же методы, как аксиоматический и многие другие, широко и давно используемые в некоторых областях знаний [15], только начинают внедряться.

Главными средствами при получении информации в гидрогеотермии являются термометр и гидрогеотермическая скважина, а при ее обобщении — гидрогеотермические карты, хотя в последние годы все шире применяется такое средство, как гидрогеотермическая модель, т. е. искусственное воспроизведение оригинала любым способом, а не только картографическим. Не следует, однако, преувеличивать роль технических средств и методов. Давно известно, что только сформулировать новую проблему трудно и чрезвычайно важно. Между тем, в некоторых публикациях материал подается иногда так, что умение считать (особенно с помощью вычислительных машин) представляется более важным, чем способность генерировать новые идеи.

* Геотемпературное поле зоны активного водообмена, конечно, зависит и от геоструктурных условий, но эта зависимость не является функциональной.

Таким образом, в гидрогеотермии за последние десятилетия достигнуты заметные успехи. Значение ее теории и методов выходит за рамки гидрогеологической науки не только в связи с перспективами практического использования тепла недр Земли, не оказывающего столь пагубного влияния на окружающую среду как традиционные источники энергии. Роль гидрогеотермии существенно возрастает и благодаря необходимости разработки на современном научном уровне общей теории Земли. Ближайшими задачами являются следующие:

1. Разработка и развитие методологических проблем современной гидрогеотермии:

— совершенствование системы основных понятий и упорядочение понятийно-терминологической базы с созданием системы основных классификаций и ГОСТов;

— разработка основ системной оптимизации гидрогеотермических исследований;

— разработка методологии создания автоматизированных моделей тепло- и массообмена в региональных гидрогеотермодинамических системах и гидросфере в целом.

2. Разработка общей теории тепло-массообмена в гидросфере с учетом фазовых переходов воды (особенно в криолитозоне и нижних частях литосферы), составных частей теплового баланса (включая в первую очередь мощную разгрузку гидротерм на дне океана), а также закономерностей взаимодействия внешних и внутренних источников тепла.

3. Изучение региональных закономерностей формирования гидрогеотермического режима, совершенствование методов гидрогеотермической картографии, разработка легенды и составление «Гидрогеотермической карты СССР» в масштабе 1 : 2 500 000.

4. Разработка новых и совершенствование существующих гидрогеотермических методов исследований в геологии, гидрогеологии, инженерной гео-

логии, геокриологии и геофизике (в том числе дистанционных с применением ИК-съемки). Проблемы использования тепла недр Земли.

5. Разработка методов палеогидрогеотермических реконструкций и методов прогноза гидрогеотермического режима. Изучение гидрогеотермических предвестников землетрясений.

6. Изучение закономерностей формирования гидрогеотермического режима под влиянием антропогенной деятельности с целью охраны геологической среды от теплового загрязнения (в первую очередь на территории мегаполисов), а также использования недр Земли для сезонного хранения (магасинирования) тепла.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вернадский В. И. Избранные сочинения. Т. IV. Кн. 2. М., Изд-во АН СССР, 1960.
2. Геотермические исследования и использование тепла Земли. М., Наука, 1966.
3. Геотермические методы исследований в гидрогеологии. Под ред. Н. М. Фролова. М., Недра, 1979.
4. Гидрогеология. Под ред. В. М. Шестакова, М. С. Орлова. М., Изд-во МГУ, 1984.
5. Гидрогеотермический атлас СССР с пояснительной запиской. Под ред. Н. М. Фролова. Л., ВСЕГЕИ, 1983.
6. Методические указания по производству наблюдений за режимом температуры подземных вод. М., ВСЕГИНГЕО, 1982.
7. Проблемы геотермии и практического использования тепла Земли. Т. 1. М., Изд-во АН СССР, 1959.
8. Теоретические и экспериментальные исследования по геотермике морей и океанов. М., 1984, с. 9—17.
9. Тепловой режим недр СССР. М., Наука, 1970.
10. Фролов Н. М. Температурный режим геотермозоны. М., Недра, 1966.
11. Фролов Н. М. Гидрогеотермия. Изд. 2-е. М., Недра, 1976.
12. Фролов Н. М. Роль воды в формировании геотермической зональности. Бюл. МОИП. Отдел геол., 1964, т. 39, вып. 3, с. 149—150.
13. Фролов Н. М. Основы гидрогеологической стратификации. — Изв. АН СССР. Сер. геол., 1981, № 1, с. 9—20.
14. Фролов Н. М. Гидрогеология и инженерная геология в системе наук о Земле. — Сов. геология, 1984, № 10, с. 95—106.
15. Шептулин А. П. Диалектический метод познания. М., Политиздат, 1983.



