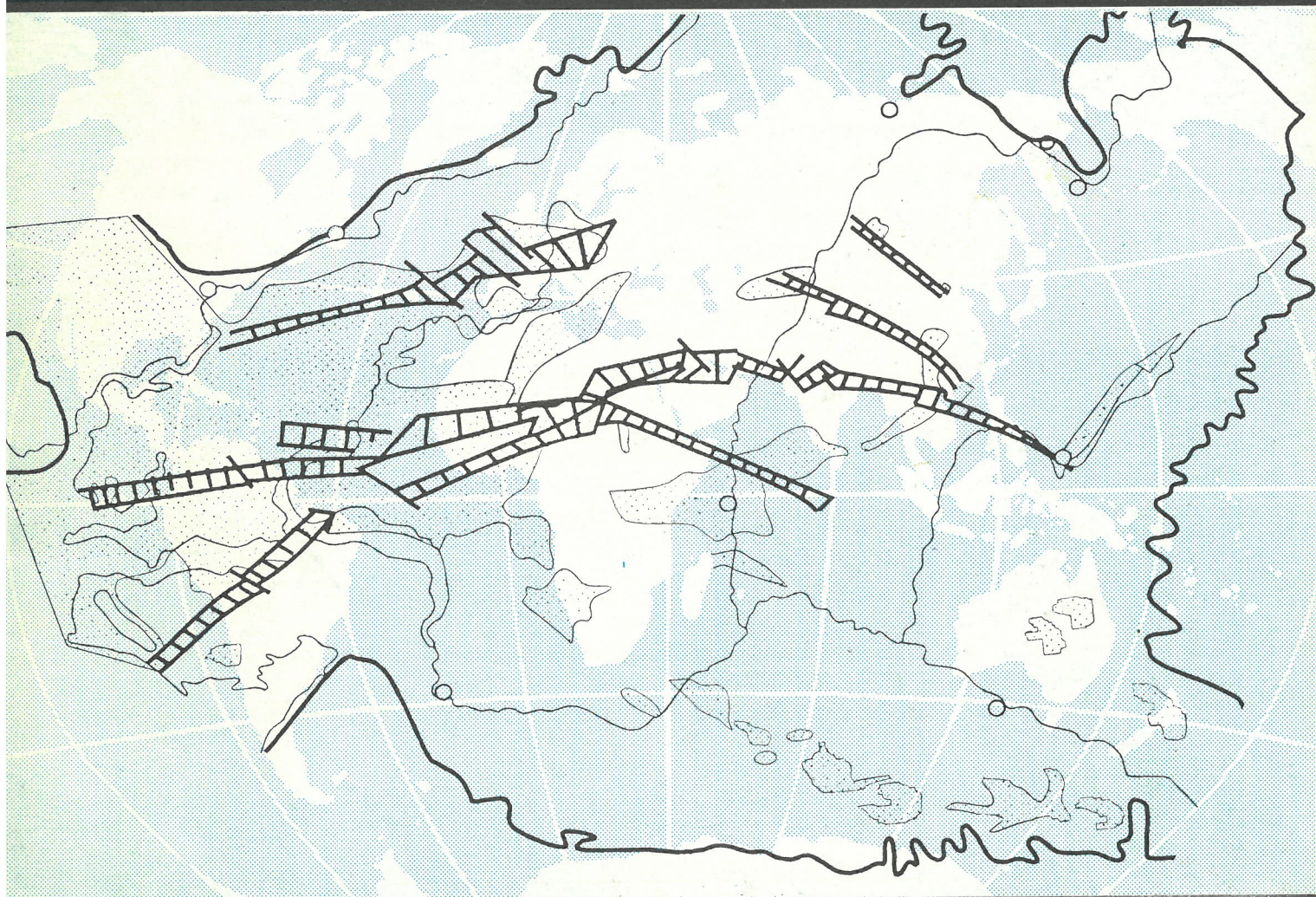


ISSN 0869-7175

Отечественная ГЕОЛОГИЯ



3/1997

ЗОЛОТО РОССИИ

ТРИАСОВЫЕ РИФТЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

СКОРОСТИ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ

Отечественная ГЕОЛОГИЯ

Ежемесячный научный журнал

Основан в марте 1933 года

3/1997

Учредители:

Министерство природных
ресурсов РФ

Российское геологическое общество

Центральный
научно-исследовательский
геологоразведочный институт
цветных и благородных металлов

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор **А. И. Кривцов**

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

Редсовет: *А. Н. Барышев, Э. К. Буренков, В. С. Быкадоров, Н. Н. Ведерников,*
И. С. Грамберг, А. Н. Еремеев, А. И. Жамойда, А. Н. Золотов, А. Б. Каждан,
М. М. Константинов, Т. Н. Корень, Л. И. Красный, Н. К. Курбанов, Н. В. Межелов-
ский, И. Ф. Мигачев, В. М. Питерский, В. Ф. Рогов, Е. И. Семенов, В. В. Семенович,
В. С. Сурков, В. А. Ярмолук

Орлов В.П., Оганесян Л.В. А.П.Карпинский: геолог, ученый, директор Геолкома России	3	Сурков В.С., Казаков А.М., Девятов В.П., Смирнов Л.В. Нижне-среднетриасовый рифтогенный комплекс Западно-Сибирского бассейна	31
ОРГАНИЗАЦИЯ, УПРАВЛЕНИЕ, ЭКОНОМИКА, НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ		Соломина Р.В. Биостратиграфическая схема пермских отложений Верхоя- нья	
Мигачев И.Ф., Беневольский Б.И. Золото России: современность и будущее	7		
Каменев Е.А., Киперман Ю.А. Геолого-экономическое моделирование в оценке сырьевой базы действующего предприятия	11	90-летие Николая Васильевича Неволлина.	43
Цыганов В.А. Методические и экономические аспекты воспроизводства минерально-сырьевой базы горнодобывающих предпри- ятий России.	16	80-летие Серафима Ивановича Смирнова	44
СТРАТИГРАФИЯ, РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ И ТЕКТНИКА		70-летие Гинаята Рахметуллича Бекжанова	45
Холодов В.Н. Скорости осадконакопления в настоящем и прошлом. . .	22	70-летие Евгения Ивановича Семенова	46
		60-летие Николая Васильевича Межеловского	46
		К 300-ЛЕТИЮ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ РОССИИ	
		О чем писал наш журнал	48

Редакция: Р.В.Добровольская, Г.В.Вавилова, М.В.Рогачева
Компьютерный набор В.К.Комарова
Верстка и оригинал-макет П.А.Сандомирский

Сдано в набор 25.03.97. Подписано в печать 20.04.97. Формат 60 × 88/8. Бумага мелованная.
Печать офсетная. Тираж 1000 экз.

Адрес редакции: 113545, Москва, Варшавское шоссе, 129б.
Телефон: 315—28—47

Отпечатано Государственным картографо-геодезическим предприятием «Поликарт»

А.П.Карпинский: геолог, ученый, директор Геолкома России

В.П.ОРЛОВ, Л.В.ОГАНЕСЯН (Минприроды РФ)

В Александре Петровиче Карпинском редкое дарование крупнейшего ученого сочеталось с выдающимися организаторскими способностями. «Великий старец» был примером бескомпромиссного служения Истине, которому отдал 70 лет своей почти 90-летней жизни.

Имя А.П.Карпинского по праву стоит в одном ряду с такими корифеями естествознания, как А.Гумбольдт, Ч.Лайель, Р.Мурчисон, Э.Зюс и др., с которыми связана новая эра в развитии геологии как науки. «Нам, непосредственным работникам эпохи Карпинского, — писал академик А.А.Борисяк, один из любимых учеников Александра Петровича, — даже трудно полностью установить размеры влияния этой крупной фигуры в истории нашей геологии, развитие различных ее течений. Это дело будущего ее историка».

Прежде всего, хотелось бы ответить, почему именно А.П.Карпинского единодушно признают «отцом русской геологии»?

Если ученый закладывает основы новой ветви науки и получает при этом фундаментальные научные результаты, то его приоритет не вызывает сомнений, не оспаривается. А.П.Карпинский всю жизнь трудился в традиционных рамках уже давно разрабатывавшейся науки. Ведь и до него геология знала великих ученых. Это, прежде всего, А.Вернер, родоначальник «нептунизма», на многие десятилетия предопределившего интерпретационную основу геологических фактов. Это Ч.Лайель, один из авторов актуалистического принципа реставрации суперудаленной геологической истории, Д.Холл и Дж.Дэна — творцы теории геосинклиналей. Сюда по праву следует причислить наших соотечественников Н.А.Головкинского — создателя теории образования слоистого строения осадочных толщ, В.И.Севергина — автора опубликованной еще в 1809 г. энциклопедической работы «Опыт минералогического землеописания Российского государства» — первого в мире регионального геолого-минералогического монографического исследования.

Научный талант и дарование А.П.Карпинского заключались в том, что в отличие от своих великих предшественников и современников он соединил в себе все качества и знания энциклопедиста — палеонтолога и стратиграфа, петрографа и минералога, тектониста и специалиста по месторождениям полезных ископаемых. И во всех направлениях геологических знаний А.П.Карпинский был глубоким профессионалом.

Никто до него не ставил задачу геологического картирования как крупной научно-практической проблемы и не решал ее столь масштабно для территории такой большой страны, как Россия.

«Александр Петрович в нашей стране был единственным геологом, с одинаковым авторитетом, с одинаковым мастерством разрабатывавшим самые различные геолого-минералогические темы, черпая материал для своих работ из самых различных ветвей сложного цикла наук о Земле, — в этом отношении он был истинным энциклопедистом...» — писал о нем А.П.Герасимов в 1937 г. в кратком очерке о жизни и деятельности А.П.Карпинского.

И действительно, в петрографии Александр Петрович одним из первых использовал поляризационный

микроскоп, революционизировавший эту науку; в стратиграфию ввел представление о «переходных слоях», вошедшее в науку под названием «принцип Карпинского». В палеонтологии одним из первых использовал биогенетический закон Мюллера — Генкеля. В тектонике ввел представление о «кряжеобразовательном процессе» и в пределах Европейской России наметил линии развития «зачаточных горных кряжей», которые с легкой руки Э.Зюса вошли в науку под названием «линии Карпинского». Таков уж был талант и дарование Александра Петровича: какой бы области геологических дисциплин он ни касался, достижения и открытия были столь значительными, что нельзя было в их названии обойтись без имени ученого-энциклопедиста.

А.П.Карпинский впервые для огромной территории Русской платформы и ее обрамления установил закономерности смены тектонических режимов, управляющих процессами трансгрессивных и регрессивных эпох, осадконакопления и денудации, построил серию палеогеографических карт, иллюстрировавших эти закономерности.

Основной задачей отечественных геологов А.П.Карпинский считал создание детальной геологической карты страны — основы как теоретических разработок, так и практической геологии по поискам месторождений полезных ископаемых. «Это, — как писал впоследствии академик А.Е.Ферсман, — огромная проблема, значение которой мы не всегда оцениваем».

Масштабность была характерной чертой научных воззрений и организаторских дел А.П.Карпинского. Еще в 1900 г. он говорил: «Геологу нужна вся Земля, и давно уже миновало время, когда считалось возможным делать общие выводы из изучения незначительных районов». Это было научным кредо ученого, чему он неуклонно следовал и требовал того же от своих учеников и сотрудников.

Вот только незначительная часть фактов, которых достаточно, чтобы именно А.П.Карпинского с полным основанием считать отцом современной отечественной геологической науки, главой школы отечественных геологов.

1882 г. стал крупной вехой в истории отечественной геологии. Через 182 года после создания Петром I горно-геологической службы России («Рудного приказа») был образован Геологический комитет. Это событие по своему значению столь знаменательно, что традиционно в течение уже 115 лет датируется как создание геологической службы России. На самом же деле это крупнейшая веха в 300-летней истории горно-геологической службы страны. Создание Геологического комитета явилось неоспоримым свидетельством того, что развитие горно-геологического (горно-заводского) дела в России привело к накоплению той критической массы, после чего его дифференциация с выделением геологии как самостоятельной и значительной ветви отечественной науки и практики стала неизбежной. Причем эта неизбежность вытекала не только из огромной массы научных знаний и практического опыта, накопленного отечественной геологической школой, но и интересов российской государственности. Стало очевидно, что экономика России, необходимость ус-

тойчивого освоения огромных территорий, развития производительных сил требуют проведения систематических геологических исследований и, в первую очередь, геологического картирования огромных пространств. Такими представляются побудившие мотивы создания Геологического комитета с высоты пройденного времени. Однако к моменту образования Геологического комитета вряд ли четко представлялось его судьбоносное значение. Хотя за создание Комитета упорно ратовали наиболее активная часть геологической общественности, ее передовые умы, обогнавшие свое время на десятилетия.

С первых дней создания Геолкома творческая деятельность А.П.Карпинского была неразрывно связана с ним, его становлением и развитием. Он возглавлял Геологический комитет, будучи его директором, в течение 19 лет (1884—1903 гг.) и оставался его почетным директором вплоть до 1929 г.

Работая в Геологическом комитете и возглавляя его деятельность, А.П.Карпинский сумел реализовать свои идеи по геологическому изучению территории страны и ее минеральных богатств. Он вывел геологическую службу страны на ту столбовую дорожку, по которой и сейчас следует отечественная геология. История деятельности Геологического комитета является значительной частью научной деятельности А.П.Карпинского, она неразрывно связана с его идеями, научно-организаторским талантом и делами.

Созданию Российского геологического комитета предшествовало долгое обсуждение этого вопроса. Оно началось со статьи академика Г.П.Гильмерсена «Современное состояние геологии в России», опубликованной в 1863 г. в «Горном журнале». В последующие годы этот вопрос неоднократно ставился выдающимися общественными деятелями, учеными и горными инженерами. Наконец, 31 января 1882 г. короткой резолюцией «Быть по сему» император Александр III по представлению Государственного Совета утвердил положение и штаты Геологического комитета России.

Главными доказательными мотивами образования Геологического комитета служили: 1) необходимость составления по единому плану геологической карты страны; 2) потребность в детальном геологическом описании пространств отечества; 3) исследование минеральных богатств, которые могут служить источником развития той или другой отрасли промышленности; 4) необходимость такого учреждения, к которому как правительственные и общественные учреждения, так и частные лица могли бы обращаться за советами и разъяснениями по всем вопросам, связанным с геологией.

Директором Геолкома был утвержден 80-летний академик Г.П.Гельмерсен. Однако уже 25 октября 1882 г. он покинул этот пост в связи с плохим состоянием здоровья.

Первоначально в штате Геологического комитета предусматривалось шесть человек: три старших и три младших геолога. Работать геологом в комитете считалось огромной честью. На должность старших геологов, выдержав огромную конкуренцию, оказались выбранными А.П.Карпинский, И.В.Мушкетов, С.Н.Никитин.

В 1884 г. директором Геолкома стал А.П.Карпинский. С его именем связана активная деятельность Геолкома по составлению первой геологической карты европейской части России.

В Геолкоме были разработаны первые методические указания (инструкции) по составлению геологических карт, унификации графических обозначений. Уже в 1883 г. была подготовлена «инструкция лицам, командированным Геологическим комитетом для систематических исследований геологического строения России и составления ее геологической карты». Имея небольшой основной штат, Геолком руководил многими геологами,

прикомандированными к нему и ведущими по его заданию геолого-съемочные работы в различных районах.

Геолком участвовал в геологических исследованиях вдоль строящейся линии Транссибирской железнодорожной магистрали, в 1895 г. он начал работы на Новой Земле, проводил первые геологические исследования в Арктике. Характеризуя деятельность Геолкома тех лет, нельзя не отметить тесную связь его исследований с решением крупных практических задач по выявлению минерально-сырьевых ресурсов страны. Так, например, одним из важнейших результатов геологических съемок явилось открытие месторождений железа, каменного угля и золота на Урале, Никопольского марганцевого бассейна на Украине, новых пластов угля в Донбассе, месторождений фосфоритов в Ярославской области и др.

В начале XX в. Геолком на базе детальных стратиграфических исследований развернул работы по поискам нефтяных месторождений на Кавказе. Было начато геологическое изучение рудных районов Урала, Сибири, проводились поисковые работы на Алтае и в Средней Азии.

Геолком издавал «Труды» и «Известия Геологического комитета». Эти издания, по существу, представляют собой энциклопедию геологических исследований до-революционного периода работы Геолкома.

Большая заслуга Геолкома — развитие контактов с геологической общественностью зарубежных стран, укрепление международного авторитета отечественной геологической службы. Признанием этого явилось проведение в 1897 г. в Петербурге VII Международного геологического конгресса, председателем оргкомитета и президентом которого был А.П.Карпинский.

Во многом благодаря авторитету А.П.Карпинского Россия летом 1937 г. второй раз приняла участников XVII Международного геологического конгресса. А.П.Карпинский был почетным председателем этого конгресса, но не дожидаясь до его начала. С речью в память Александра Петровича на конгрессе выступил академик В.А.Обручев.

Геологическим комитетом был проведен значительный объем геологических исследований. Для территорий европейской части России, Урала, Кавказа и Туркестана были составлены геологические карты в масштабе 60 и 30 верст в 1 дюйме. Геологической съемкой в масштабе 10 верст в 1 дюйме была покрыта большая часть Русской платформы и Донбасса, некоторые площади на Урале и в Туркестане.

С течением времени на комитет были возложены производством специальных детальных исследований и разработка карт более крупного масштаба. В 1912 г. Николаем II был утвержден одобренный Государственным советом и Государственной Думой закон «Об установлении Положения о геологическом комитете и штата сего комитета». В нем были сохранены без изменения основные принципы Положений о комитете 1882 и 1897 гг. Комитет, кроме составления общей геологической карты России, должен был продолжать детальные исследования в Донецком каменноугольном бассейне, на Апшероне, Южном Урале, в районе Кавказских минеральных вод, в нефтеносных районах Уральской области и других регионах.

В штат комитета введены 62 должности: директор, вице-директор, ученый секретарь и его помощник, 30 геологов и 20 адъюнкт-геологов. Утверждена особая сумма для создания «института практикантов, цель которого дать возможность молодым ученым, по избранию Присутствием комитета, в течение 3 лет подготовиться к самостоятельной деятельности геолога».

Одновременно законодательными палатами был рассмотрен план работы Геологического комитета на предстоящие 10 лет, в котором предусмотрено распространение геологических исследований на всю территорию России. На геологические исследования комитету выделены ежегодные ассигнования в сумме

231 620 руб. Введена особая статья расходов на командировки, принят закон об ассигновании средств на постройку здания Геологического комитета.

Наряду с выполнением главной задачи по составлению общей геологической карты и систематическому описанию геологического строения России, осуществляемой на средства, «полагающиеся по штату» (плановые работы), Геологический комитет организовывал многочисленные полевые партии для выполнения практических задач, финансируемые различными ведомствами, организациями и частными лицами. Эта часть практической деятельности комитета тоже имела огромное научное значение.