А. И. ЖАМОЙДА, Е. Л. ПРОЗОРОВСКАЯ (ВСЕГЕИ)

Межведомственному стратиграфическому комитету 30 лет

Межведомственный стратиграфический комитет (МСК) образован в июне 1955 г. [1]. Это одна из самых авторитетных среди подобных геологических организаций, объединяющая усилия нескольких ведомств и играющая ведущую роль в развитии как отечественной, так и мировой стратиграфии.

Действенность направляющей и организующей работы МСК объясняется рядом причин. Назовем главные из них.

МСК создан в связи с необходимостью разработки стратиграфической основы для обеспечения кондиционности Государственной геологической карты СССР масштаба 1:200 000, к составлению которой геологическая служба страны приступила с 50-х годов. Новый этап комплексного систематического изучения всей территории не мог быть осуществлен без выработки единых требований к корреляционным стратиграфическим схемам (как основы составления легенд к сериям карт), квалификации их надежности. К этой работе были привлечены стратиграфы, палеонтологи, геологи различных ведомств и прежде всего Министерства геологии СССР. Практическая деятельность МСК и началась с подготовки и проведения региональных межведомственных стратиграфических совещаний, с публикаций и внедрения их решений и принятых схем стратиграфии в геологическую практику.

С самого начала большое внимание уделялось разработке общих и методических вопросов. К общим относились проблемы стратиграфической классификации, терминологии и номенклатуры, уточнение общей стратиграфической шкалы на основе огромного опыта советских стратиграфов, имеющих в качестве объекта изучения одну шестую часть суши планеты. Методические разработки МСК включали единые правила выделения и обоснования местных и региональных стратотомов, их номенклатуры, правила построения стратиграфических схем и т. п. С этой целью была создана постоянная комиссия по стратиграфической классификации, терминологии и номенклатуре.

За тридцатилетний период совершенствовались содержание работ, проводимых МСК, и его организационная структура, что диктовалось все более высокими требованиями геологической службы. Еще задолго до начала работ по составлению Государственной геологической карты СССР масштаба 1:50 000 (Госгеолкарта-50) — принципиально нового этапа комплексного геологического изучения страны — МСК принял решение о создании региональных межведомственных стратиграфических

комиссий (РМСК), которые должны были взять на себя основную нагрузку по разработке стратиграфической основы для крупномасштабной геологической съемки отдельных регионов и других работ [5]. Были установлены определенные требования к проведению региональных совещаний [10]. В составе МСК в 1978 г. были учреждены комиссии по изучению опорных разрезов, а с расширением исследований акваторий возникла необходимость в создании комиссии по стратиграфии шельфов.

Большое значение придавалось тесному взаимодействию МСК с региональной секцией Научно-технического совета и соответствующим управлением Министерства геологии СССР. Организационным центром МСК стал ВСЕГЕИ, при котором работают Бюро комитета и несколько его комиссий, а отделы стратиграфии и палеонтологии ряда научно-исследовательских институтов (ГИН АН СССР, ВНИГРИ, СНИИГГиМС, ИГиГ СО АН СССР, ИГиГ АН УССР и др.), тематические экспедиции и партии некоторых производственных организаций (Мингео УзССР, ПГО «Севвостгеология», «Приморгеология», «Уралгеология» и др.), геологические факультеты вузов (ЛГУ, ЛГИ, МГУ, МГРИ и др.) — его «опорными» пунктами (еще до образования РМСК).