Высоко оценена картографическая и издательская деятельность Геологического комитета: в 1893 г. он был награжден золотой медалью на Колумбовой выставке в Чикаго, посвященной 400-летию открытия Америки, в 1898 г. получил гран-при на Международной выставке в Брюсселе. Укрепился его международный авторитет. Российские геологи были участниками всех состоявшихся ранее Международных геологических конгрессов, в т. ч. организаторами VII МГК в Санкт-Петербурге в 1897 г.

С 1915 г. расширены исследования по золотоносности Урала, в Семипалатинской и Амурской областях. Также усилена деятельность комитета как в Петербурге, так и на местах по содействию «своими знаниями и опытом» различным ведомствам, учреждениям, организациям и отдельным лицам в связи с оживлением интересов к производительным силам России».

Благодаря деятельности возглавляемого А.П.Карпинским Геологического комитета в России в конце XIX — начале XX в. выросла замечательная плеяда геологов, внесших большой вклад в развитие отечественной геологии: Ф.Н.Чернышев, И.В.Мушкетов, Л.И.Лутугин, В.А.Обручев, В.И.Вернадский, А.Е.Ферсман, И.М.Губкин, А.Д.Архангельский, А.Н.Заварицкий, А.И.Преображенский, Г.Д.Романовский, К.П.Калицкий, В.Н.Вебер, И.А.Северцев, Н.Г.Кассин и др. Их работы во многих отношениях явились основой широкого развития геологических исследований и последующих поисков месторождений полезных ископаемых. Они определили основные пути развития отечественной геологической школы на многие десятилетия вперед.

Но история свидетельствует о том, что А.П.Карпинский был третьим по счету директором Геолкома. Каковы же причины, что деятельность Геолкома неразрывно связывается с именем А.П.Карпинского, хотя и не отрицается роль его предшественников — академика Г.П.Гельмерсена и директора Горного института В.Г.Ерофеева — одного из учителей А.П.Карпинского.

Не в том ли причина, что 80-летний Г.П.Гельмерсен руководил работой Геолкома в течение лишь 9 месяцев, а В.Г.Ерофеев эту работу выполнял по совместительству чуть более 1 года? Причины признания А.П.Карпинского первым по существу директором Геолкома иные и куда более основательные.

После создания Геолкома А.П.Карпинский еще до назначения директором был утвержден главным редактором геологической карты Европейской России и избран представителем России в Международной комиссии по изданию геологической карты Европы.

К этому времени Александр Петрович своими работами приобрел широкое международное признание: II Международный геологический конгресс в Болонье (1881 г.) присудил ему II премию за работу «Опыт систематической унификации графических обозначений в геологии». На этой же сессии МГК было принято решение об издании Международной геологической карты Европы, в подготовке российской части которой опыт А.П.Карпинского был незаменим. Заслуживает внимания и то обстоятельство, что к 1881 г. встал вопрос о необходимости выполнения Россией своих международных обязательств по составле-

нию Международной геологической карты Европы. Кстати, это в конце концов и стало последней каплей, которая привела к созданию Геолкома, хотя вопрос на разных, в т. ч. и правительственных инстанциях обсуждался в течение более 15 лет. Столь длительная «проволочка» была обусловлена не только обычным российским бюрократизмом, хотя его тоже хватало сполна. Среди крупных деятелей горно-геологической службы не было единого мнения. Одни отстаивали необходимость создания Геолкома для проведения «систематического исследования России исключительно в отношении полезных ископаемых» (Г.Д.Романовский, 1868 г.). Против такой ориентации «государственных геологов» принципиально возражал академик Г.П.Гельмерсен, считая, что тем самым организация геологического учреждения подменяется созданием Разведочного института. Прежде чем разведать месторождение, говорил он, его надо найти, а это можно сделать только путем планомерных и систематических исследований геологического строения России и составления ее геологической карты. Эта задача должна быть ведущей у «государственных геологов». Победила вторая точка зрения. И как нельзя кстати для ее реализации потребовались талант и знания А.П.Карпинского.

Спор же между «непримиримыми» решила история, доказав неделимость двух позиций, но оставив за «государственной геологией» школу А.П.Карпинского.

Первое 10-летие деятельности Геолкома справедливо получило название «героическое». Небольшой группе выдающихся ученых предстояло налаживать работу по общегеологическому изучению и геологическому картированию территории огромной страны. Кроме организационных вопросов предстояло решить многие научно-практические проблемы: выбрать подходящую топографическую основу, разработать единую легенду, подготовить соответствующие инструкции и т.д. А.П.Карпинский лучше чем кто-либо понимал, что без единой методики ведения работ, без научно обоснованных взглядов на тектонику и стратиграфию, как основы для расшифровки тектонических структур и возрастных соотношений геологических образований, не может быть решена столь глобальная задача, и тем более успешно завершено составление Международной геологической карты Европы. Выявлялись принципиальные сложности при картировании массивов изверженных горных пород.

Проблем, требующих научного решения, было множество. И эту сложнейшую работу предстояло осуществить нескольким сотрудникам Геолкома в условиях отсутствия собственных рабочих помещений, лабораторной базы, скудного финансирования экспедиционных работ.

Первые 10 лет существования Геолкома были поистине героическими не только по напряженности работы, но и по результатам, которые вопреки всем трудностям были получены. Вот только часть из них: 1891 г. — изготовлен макет 60-верстной геологической карты Европейской России; 1893 г. — составлены три листа международной геологической карты Европы (Российская часть) и тем самым выполнены международные обязательства России по геолого-картографическим работам, поднят на должную высоту престиж российской геологической школы в международном масштабе; с начала 90-х годов начаты детальные геолого-съемочные работы в промышленно развитых районах (Донбасс, Криворожье, Урал), в полосе Транссиба, нефтегазоносных областях Кавказа и Прикаспия.

До 1914 г. Геолком не имел собственного здания, помещений, приспособленных к условиям работы с каменным материалом, выполнения аналитических исследований, хранения музейного и библиотечного фонда.

За время пребывания на должности директора Геолкома А.П.Карпинский приложил огромные усилия для консолидации научного коллектива, решения сложнейших научно-методических проблем. Он использовал

все свое влияние, в т. ч. в высшем обществе Петербурга для решения проблемы здания Геолкома. И в 1914 г., когда на посту директора был Ф.Н.Чернышев, Геолком получил великолепное здание на Среднем проспекте, а его почетный директор А.П.Карпинский в этом «дворце геологии» — персональный кабинет в пожизненное пользование.

Трудно и, пожалуй, невозможно в одном сообщении вместить хотя бы главнейшие результаты деятельности А.П.Карпинского в годы его работы в Геолкоме. В его жизни тесно переплелись неутомимая научная работа и научно-организаторская деятельность.

Обращаясь к многочисленным и принципиальным в научном плане личным геологическим исследованиям А.П.Карпинского, хочется отметить одну из работ Александра Петровича. В свое время она осталась без достаточного внимания. Иначе и не могло быть. Работа и прозорливость ученого опередили время почти на целое столетие. В 1888 г. А.П.Карпинский опубликовал небольшую статью «О правильности в очертании, распределении и строении континентов», которую без натяжки можно отнести к тем немногим в мировой геологической литературе исследованиям, которые предвосхитили основные идеи и положения «новой глобальной тектоники». Судя по этой работе, А.П.Карпинский не сомневался — материки движутся. Совсем немного отделяло его от современной трактовки подмеченных им закономерностей. Он даже выделил континентальные окраины Тихоокеанского и Атлантического типов, отметил, что положение оси Земли изменялось во времени, пришел к выводу о древности Тихого океана.

И после такого каскада идей А.П.Карпинский пишет: «Чтобы выводы эти не возбуждали никаких сомнений, потребуются еще исследования очень многих лет; наоборот, несправедливость их может быть обнаружена в ближайшем будущем первым резко противоречащим им фактом». В этом высказывании весь А.П.Карпинский, для которого выше истины не было ничего.

Наследие А.П.Карпинского и сейчас многому учит, главные его проблемы сохраняют свою актуальность. По мере развития геологического картографирования все более очевидно, что легенда геологической карты, над созданием методических основ которой долгие годы неустанно трудился коллектив Геолкома под руководством А.П.Карпинского, является краеугольным камнем, главной методологической составляющей любой геологической карты. Проблема легенды, а по существу геологического языка и сейчас занимает важнейшее место в геологических исследованиях и при стыковке геологических карт. Более того, эта проблема даже для карт одного и того же масштаба не может

иметь универсального решения. На структуру и содержание легенды существенно влияют цели и задачи составляемых карт, уровень развития геологической науки, теоретических основ интерпретации геологических процессов, принимаемые гипотезы формирования земной коры, природные особенности картируемых площадей, их глубинного строения и т.д.

Очевидно и то, что разногласия между крупными учеными-геологами о целях создаваемого Геолкома были не случайными. Они отражали неразрывное единство геологического картирования и работ по выявлению минерально-сырьевого потенциала страны. И в современных условиях проблема оптимального сочетания этих направлений в рамках регионального изучения геологического строения территорий составляет крупную научно-методологическую проблему.

Создание Геолкома означало отделение «государственной геологии» от общей горно-геологической службы. И сейчас, в ходе начатых в нашей стране политических и экономических реформ перед геологической службой России опять встала проблема принципиальных структурных преобразований. В результате их реализации функциональная структура геологической службы в укрупненном виде вернулась к схеме, за которую ратовали А.П.Карпинский и его единомышленники при создании Геолкома. Речь идет о разграничении государственного и частного секторов геологической службы страны со своими специфическими, но взаимосвязанными и взаимодополняющими задачами.

И наконец реализована поставленная А.П.Карпинским крупнейшая проблема по созданию «плавающей геологической лаборатории». Существование геолого-геофизического морского флота, широкомасштабные морские работы стали реальностью. Более того, без морских исследований, изучения дна Мирового океана трудно представить современную геологию. Убежденность А.П.Карпинского, что геологу нужен весь земной шар, оказалась не утопией, а реальной потребностью времени.

Российская геология во многом обязана А.П.Карпинскому, его талантливым современникам и соратникам по Геолкому за создание прочного фундамента отечественной геологической картографии, а по сути современной российской геологии. При всей многогранности научного таланта А.П.Карпинский, в первую очередь, оставался ученым-геологом: «Нестор российских геологов», «отец российской геологии» — так заслуженно называли Александра Петровича еще при жизни и так называют его «геологические внуки и правнуки», современные российские геологи.

Принята редколлегией 27 января 1997 г.

Золото России: современность и будущее

И.Ф.МИГАЧЕВ, Б.И.БЕНЕВОЛЬСКИЙ (ЦНИГРИ)

Россия является одной из ведущих золотодобывающих стран мира. На рубеже XX столетия Российская империя первенствовала по добыче и только после открытия самого крупного из ныне известных золотосодержащих районов Витватерсранд в Южной Африке уступила лидерство. Из 115—130 тыс. т золота, добытого за всю историю человечества, на долю России приходится примерно десятая часть [2].

В середине 70-х годов Россия производила более 200 т золота в год (рис. 1), из которых 90 % добывалось из недр и 10 % получалось за счет вторичной переработки золотосодержащих отходов и золотого лома. Такой объем производства обеспечивал прочное второе место в мире (после ЮАР). Занимающие третью и четвертую ступени Канада и США производили немногим более 50 и 30 т золота соответственно. Ныне наша страна, получив в 1995 г. 132 т золота, с трудом удерживается на пятом месте. Россию далеко обошли США (330 т), Австралия (250 т) и Канада (150 т). Вплотную приблизился быстро наращивающий золотодобычу Китай (130 т).

Основными поставщиками золота служат месторождения трех типов: коренные (рудные) собственно золотые, комплексные золотосодержащие цветных металлов и золотосодержащие россыпи. Из коренных и комплексных месторождений за рубежом добывается 98 % золота и только 2 % приходится на россыпи. В нашей стране основным источником получения золота были и остаются россыпи, эксплуатация которых ведется уже 250 лет.

Прошедшие 80-е годы в золотодобывающей промышленности мира с полным основанием можно назвать периодом «взрывного» проведения геологоразведочных работ на золото и освоения месторождений. В таких объемах и с таким региональным размахом они никогда прежде не проводились. Трудно ожидать, что в ближайшем будущем может повториться процесс данных масштабов. На поиски месторождений золота в 1979—1990 гг. было израсходовано, включая Россию, примерно 12 млрд. долл. США, что эквивалентно четырехкратному увеличению годовых инвестиций. Россия расходовала на геологоразведочные работы по золоту в этом периоде ежегодно в среднем 45 млн. долл. США (360 млн. руб. в ценах 1990 г.), что позволяло сохранять высокие темпы расширенного (превышающего добычу) воспроизводства минерально-сырьевой базы (МСБ).

Аналогичную тенденцию за рубежом имела динамика капитальных вложений, которые достигли 74 млрд. долл. США, в промышленное освоение новых коренных месторождений золота. На этом фоне в России за тот же период не было построено ни одного значительного золотодобывающего предприятия. Централизованные капиталовложения направлялись главным образом на промышленное освоение россыпей и поддержание действующих рудников.

К началу реформирования экономики и государственной структуры Россия, по мировым оценкам, подошла с крупной МСБ золота, сопоставимой с таковой США, но обладающей определенной спецификой (рис. 2). Это выражается в следующем:

Россия единственная из стран с крупной добычей из недр золота, где 70 % его получается из россыпей;

выявленные же запасы россыпного золота составляют от общих только 19 % и могут обеспечивать добычу в течение немногим более 10 лет;

из коренных месторождений добывается лишь 20 % при 53 % запасов и обеспеченности более 100 лет;

попутная добыча золота из комплексных руд, составляющая 10 %, прямо зависит от уровня производства цветных металлов, ввод в эксплуатацию новых месторождений которых в ближайшем будущем не предвидится;

примерно три четверти золотого потенциала России находится в труднодоступных районах Сибири и Дальнего Востока с неразвитой инфраструктурой, и его реализация сопряжена с большими инвестиционными рисками, социальными и экологическими трудностями;

месторождения россыпного золота рассредоточены по многочисленным мелким объектам на огромной территории от Урала до Камчатки, что отрицательно сказывается на рентабельности их освоения в новых экономических условиях;

истощена сырьевая база старых рудников и приисков, часть которых функционирует более 100 лет;

золоторудная сырьевая база настоятельно требует разработки и внедрения новых эффективных технологий промышленного освоения месторождений, снижающих инвестиционные риски, в частности, кучного выщелачивания, био- и геотехнологии и др.;

необходима срочная конверсия золотодобывающей отрасли с россыпных на коренные месторождения, запасы которых в недрах в состоянии обеспечить быстрый подъем золотодобычи.

Сырьевая база россыпного золота рассредоточена по территориям 30 субъектов Федерации и включает более 4,5 тыс. объектов. Около 70 % запасов приходится на пять главных золотодобывающих субъектов: Магаданскую, Амурскую, Иркутскую области, Якутию и Чукотку. Магаданская область, производящая четвертую часть россыпного золота, имеет всего 15 % разведанных запасов и только 8 % прогнозных ресурсов. Такое же состояние МСБ в Якутии и на Чукотке. В этих регио-

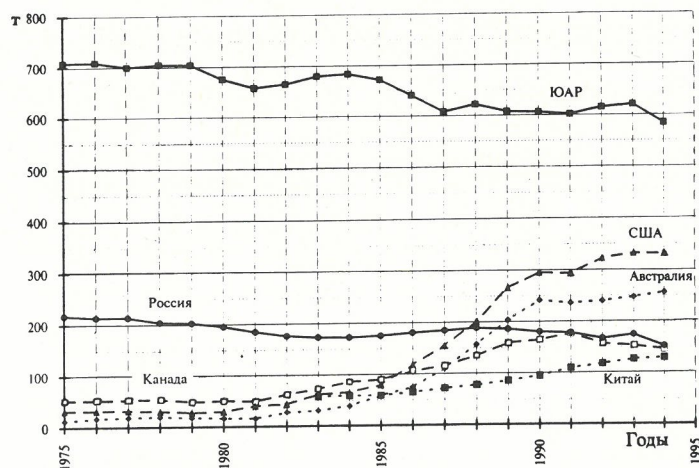


Рис. 1. Динамика добычи золота основными странами-производителями

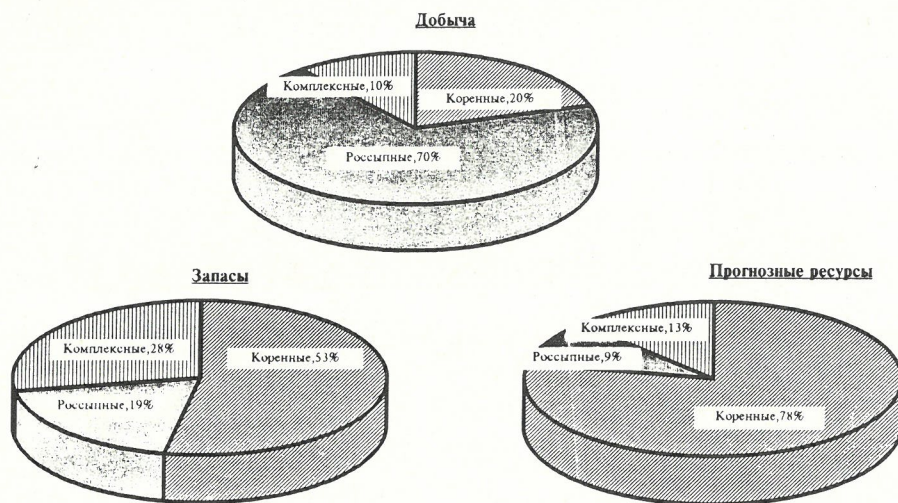


Рис. 2. Структура минерально-сырьевой базы золота России

нах с добычей более 50 % интенсивно «срабатывается» сырьевая база и снижается добыча. Более высок потенциал Амурской, Иркутской областей и некоторых других субъектов РФ, где, несмотря на экономические трудности, все же удается увеличивать добычу золота и запасы. Однако компенсировать уменьшение добычи в главных регионах они не в состоянии.

Анализ структуры россыпной МСБ по крупности месторождений также показывает ее значительную «выработанность», т. к. примерно половина разведанных запасов размещена в мелких и весьма мелких объектах с запасами в основном менее 500 кг. На фоне общей обеспеченности добычи россыпного золота разведанными запасами в 14 лет относительно хорошо (более 20 лет) обеспечены Урал, юг Западной Сибири, Читинская область, Тува. Меньшую обеспеченность (10—20 лет) имеют Красноярский край, Амурская, Иркутская области и др. Хуже всех (4—7 лет и менее) обеспечены районы Магаданской области: Чукотского а. о., Якутии, Хабаровского края, т. е. именно те, где ныне добыча наибольшая.

Важнейшими характеристиками МСБ являются качество разведанных запасов и горно-технические условия эксплуатации месторождений. За последние 20 лет (1973—1992 гг.) существенно снизилось содержание золота в россыпях. Так, в песках для дражной добычи содержание золота снизилось на 28 %. На объектах открытой (рис. 3) и подземной разработок россыпей снижение содержания составило 50 %. Ухудшение качественной характеристики россыпей произошло в основном вследствие завершения отработки крупных богатых россыпей в восточных и северных районах.