Комитетом в течение 21 года руководил акад. Д. В. Наливкин, ставший с 1976 г. его почетным председателем [3]. Первыми ближайшими помощниками Д. В. Наливкина были заместители председателя МСК — Н. К. Овечкин (до 1962 г.), В. Н. Верещагин (с 1962 по 1980 гг.), В. В. Меннер и ученый секретарь Н. Н. Бобкова (до 1978 г.). Во главе комиссий по докембрию и системам фанерозоя стояли крупные ученые, определившие генеральные направления работ комитета, — С. В. Обручев, Н. С. Шатский, Д. В. Наливкин, А. П. Ротай, Б. К. Лихарев, Л. Д. Кипарисова, В. П. Ренгартен, Н. П. Луппов, И. А. Коробков, А. Г. Эберзин, а также работающие и ныне Т. Н. Спизарский, Б. С. Соколов, Д. Л. Степанов, Г. Я. Крымгольц, Е. В. Шанцер. С 1976 г. Комитет возглавляет Б. С. Соколов, его заместителем был назначен А. И. Жамойда, а ученым секретарем — Е. Л. Прозоровская.

В настоящее время установилась такая структура МСК. Деятельность Комитета направляет Бюро, состоящее из председателя, его заместителей, ученого секретаря и членов. Постоянные комиссии МСК по решаемым ими задачам и характеру деятельности объединены в три группы — региональные (10), по до-

кембрию и системам фанерозоя (13) и предметные (4) [7].

Имеются следующие региональные межведомственные стратиграфические комиссии: Украинская (председатель Ю. В. Тесленко), Белорусская (В. К. Голубков), Прибалтийская (А. А. Григалис), Кавказская (А. А. Али-Заде), по Северо-Западу СССР (В. А. Соколов), Уральская (А. Н. Ходалевич), Среднеазиатская (В. Г. Гарьковец), Казахстанская (А. А. Абдуллин), Сибирская (Ф. Г. Гурари), Востока СССР (Н. А. Шило). С начала деятельности Комитета работают комиссии по системам: кембрийской (Т. Н. Спизарский), ордовикской и силурийской (Б. С. Соколов), девонской (М. А. Ржонсницкая), каменноугольной (А. Х. Каргаманов), пермской (Д. Л. Степанов), триасовой (А. И. Жамойда), юрской (Г. Я. Крымгольц), меловой (В. А. Прозоровской), палеогеновой (В. Я. Яркин), неогеновой (Л. А. Невеская) и четвертичной (Е. В. Шанцер), а также по нижнему докембрию (Р. А. Шуркин) и верхнему докембрию (Б. М. Келлер).

К предметным комиссиям относятся: по стратиграфической классификации, терминологии и номенклатуре (А. И. Жамойда), по геохронологии (Л. И. Боровиков), по изучению опорных разрезов (Н. Н. Предтеченский), по стратиграфии шельфов (И. С. Грамберг).

Среди членов МСК три академика, три члена-корреспондента АН СССР, шесть членов академий союзных республик, 48 докторов и 11 кандидатов наук. Только в составе комиссий по докембрию и системам фанерозоя около 700 членов. Еще большее число специалистов Министерства геологии СССР, Академии наук СССР, Министерства высшего и среднего специального образования СССР и других ведомств работает в региональных комиссиях. Для выполнения оперативных заданий в составе Комитета и его постоянных комиссий образованы рабочие группы.

Большую работу проводит МСК в области региональной стратиграфии. Начиная с 1955 г. в нашей стране созываются региональные стратиграфические совещания. На них рассматриваются стратиграфические схемы, включающие местные разрезы, их корреляция, выделяются региональные стратотомы (горизонты и лоны), дается палеонтологическое (или иное) обоснование всех выделенных подразделений [10]. Этим совещаниям предшествуют рабочие совещания, нередко с выездом на разрезы для решения дискуссионных вопросов, коллоквиумы по группам фауны и флоры.

Решения региональных стратиграфических совещаний утверждаются на пленуме или расширенном заседании Бюро МСК. Утвержденные решения служат основой для выработки соответствующих требований Научно-редакционного совета Министерства геологии СССР к легендам государственных геологических карт, принимаемых к изданию.