Повысилась сложность горно-технических условий отработки россыпей, особенно в старых золотоносных районах. Увеличилась глубинность вскрытия эксплуатационных полигонов; резко выросли (до 1 млрд м³) ежегодные объемы переработки горной массы, необхо-

димые для поддержания уровня добычи; повысилась трудоемкость горных работ; возросли эксплуатационные издержки. Так, по оценкам экспертов, себестоимость добычи россыпного золота в настоящее время приблизилась к критической черте — покупной цене, за которой не исключен обвал добычи. С 1991 по 1995 г. цена на золото в рублевом эквиваленте выросла в 650 раз, а себестоимость добычи на Колыме увеличилась в 1200 раз, что сделало ее практически убыточной. Критического уровня достигла потребность в завозе грузов в удаленные районы для обеспечения сезонных эксплуатационных работ.

Совершенно очевидно, что для сохранения добычи золота из россыпей необходимо, во-первых, создать условия для более интенсивного расширенного воспроизводства МСБ в перспективных районах, а во-вторых, — не допустить резкого снижения добычи в основных добывающих регионах. Однако в 1991—1995 гг. произошло трехкратное уменьшение ассигнований на геологоразведочные работы по золоту (рис. 4). Их уровень соответствует концу 60-х годов. Адекватно на 60 % к уровню 1991 г. снизился прирост разведанных запасов золота (рис. 5), главным образом россыпного.

Настораживает сокращение на 30 % (по сравнению с 1988 г.) прогнозных ресурсов россыпного золота, т. е. той базы, из которой черпаются промышленные запасы. Реальные прогнозные ресурсы, отвечающие современным экономическим условиям, составляют 65 % разведанных запасов. Даже в идеальном случае при их оптимальной реализации в запасы, обеспеченность добычи увеличится всего на 9 лет, или современными темпами россыпи могут быть полностью отработаны к 2015 г.

В районах Восточной Сибири и Дальнего Востока сосредоточено 90 % запасов коренного золота. Степень их освоения промышленностью невысока. Это связано с тем, что крупные месторождения, такие как Сухой

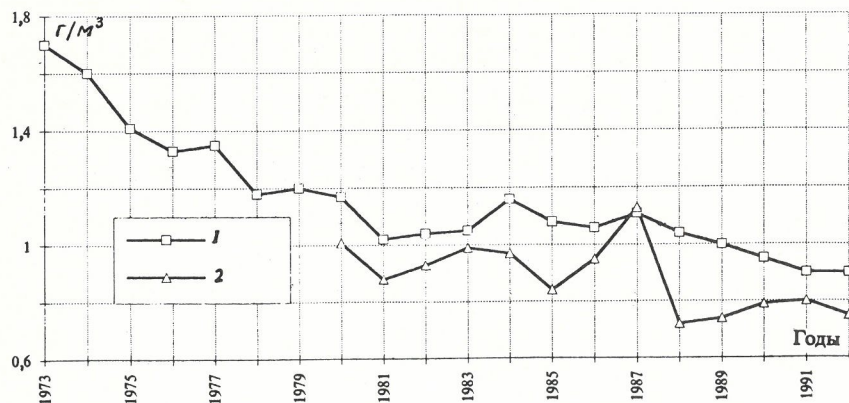


Рис. 3. Динамика качества песков открытой добычи и прироста по России:

1 — добыча; 2 — прирост

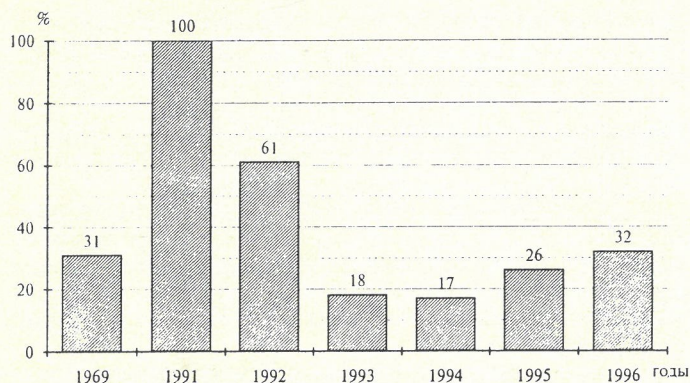


Рис. 4. Динамика инвестиций на геологоразведочные работы по золоту в России за 1991—1996 гг. в сравнении с 1969 г.

Лог в Иркутской области, Майское на Чукотке, Зун-Холбинское в Бурятии, группа объектов на Камчатке и др., на которые в сумме приходится более половины запасов рудного золота России, практически не эксплуатируются, или мощности рудников не соответствуют запасам месторождений. Такое состояние, по нашему мнению, обусловлено несколькими причинами:

1) недостаточно разработаны для промышленных условий эффективные и экологически безопасные технологии переработки «упорных» мышьяксо-содержащих и других руд крупных месторождений, позволяющие существенно увеличить золотодобычу;

2) очень медленно проводится реконструкция действующих и строительство новых горнодобывающих предприятий;

3) вследствие неоправданно больших правовых и экономических рисков отсутствуют необходимые инвестиции для вовлечения в эксплуатацию резервных месторождений.

В 1995 г. Роскомнедра в соответствии с законом «О недрах» в основном завершено лицензирование разведанных в предыдущие годы золоторудных объектов. Однако подготовка их к освоению фактически «заморожена» по причинам сильного давления налогового пресса, отсутствия свободного рынка золота, а также законодательных и других нормативных актов, снижающих инвестиционные риски.

Из 180 коренных месторождений почти 80 % составляют мелкие объекты с общими запасами 14 % суммарных. Они же в основном и являются эксплуатируемыми. В течение длительного времени на таких месторождениях идет интенсивное погашение запасов, снижение средних содержаний и добычи золота (рис. 6). Наибольшая же добыча золота приходится на шесть месторождений, дающих 50 % металла, и среди них — Куранахское в Якутии (25 %). На остальных месторождениях добывается менее 1 т золота в год.

Таким образом, современная добыча рудного золота

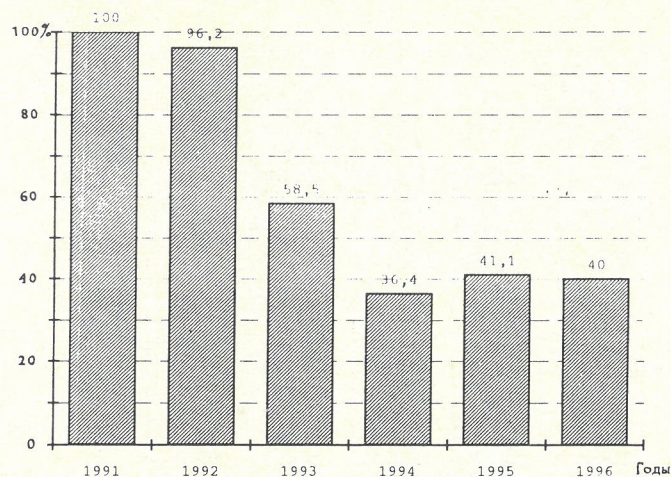


Рис. 5. Прирост запасов золота

в России зависит от работы небольшого числа базовых предприятий, которые эксплуатируются не один десяток лет.

Приведенная выше общая обеспеченность запасами рудного золота не отражает реального напряженного состояния МСБ, которое имеет место на действующих предприятиях. Высокая обеспеченность обусловлена наличием на федеральном балансе крупных резервных месторождений при низкой годовой добыче золота. В то же время две трети действующих предприятий имеют совершенно недостаточную сырьевую базу для поддержания созданных перерабатывающих мощностей. Многие из них разрабатывают месторождения с XIX в. или первой половины XX в. Оставшиеся в недрах запасы таких предприятий расположены на больших глубинах, удалены от вскрывающих горных выработок и низкорентабельны для освоения в современных условиях. Кроме того, их количество, низкие содержания золота, сложные горно-технические условия отработки, большая глубина залегания не обеспечивают устойчивой работы предприятий и увеличивают стоимость добычи. На подобных предприятиях необходимы реконструкция, внедрение эффективных современных технологий добычи и переработки руд для снижения производственных издержек.