За 30 лет под эгидой МСК проведено 36 региональных межведомственных совещаний, из которых 12 охватывали по тематике весь разрез от архейских до четвертичных отложений включительно. По Дальнему Востоку и Уралу состоялось по три таких совещания. Их опубликованные результаты для каждого региона

с квалификацией принятых стратиграфических схем приведены в таблице.

Первые региональные стратиграфические совещания (1955—1962 гг.) имели целью разработку стратиграфической основы Государственной геологической карты СССР среднего масштаба. С середины 60-х годов была поставлена задача подготовить стратиграфическую основу для крупномасштабной геологической съемки. Результаты второго, а для некоторых регионов и третьего туров совещаний создали условия для официального развертывания работ по составлению Государственной геологической карты СССР крупного масштаба, согласно принятому в 1981 г. Министерством геологии СССР решению.

Работа МСК в региональном плане не ограничивалась подготовкой и проведением совещаний. Подготовка к изданию томов «Стратиграфия СССР» осуществлялась, как правило, под редакцией председателей соответствующих комиссий по системам и при активном участии их членов. В комиссиях по системам регулярно рассматривались описания местных и региональных стратиграфических подразделений, помещенных в «Стратиграфическом словаре СССР» (1975—1982 гг.), и их валидность. В настоящее время количество описанных стратотомов превышает 12 000. Многие члены МСК работают в Научно-редакционном совете Министерства геологии СССР и филиалах совета.

Итоги работ МСК по совершенствованию общей стратиграфической шкалы за двадцатилетний период подведены в 1976—1977 гг. [2, 6]. В последующие годы работы были продолжены.

Комиссия по кембрийской системе впервые предложила обоснованные ярусы нижнего и верхнего кембрия, представленные на утверждение XXVII сессии МГК. Для пермских отложений Тэтической области были приняты провинциальные ярусная и зональная шкалы. Значительно уточнена общая зональная шкала триаса и принята провинциальная зональная шкала для Бореальной области в пределах СССР. Предложено исключить рэт как самостоятельный ярус триаса и рассматривать его как синоним верхнего подъяруса норийского яруса. Комиссия по юрской системе в специальном выпуске трудов МСК подвела итоги разработки стратиграфии этой системы, включая континентальные отложения. Можно считать решенным вопрос о переводе датского яруса в палеогеновую систему. Принята схема деления палеогена южных районов СССР и шкала неогеновых отложений Восточного Паратетиса. Значительным вкладом в разработку общей стратиграфической шкалы СССР явилась публикация тома «Четвертичная система», составление томов «Нижний докембрий» (2-я часть) и «Неогеновая система» издания «Стратиграфия СССР».

Из методических и теоретических вопросов стратиграфии первоочередным еще в 30-е годы советские геологи считали вопрос о необходимости выработки приемлемой стратиграфической классификации, терминологии и правил номенклатуры. Резкое расширение геологосъемочных работ после Великой Отечественной войны потребовало ускорить эти исследования. Известная

Эпоха-тема	Система	Регион и год проведения последних совещаний по разным системам									
		Русская платформа (без Прибалтики и Белоруссии)		Прибалтика, 1976		Белоруссия, 1981		Кавказ и Предкавказье		Урал, 1977	
		1958 1962	1979 1983 1984	1979 1983 1984	1979 1983 1984	1955 1958	1977 1978	1955 1958	1977 1978	1967	1971
Кайнозойская	Четвертичная		У, К, Р	У	У	У	У, К	У	У	У	У
	Неогеновая			Р	Р	К	У, Р	У	У	У	У
	Палеогеновая			У	У	Р	У, Р	У	У	У	У
Мезозойская	Меловая	У, К		У	У	У	У	У	У	У, Р	У, Р
	Юрская	У, К		У	У	У	У	У	У	У, Р	У, Р
	Триасовая		У, К	У, К	Р	Р	К	К	К	У, Р	У, Р
Палеозойская	Пермская	У, К		У	У	Р		У	У	У, К	У, К
	Каменноугольная	У, К		Р	Р	К		У	У	У, К	У, К
	Девонская	У, К		У	У	У		У	У	У, К	У, К
Архей-протерозойская	Силурийская		У	У	У	У		У	У	У	У
	Ордовикская		У, Р	У, Р	У	У		У	У	У, К	У, К
	Кембрийская		У	У	У	У		У	У	У, Р	У, Р

К — корреляционные, У — унифицированные, Р — рабочие схемы, по Стратиграфическому кодексу СССР, 1977 г.