С 1990 по 1994 г. в результате применения новых технологий основные страны-производители снизили себестоимость 1 г золота (по разным издержкам) в среднем на 9 %. При современной цене золота 12,5 — 13 долл. за 1 г США имеют среднюю себестоимость 1 г золота — 6,8, Австралия — 7,9, ЮАР — 9,1 и в среднем по миру — 7,75 долл. [6]. В России из-за инфляционных процессов, непомерных налогов и недостатка капитальных вложений для замены морально устаревшего оборудования и ввода в эксплуатацию высокорентабельных объектов продолжался рост полной себестоимости, составившей в 1995 г. 11,8 долл. против 9,1 по

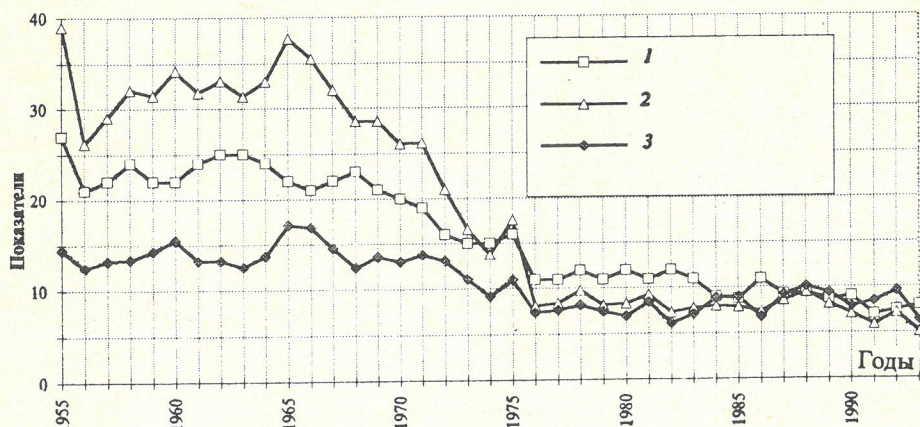


Рис. 6. Динамика добычи золота на Дарасунском месторождении:

1 — руда, 0,01 млн т; 2 — золото, 0,1 т; 3 — среднее содержание, г/т

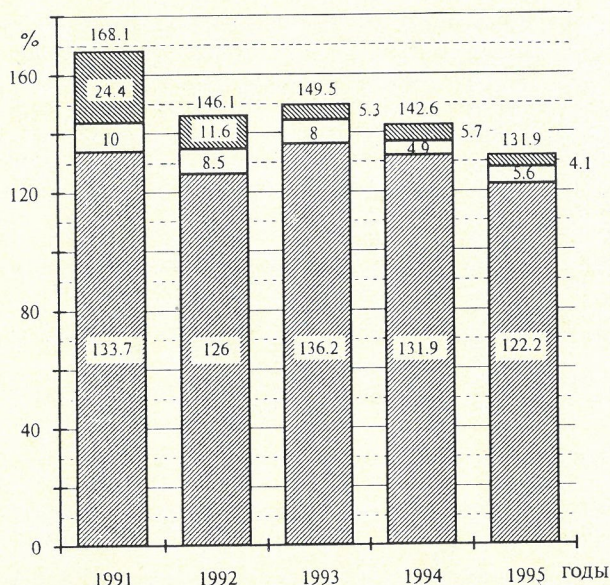


Рис. 7. Производство золота в России:

1 — вторичное сырье; 2 — попутная добыча; 3 — золотодобывающие предприятия

миру. По данным Союза золотопромышленников России [3], эффективность производства золота на предприятиях достаточно высока по мировым меркам: издержки составляют 60 % цены реализации, что сопоставимо с США (60 %) и ниже ЮАР (73 %). Но налоги, включаемые в себестоимость и достигающие 37 % цены реализации золота, «съедают» фактически всю прибыль. Поэтому освоение месторождений не представляет интереса ни для российских, ни для зарубежных инвесторов.

Следствием жесткой налоговой политики является также активная отработка богатых частей месторождений, обеспечивающих менее 30 % производственных расходов цены реализации и прекращение добычи на низкорентабельных объектах, что приведет в итоге к существенному сужению МСБ и нарастанию спада производства золота.

Прогнозные ресурсы коренных месторождений золота, по оценкам 1993 г., превышают базу разведанных запасов в два раза. Такое соотношение соответствует среднемировому и создает благоприятные перспективы для дальнейшего развития МСБ рудного золота России.

Реализация прогнозной оценки коренного и россыпного золота, в первую очередь, связано с новыми для России формационными и промышленными типами месторождений [1, 5], которые эффективно эксплуатируются за рубежом. Это крупные объекты в древних метаморфических комплексах щитов (типа Хемло в Канаде), ртутьсодержащие в карбонатных и вулкано-

генно-осадочных образованиях (Карлин и Ноксвилл в США), комплексные уран-благороднометалльные руды (Олимпик Дам в Австралии).

Не исчерпаны перспективы обнаружения новых месторождений известных промышленных типов: золото-сульфидных в черносланцевых толщах, эпitherмальных золото-серебряных и золото-кварцевых.

Резервом для пополнения МСБ являются золотоносные коры химического выветривания, распространенные на Урале, по югу Западной Сибири, в Енисейском крае и других регионах. В частности, целесообразно изучение золотоносности бокситов Урала и Русской платформы.

Сделаем выводы на будущее из приведенного краткого анализа сырьевой базы и добычи золота в России.

Золотодобывающая промышленность переживает трудный период изменения форм недропользования, переоценки сырьевой базы и адаптации ее к условиям рынка. Общее число добывающих предприятий выросло за время реформ в 10 раз (около 700). Этот, казалось бы, стимулирующий фактор не дал прироста добычи. Спад производства золота в 1995 г. по сравнению с 1991 г. достиг 22 % (рис. 7). Снижение добычи произошло в важнейших золотоносных районах (рис. 8).

Прогрессирующее истощение сырьевой базы действующих предприятий приведет к выбыванию в 2000 г. значительной части приисков и старых рудников, если не принять меры по решению экономических проблем отрасли и усилению геологоразведочных работ.

Одна из приоритетных задач — приведение созданной в России МСБ в полное соответствие с требованиями рыночной экономики. Проведенная ЦНИГРИ экспертная переоценка экономики представительной группы россыпей и коренных месторождений показала существенное сокращение МСБ. Среди запасов для открытой разработки россыпей в число убыточных попадает до 35 %, среди дражных полигонов — до 40 %. Например, для открытого способа выбывают запасы (в %): в Коми — 64, Западной Сибири — 52, Якутии — 58, на Дальнем Востоке — 20—30. Не выдерживают переоценки и резервные коренные месторождения, такие как Майское, Нежданнское и даже Сухой Лог. Не отвечают новым условиям недропользования и рынка принятые технологические решения по освоению коренных месторождений. Необходим поиск путей эффективного использования созданной крупной МСБ на качественно новом уровне, соответствующем мировому.

Другая, не менее острая проблема — инвестиционная политика в золотодобывающую отрасль. Не секрет, что среди тысяч выданных лицензий по россыпному и коренному золоту много объектов, на которых работы «заморожены» из-за отсутствия инвестиций. При этом западные фирмы не рассматривают россыпи в качестве привлекательных инвестиционных объектов. Поэтому

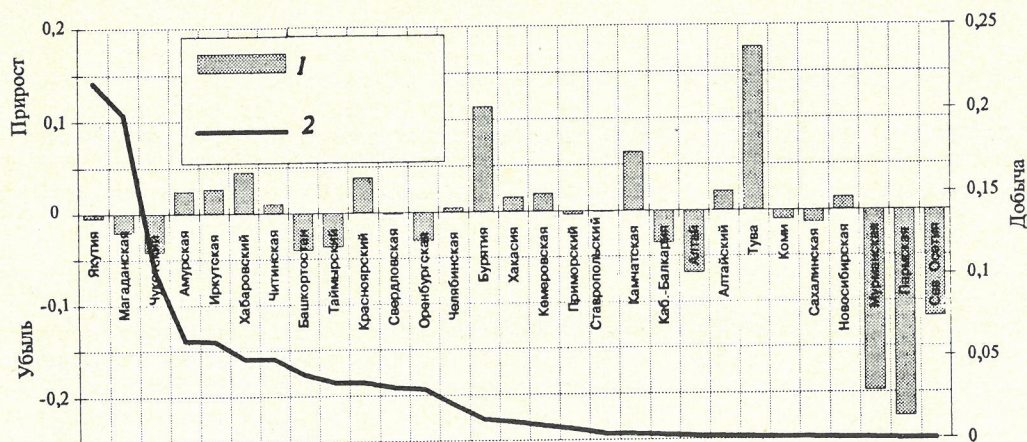


Рис. 8. Добыча золота по субъектам РФ за 1982–1995 гг. (доли ед.):

1 — среднегодовое «приращение»; 2 — добыча

создавать условия для выгодной реализации проектов надо, в первую очередь, для российских предпринимателей. Поскольку совершенно очевидно, что государственные закупки не могут покрыть весь добываемый металл, назрела необходимость организации цивилизованного рынка золота, обеспечивающего паритет между сферой производства и потребления. На переходный период к рыночным отношениям требуется государственная поддержка отрасли в виде облегчения налогового давления, государственных инвестиционных кредитов и др.

Основным источником получения в будущем дополнительного золота, как и во всем мире, являются коренные месторождения. Их сырьевой потенциал вполне обеспечивает перспективное развитие отрасли.

Расчетные уровни производства золота, определяемые по состоянию разведанных запасов, обеспеченности действующих и реально достижимых мощностей, перспективам освоения новых месторождений не только компенсируют снижающуюся добычу из россыпей, но и обеспечивают рост производства металла примерно до 200—220 т в год. Из них по коренным месторождениям — 120—140 т. К 2000 г. можно поднять производство до уровня 1990 г. — 180 т. Для этого, по данным бывшего Роскомдрагмета, необходимы вложения примерно 10 млрд. долл. США [4].

При высоких темпах проведения геологоразведочных работ и широком охвате перспективных площадей будут выявлены новые типы крупных и богатых коренных месторождений, которые улучшат структуру МСБ и позволят в будущем еще более увеличить добычу. Расчеты экспертов ЦНИГРИ показывают реальную возможность добывать в России до 400 т золота в год.

Таким образом, вывод золотодобывающей промышленности из кризиса невозможен без реформирования нормативно-правовой базы, регулирующей все стадии, связанные с воспроизводством МСБ, добычей, производством и обращением золота.