брошюра «Стратиграфические и геохронологические подразделения» (1954 г.), подготовленная во ВСЕГЕИ под редакцией Л. С. Либровича, последующие методические и инструктивные издания МСК заложили основы для создания первого отечественного кодекса — «Стратиграфического кодекса СССР» (1977 г.). В этом кодексе, разработанном с привлечением широкого круга специалистов, сформулированы принципы и основы стратиграфической классификации и терминологии, принятой большинством советских стратиграфов, регламентированы различные правила, касающиеся проведения стратиграфических работ [9, 10].

Были подготовлены и изданы обзоры зарубежных стратиграфических кодексов (1969, 1984 гг.), брошюры по общей стратиграфической шкале четвертичной системы (1973 г.), ритмостратиграфическим подразделениям (1978 г.), задачам и правилам изучения опорных стратиграфических разрезов (1963, 1983 гг.). Впервые разработана Л. С. Либровичем и Н. К. Овечкиным классификация и терминология стратотипов (1963 г.), принятая впоследствии Международной подкомиссией по стратиграфической классификации. Подготовленный во ВСЕГЕИ коллективный труд «Практическая стратиграфия. Разработка стратиграфической базы крупномасштабных геологосъемочных работ» (1984 г.) — результат усилий ряда активных членов МСК.

Конечно, указанные публикации не устранили многих важных проблем общей и теоретической стратиграфии, но способствовали повышению научного уровня стратиграфических исследований в СССР, оказали существенное влияние на работы по созданию петрографической и формационной основ геологической съемки. В результате активной деятельности комиссий МСК и его руководителей была проведена коренная реорганизация Международной стратиграфической комиссии. Определяющую роль в этом сыграл В. В. Меннер.

Издательская деятельность МСК представлена работами трех видов. Прежде всего это решения региональных межведомственных совещаний, содержащих региональные стратиграфические схемы и объяснительные записки к ним. Всего начиная с 1958 г. было подготовлено и опубликовано около 25 решений. Изданные методические и инструктивные брошюры в основном перечислены выше.

С 1969 г. выходят в свет «Труды МСК». Из 14 изданных выпусков пять посвящены опорным или стратотипическим разрезам среднего кембрия, силура и девона, волжского яруса, пограничных слоев ордовика — силура и карбона — перми, в двух рассмотрены общие проблемы стратиграфии, в трех — шкала и другие вопросы каменноугольной системы. С 1958 г. систематически публикуются важнейшие итоги работы МСК и его постоянных комиссий (22 выпуска Постановлений МСК).

Перед МСК в двенадцатой пятилетке и последующие годы стоят большие задачи. Переход геологической службы к составлению Госгеолкарты-50 — новый (третий) этап комплексного изучения геологического строения и полезных ископаемых страны. Его принципиальное отличие от двух предыдущих (создание

государственных карт мелкого и среднего масштабов) заключается в том, что это, как отметил министр геологии СССР Е. А. Козловский, «... должно поднять на более высокую ступень научные основы поисков полезных ископаемых, привести к разработке новых или дополнительных поисковых критериев, имеющих важное значение для повышения качества и достоверности прогнозирования месторождений полезных ископаемых, в особенности локального, для формирования оптимальных направлений поисковых работ» [4, с. 9].

Сформулированные особенности и цель такой общегосударственной работы требуют обратить особое внимание на подготовку определенных и необходимых основ картирования, среди которых первостепенное значение имеет создание литолого-стратиграфической основы. Разработка или уточнение последней — первая и главная задача МСК на двенадцатую и тринадцатую пятилетки. Имеющаяся литолого-стратиграфическая основа крупномасштабного картирования потребует уточнения для территорий Прибалтики, Белоруссии, частично Украины, Молдавии и Урала, а также для районов развития мезозоя на Мангышлаке и в Средней Азии. Большая же часть площадей в пределах других регионов, где ведутся или планируются крупномасштабные геологосъемочные работы, не обеспечена кондиционными для данного масштаба стратиграфическими схемами.