Современное состояние МСБ, необходимость накопления государственных активов золота, обеспечение сбалансированных темпов воспроизводства реализуемых в недрах запасов и добычи определяют приоритетные направления геологоразведочных и научно-исследовательских работ в рамках Федеральной минерально-сырьевой программы:

по россыпным месторождениям — усиление геолого-

разведочных работ в районах с активной ресурсной сырьевой базой для поддержания добычи и воспроизводства МСБ; проведение геолого-экономической оценки запасов теряемого сегодня при отработке тонкого золота для включения их в хозяйственный оборот; развитие поисков в недостаточно изученных потенциально золотоносных россыпных районах Центральной России и др.;

по коренным месторождениям — поиски традиционных и новых типов золоторудных месторождений, в первую очередь, в сфере интересов действующих предприятий для поддержания и увеличения добычи на них; разработка эффективных технологий переработки «упорных» золото-мышьяковых руд и др.; усиление поисков месторождений новых типов в структурах зеленокаменных поясов, на Русской и Сибирской платформах, в складчатых поясах восточных районов.

Россия обладает крупной сырьевой базой и ресурсным потенциалом для развития производства золота. Основными условиями реализации золотого потенциала являются: оптимальные инвестиции, протекционистская политика в отношении золотодобывающей отрасли и геологоразведочных работ со стороны Федерального правительства, исполнительной власти субъектов Федерации, правовые гарантии инвесторам, организация реально функционирующего цивилизованного рынка золота, эффективный федеральный контроль за движением золота и выполнением недропользователями лицензионных соглашений, усиление роли геологической службы России и субъектов Федерации, как органов управления геологическим изучением и использованием недр.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Щеглов А.Д. Геологическая изученность территории России и перспективы открытия новых рудных районов // Разведка и охрана недр. 1993. № 8. С. 2—6.
2. Беневольский Б.И. Золото России. — М.: Геоинформарк, 1995.
3. Брайко В.Н., Наймушина Ю.Э. Экономика золотодобывающей промышленности, реальности и перспективы // Минеральные ресурсы России. 1995. № 6. С. 19—22.
4. Грицаев В.П. Основные направления развития золотодобывающей промышленности России // Минеральные ресурсы России. 1996. № 3. С. 8—11.
5. Седельникова Г.В. Проблема освоения коренных месторождений золота: технологический аспект // Минеральные ресурсы России. 1996. № 5. С. 21—25.
6. Gold 1995—1996 — Gold Fields Mineral Ltd.

Геолого-экономическое моделирование в оценке сырьевой базы действующего предприятия

Е.А.КАМЕНЕВ (Мурманскгеолком), Ю.А.КИПЕРМАН (ВИЭМС)

В качестве полигона для разработки системы моделей сырьевой базы действующего предприятия приняты месторождения комплексных апатитовых руд Хибинской группы, т. к. осваивающее их АО «Апатит» является крупнейшим в России предприятием по добыче и обогащению сырья для производства фосфорных удобрений, глинозема, соды и другой продукции многоотраслевого назначения [3].

Выбор объекта исследования и оценки обусловлен несколькими причинами:

Хибинская группа включает месторождения, часть которых продолжительное время эксплуатируется (Кукисвумчорр, Юкспор, Апатитовый Цирк, Плато Расвумчорр) или вовлечена в освоение в последние годы (Коашва, Ньюрпахк), подготовлена к разработке (Олений Ручей, Партомчорр), детально (Куэльпор) или

предварительно (Эвселогчорр) разведана, но по экономическим причинам не намечена к освоению в обозримой перспективе;

все месторождения Хибин детально разведаны или переосмотрены по сопоставимым кондициям комплексно на основные и попутные полезные компоненты, что обеспечивает возможность сопоставления ценности разведанных запасов до и после комплексной переоценки;

Хибинские месторождения контрастно дифференцированы по балансовым запасам (от уникальных до мелких), содержанию основного компонента P_2O_5 (от богатых до бедных), степени разведанности по категориям, распределению запасов по способам добычи, глубине залегания рудных тел, сложности геологического строения;

реально существуют резкие диспропорции между крупными объемами добычи и низким уровнем комплексного использования сырья, между большими возможностями выпуска апатитового и нефелинового концентратов и сокращающимся спросом на них.

Таким образом, Хибинские месторождения представляют собой благоприятный эталон для сопоставления их по народнохозяйственной ценности, проверки «работоспособности» предлагаемых модельных построений. В их основе лежит разработка универсальной классификационной модели для определения промышленной ценности месторождений. Обычно такие исследования проводились для разработки показателей экономического эффекта от использования запасов на народнохозяйственном, отраслевом, территориальном уровнях при решении вопросов, связанных с целесообразностью разведки или очередности освоения месторождений. В инструкции [1] приведены оценочные параметры для группировки фосфатных месторождений по народнохозяйственному назначению (табл. 1).

Согласно предложенной «шкале ценностей», большинство Хибинских месторождений принадлежит к группе крупных — весьма крупных, что, конечно, справедливо. Однако для определения места каждого из них внутри этой группы требуется более «чуткий» критерий, позволяющий различать их не только по масштабу запасов и качеству руд, но также и по степени подготовленности к комплексному освоению, способам добычи и условиям переработки руд, т.е. по системе критериев, определяющих экономическую эффектив-

1. Оценочные параметры некоторых групп фосфатных месторождений

Параметры	Вид фосфатного сырья	Группы месторождений			
		Весьма крупные	Крупные	Средние	Малые
Запасы руды, млн. т (не менее)	Апатиты	200	150	100	50
	Фосфориты	150	100	70	30
Содержание P_2O_5 , % (не ниже)	Апатиты	15	15	Не лимитируется	
	Фосфориты	20	20	15	Не лимитируется

ность освоения. Этим требованиям удовлетворяет геолого-промышленная группировка апатитовых месторождений Хибинской группы, основанная на сопоставлении их по следующим параметрам.

1. По количеству разведанных запасов (ресурсов) руды (в млн. т) месторождения подразделены на уникальные (более 500), крупные (300—500), средние (100—300) и мелкие (менее 100).

2. По содержанию P_2O_5 (в %) руды условно разделены на богатые (более 15), рядовые (12—15), бедные (10—12) и убогие (менее 9). Руды Хибинских месторождений имеют комплексный состав и по этому признаку не идентифицируются.

3. По степени геологической изученности и промышленной освоенности месторождения подразделены на разрабатываемые, разведанные (подготовленные), разведываемые и резервные (не намечаемые для освоения в обозримой перспективе).

Продолжительное время критерий изученность — подготовленность применительно к эксплуатируемым с 1930 г. месторождениям Хибин учитывался условно: весьма крупные масштабы запасов и неосвоенные прогнозные ресурсы глубоких горизонтов, считавшиеся неисчерпаемыми по сравнению с ограниченными в то время потребностями, не стимулировали подготовку их для освоения в геологических границах в сжатые сроки. Разработка этих месторождений осуществлялась на частично выявленных запасах; завершение детальных разведок по новым кондициям, предусматривающим комплексную оценку по всему спектру попутных полезных компонентов, состоялось лишь в последнее десятилетие.

4. Горногеологические условия разработки Хибинских месторождений оцениваются как достаточно сложные (арктический климат, повышенное горное давление, повышенная газонасыщенность, лавиноопасность требуют проведения специальных мероприятий, удорожающих добычу). Себестоимость отработки руд открытым способом в два раза ниже, нежели подземной добычи. Поэтому данный показатель может быть использован в качестве результирующего при оценке условий эксплуатации.

5. По технологическим свойствам апатито-нефелиновые руды отнесены к легко обогащаемым, руды разных месторождений на апатито-нефелиновой обогатительной фабрике (АНОФ)

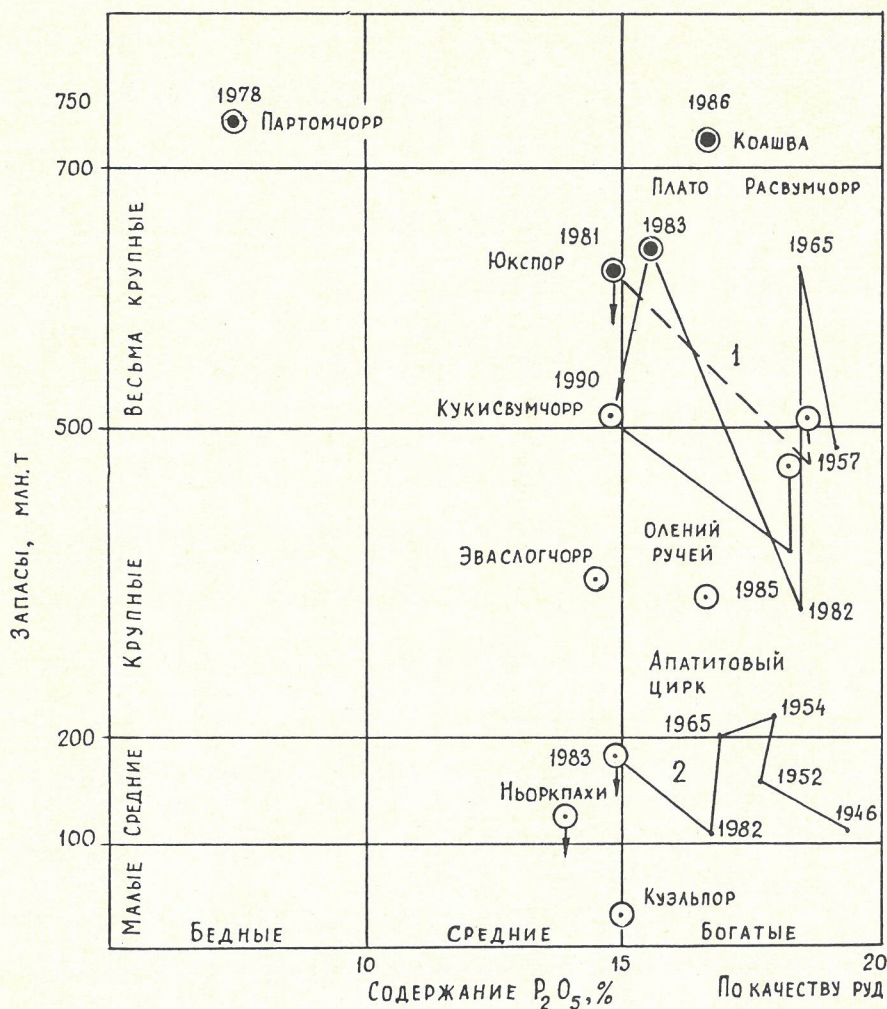


Рис. 1. Изменение народнохозяйственной оценки месторождений Плато Расвумчорр (1) и Апатитовый Цирк (2) по мере погашения запасов в результате добычи и их прироста за счет переоценки по новым кондициям и доразведки

шихтуются и по этому критерию не идентифицируются.