Следует подчеркнуть, что разработка таких схем — не просто уточнение или дополнение схем и легенд к среднимасштабным картам, а самостоятельная исследовательская работа, которую должны осуществлять как научно-исследовательские институты, так и тематические экспедиции и партии производственных геологических объединений [8]. Важная составная часть указанной работы — комплексное изучение опорных разрезов.

Вторая задача МСК на ближайшие пятилетки состоит в совершенствовании общей (стандартной) стратиграфической шкалы. Эта задача распадается на три — уточнение некоторых границ системами, отделами и ярусами; разработка или уточнение зонального деления систем, в том числе выработка провинциальных зональных шкал; корреляция схем континентальных (включая вулканогенные) отложений с подразделениями общей шкалы с точностью по крайней мере до яруса.

Наиболее сложные проблемы разработки общей шкалы относятся по-прежнему к стратиграфии докембрия. Принятое в 1978 г. постановление МСК о его двучленном делении встречает аргументированные возражения. Этот вопрос, так же как и вопрос об увеличении дробности подразделений докембрия вместе с выработкой общепринятой терминологии предстоит решать двум комиссиям МСК при активном участии соответствующих подкомиссий РМСК.

Для фанерозоя первоочередные проблемы касаются разработки зонального членения девона, провинциальных шкал неогена. Очень важным и необходимым для практики является утверждение границы неогена и четвертичной системы.

Успешное решение вышеперечисленных задач будет во многом зависеть от того, насколько эффективно будут использоваться комиссиями МСК совместно с РМСК новые материалы крупномасштабных геологических съемок, достижения региональной стратиграфии, которая, как отметил Б. С. Соколов, действительно дает опорный материал для целей региональной геологии и для совершенствования общей стратиграфической шкалы [8].

Третья задача МСК на двенадцатую пятилетку — подготовка, апробация и публикация 2-го издания «Стратиграфического кодекса СССР». Изданный в 1977 г. Кодекс был основан на многолетней практике советских геологов и традициях отечественной геологии. Заложенные в нем принципы и рекомендуемые им правила не требуют коренной переработки. Однако стало очевидным, что необходимо расширить главу о биостратиграфических подразделениях, уточнить характеристику местных стратон и т. д. Желательна также подготовка специальных разделов, посвященных особенностям классификации и терминологии докембрия и четвертичных отложений. По-видимому, следует дополнить Кодекс разделами о климатостратиграфических и магнитостратиграфических подразделениях. Обсуждается вопрос о включении в него характеристик так называемых ритмо (или цикло)- и сейсмостратиграфических подразделений.

Таким образом, в двенадцатой и тринадцатой пятилетках работы МСК должны быть направлены на резкое повышение эффективности геологосъемочных, а следовательно, и поисковых работ, на совершенствование и детализацию общей стратиграфической шкалы.

90-летие Александра Кирилловича Матвеева

Исполнилось 90 лет крупнейшему геологу-угольщику, профессору кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых геологического факультета МГУ, доктору геолого-минералогических наук Александру Кирилловичу Матвееву.



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Межведомственный стратиграфический комитет.* Бюл. № 1. М., Госгеолтехиздат, 1958.
2. *Вережагин В. Н., Жамойда А. И.* Стратиграфические исследования в СССР. — Сов. геология, 1977, № 11, с. 30—44.
3. *Дмитрий Васильевич Наливкин и биостратиграфия* во ВСЕГЕИ/А. И. Жамойда, Н. Н. Бобкова, М. А. Ржонсницкая, Н. Е. Чернышева. Л., 1983, с. 4—12. (Тр. ВСЕГЕИ, вып. 322).
4. *Козловский Е. А.* Основные направления дальнейшего укрепления минерально-сырьевой базы страны в свете решений XXVI съезда КПСС. — Сов. геология, 1981, № 6, с. 3—10.
5. *Положение о Региональной межведомственной стратиграфической комиссии.* — В кн.: Постановления МСК и материалы его постоянных комиссий. М., ВИЭМС, 1970, с. 12—14.
6. *Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий.* Вып. 16. Л., ВСЕГЕИ, 1976.
7. *Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий.* Вып. 21. Л., ВСЕГЕИ, 1985.
8. *Соколов Б. С.* Палеонтология и стратиграфия. Вопросы их соотношения. — Вестн. АН СССР, 1981, № 1, с. 82—90.
9. *Стратиграфическая классификация.* Материалы к проблеме. М., Наука, 1980.
10. *Стратиграфический кодекс СССР.* Ред. А. И. Жамойда. Л., ВСЕГЕИ, 1977.

А. К. Матвеев родился в Омске. После окончания в 1924 г. Днепропетровского горного института, он в качестве начальника партии «Донугля» ведет разведочные работы на западе Донецкого бассейна, затем назначается начальником геологоразведочного управления комбината «Кузбассуголь», а в дальнейшем руководит разведочными работами не только в Кузбассе, но и в Иркутском и Минусинском бассейнах.

С 1932 по 1940 г. А. К. Матвеев является постоянным членом комиссии «Главугля» по разработке направлений разведочных работ для нового шахтного строительства в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке, проводит разведочные работы в Бурейском, Южно-Уральском, Печорском и Подмосковном бассейнах. В 1937 г. он был участником XVII сессии МГК и выступал с докладом об угольных месторождениях СССР.

В годы Великой Отечественной войны А. К. Матвеев работает в Москве в Комитете по делам геологии при СНК СССР старшим инженером, начальником главка, является членом коллегии. В 1949 г. он назначается главным инженером вновь организованного Карагандинского геологического управления.

1951 г., когда А. К. Матвеев переходит на должность старшего научного сотрудника ла-

боратории геологии угля АН СССР в Ленинграде, стал началом его постоянной научной деятельности, хотя первые научные публикации появились в 1932 г. Гораздо раньше — еще в 1931 г. — Александр Кириллович начал преподавать в Московском геологоразведочном институте им. С. Орджоникидзе, затем в Московском государственном университете им. М. В. Ломоносова, куда был приглашен для организации угольной специализации на кафедре геологии и геохимии горючих ископаемых. Ряд лет (1955—1962 гг.) А. К. Матвеев занимал должность заместителя декана и внес значительный вклад в расширение научно-исследовательских работ на геологическом факультете МГУ.

Практический и научный опыт, прекрасное знание геологии угольных месторождений СССР и мира позволили Александру Кирилловичу воспитать не одно поколение геологов-угольщиков, ученых и практиков. Под его научным руководством успешно защищено более 30 диссертаций, а его ученики работают не только во всех уголках Советского Союза, но и в зарубежных странах. Учебником «Геология угольных месторождений» пользуются как студенты, так и многие геологи-угольщики; этот учебник переведен и издан во Франции.

А. К. Матвеев — автор четырех крупных монографий, посвященных угольным месторождениям Евразии, Австралии и Океании, Африки, Америки и Антарктиды и сводки «Угольные бассейны и месторождения зарубежных стран». Трудно переоценить значение созданных под редакцией А. К. Матвеева: Карты прогноза углей СССР (1941, 1954 гг.), Карты угольных месторождений мира (1972, 1974 гг.), Карты нефтегазоносности и уголеносности Тихоокеанского подвижного пояса и Тихого океана (1978 г.).

А. К. Матвеевым внесен большой вклад в решение многих проблем геологии угольных месторождений. Прежде всего это вопросы методики составления карт прогноза углей СССР, исследования вещественного состава углей ультразвуком, разработки принципов выделения угленосных провинций СССР и мира, классификации угольных бассейнов, метаморфизма углей и др. Его доклад на XXVII сессии Международного геологического конгресса в Москве в августе 1984 г. привлек внимание широкого круга геологов.

А. К. Матвеев с 1960 по 1972 г. был членом, а затем председателем экспертной комиссии ВАК, членом геологической секции Комитета по Ленинским и Государственным премиям СССР в области науки и техники при Совете Министров СССР. Ныне он является членом геологической секции НТС Минвуза СССР и НТС Мингео СССР, нескольких ученых советов. В 1968 г. А. К. Матвеев избран почетным членом Геологического общества Болгарии.

За большие заслуги в области геологии углей и подготовки кадров А. К. Матвееву присвоено звание заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, он награжден орденом Трудового Красного Знамени, двумя орденами «Знак Почета» и медалями СССР.

Поздравляя Александра Кирилловича славным юбилеем, от всей души желаем ему доброго здоровья и дальнейших успехов в научной и педагогической деятельности.

Е. А. Козловский, Б. М. Зубарев, В. М. Волков, В. Ф. Рогов, А. А. Рясной, Р. А. Сумбатов, В. А. Ярмолюк, А. Н. Золотов, Н. Ф. Карпов, А. И. Кривцов, В. А. Перваго, В. А. Чернов, В. Ф. Череновский, М. В. Голицин, В. В. Семенович

Contents

Acceleration of the scientific and technical progress	3
---	---

SCIENTIFIC AND TECHNICAL PROGRESS IN GEOLOGY

<i>Niziev V. A., Boot L. D., Popova S. F., Shcherbakov V. P., Rostovshchikov V. B.</i> Efficiency of geophysical prospecting in exploring composite oil and gas fields	6
---	---

RESULTS OF THE WORK OF THE XXVII-TH IGC

<i>Krasniy L. I.</i> Present tectonics and regional geology problems	13
---	----

ENERGY RESOURCES

<i>Ermolkin V. I., Sorokova E. I., Filin A. S., Bobyleva A. A.</i> Phase zonation of the regional oil and gas accumulation	21
<i>Kizilshstein L. Ya., Shpitsgluz A. L.</i> Anatomic plant tissues of highly metamorphosed coals	32

GEOPHYSICS AND DEPTH STRUCTURE

<i>Druzhinin V. S., Karmanov A. B.</i> Studies of the earth's crust structure in the northwestern part of the West Siberian Plate	39
<i>Erkhov V. A., Persits F. M., Ursov A. A.</i> Search of poorly identified local geological features by aerogeophysical methods	49

METALS AND NON-METALS

<i>Kudryavtsev V. A., Krylov V. V., Volosovich N. N., Akhmetov R. N., Nikitin V. M.</i> Lower Archean magnetite quartzites in the Aldan-Stanovoy region—iron ore raw materials	51
---	----

METHODOLOGY, ECONOMICS, MANAGEMENT

<i>Shestakov Yu. G.</i> On the application of computers to training geologists	62
---	----

STRATIGRAPHY AND PALEOGEOGRAPHY

<i>Khudoley K. M., Prozorovskaya E. L.</i> Main features of paleobiogeography of Eurasia in the Jurassic period	65
<i>Izotova M. N.</i> Fusulinids zones of the Lower Permian in the northern and eastern edges of the Caspian Depression	76

REGIONAL GEOLOGY AND TECTONICS

<i>Rotman V. K., Kuzmin V. K.</i> The Khangarskaya structure of central type on the Kamchatka	85
<i>Antoshchenko-Olenev I. V.</i> Zoning of Kazakhstan based on identification of photo images	93

MINERALOGY, PETROGRAPHY, LITHOLOGY

<i>Rundkvist T. V., Veselovskiy N. N.</i> Structure, composition and asbestos presence of ultrabasites in the North Karelian complex	97
<i>Popkov V. I., Yapaskurt O. V., Demidov A. A.</i> Basement rocks in the north-west of the Turan Plate	106

HYDROGEOLOGY AND ENGINEERING GEOLOGY

<i>Frolov N. M.</i> Hydrogeothermy on a new stage of development	114
---	-----

NEWS IN BRIEF

<i>Zhamoyda A. I., Prozorovskaya E. L.</i> 30 ears since establishment of the Soviet Stratigraphic Committee	122
90 years of Alexandr Kirillovich Matveev	126

Цена 1р.60к.

Индекс 70824

СОВЕТСКАЯ ГЕОЛОГИЯ, 1985, № 9, 1-128