Предлагаемая группировка Хибинских месторождений является подвижной (динамичной) мобильной системой, обеспечивает возможность ведения их мониторинга, фиксацию изменений в процессе разведки и эксплуатации.

Так, за период разработки месторождения Кукисвумчорр (1930—1994 гг.) добыто более 350 млн. т руды с содержанием 18 % P_2O_5 , что эквивалентно погашению запасов крупного месторождения богатых руд, в связи с чем оно переведено из группы уникальных месторождений с богатыми рудами в группу крупных с рядовыми рудами. Аналогичные изменения в оценке запасов произошли и по другим эксплуатируемым месторождениям. В результате переоценок 1965—1966 и 1980-1990 гг. по новым кондициям (снижение бортовых содержаний P_2O_5 от 12 до 8 и 4 %) фиксировался качественный переход каждого месторождения в более высокую груп-

пу по масштабу запасов и в относительно низкую по содержанию P_2O_5 (табл. 2).

В связи с «подвижностью» предложенной группировки геолого-промышленная оценка месторождений должна иметь «временную» координату, т. е. приведена по состоянию на заданный период.

Изменения в группировке Хибинских месторождений, происшедшие по мере погашения запасов в результате добычи и воспроизводства (разведка и переоценка по новым кондициям), приведены на рис. 1.

Предлагаемая классификация может служить ориентиром для сравнения других месторождений по критериям, определяющим количественные и качественные характеристики разведанных запасов.

Вероятностный характер исходной информации, в частности, данных геологогеографических работ, многовариантность влияния этих параметров на сравнительную оценку объекта, изменчивость некоторых из них во времени (экономические показатели) затрудняют разработку универсальной классификационной системы (модели). Очевидно, для достижения поставленной цели следует разработать пакет промежуточных классификаций (блоков), связывающих функционально зависимые переменные на уровне подсистем:

запасы — категории — качество руд — комплексный состав — структуры ценности единицы запасов;

эксплуатационные запасы — система добычи — условия добычи — годовая производительность — себестоимость добычи;

промышленный тип руды — технологические сорта — схемы обогащения — себестоимость переработки — цена на готовую продукцию.

Наличие функциональных связей между переменными в таких подсистемах обеспечивает возможность обрабатывать и оформлять фактический материал в гра-

2. Геолого-промышленная группировка Хибинских месторождений

Месторождение, запасы	Масштаб запасов, млн. т				Качество руд, % P_2O_5		
	Уникальные	Крупные	Средние	Мелкие	Богатые	Рядовые	Убогие
<i>Разрабатываемые</i>							
Кукисвумчорр							
Всего к началу добычи	836,4				15,95		
Остаток		479,1				14,46	
Забалансовые			153,3				3,01
Юкспор							
Всего	762,4				15,20		
Остаток	592,1					14,61	
Забалансовые			117,3				2,97
Апатитовый Цирк							
Всего		301,9			15,50		
Открытая			39,8		16,33		
Подземная			262,1		15,37		
Забалансовые				18,5			3,17
Плато Расвумчорр							
Всего	991,8				16,29		
Остаток		462				14,70	
Открытая			135		18,23		
Подземная		326,5				13,23	
Забалансовые			50,5				3,14
Коашва							
Всего	946,2				15,70		
Остаток	896,4				15,81		
Открытая			246,9		18,83		
Подземная	649,5					14,67	
Забалансовые				44			3,36
Ньюрпахк							
Всего			151,3			13,95	
Остаток			109,7			14,22	
Открытая				51,3		13,25	
Подземная				58,4	15,07	13,25	
Забалансовые				26,8			3,54
<i>Разведанные (подготовленные)</i>							
Олений Ручей							
Всего		385,5			15,77		
Открытая			16,3		15,16		
Подземная		369,2			15,80		
Забалансовые			16,8			12,22	
Партомчорр							
Всего	877,4						7,5
Забалансовые			238,9				2,81
<i>Резервные (не намечаемые для освоения)</i>							
Эвслогчорр							
Всего		368,2				14,63	
Куэльпор							
Всего			43,8			10,38	

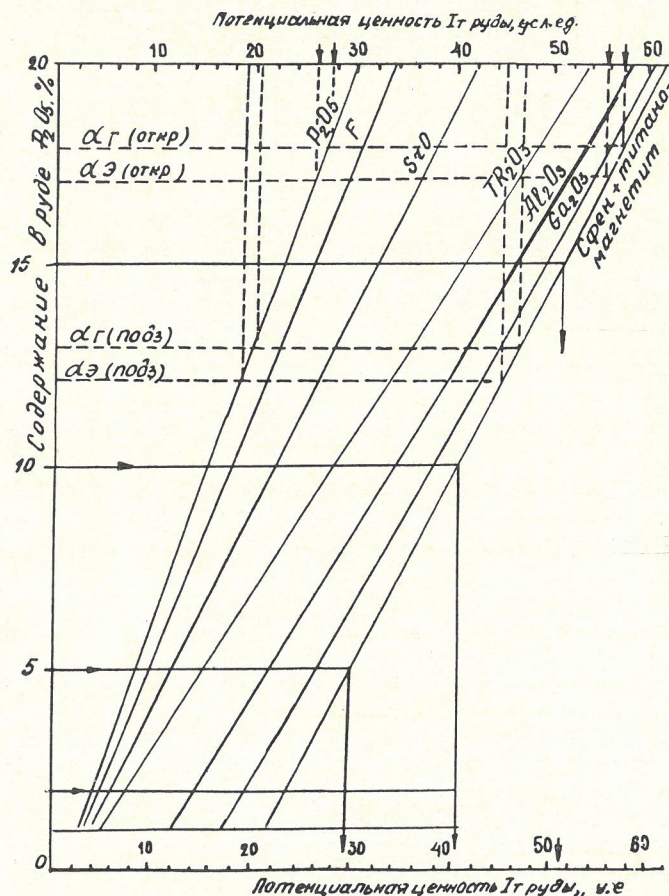


Рис. 2. Определение потенциальной ценности 1 т руды по уровню содержания P_2O_5 и попутных полезных компонентов и минералов (в ценах на 01.01.1989 г.)

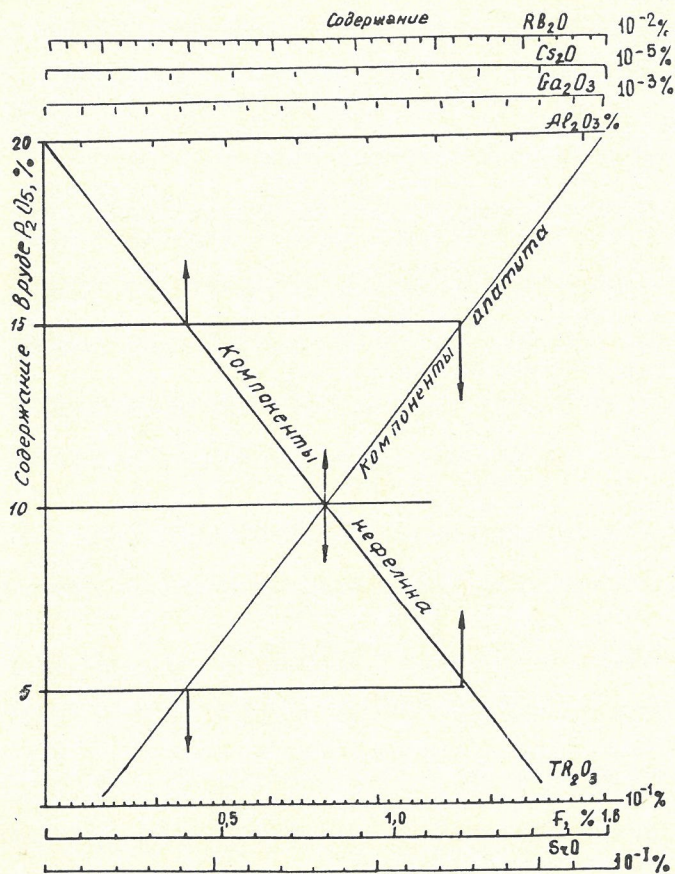


Рис. 3. Определение содержаний попутных полезных компонентов в апатито-нефелиновых рудах в зависимости от содержания P_2O_5

фическом или аналитическом виде, а также следить за изменением данных во времени. Использование таких иерархически сопряженных подсистемных блоков, связанных логическим единством, должно стать неотъемлемой составляющей на всех стадиях изучения и освоения месторождения.

Итогом обогащения материалов разведки и эксплуатации на эталонном объекте — Хибинских месторождениях комплексных апатито-нефелиновых руд — явилась разработка частных классификационных моделей. Некоторые из них, такие как генетическая классификация природных типов руд, структурно-морфологическая классификация месторождений, не имеющие непосредственного отношения к рассматриваемой проблеме, приведены в работе [2].

Предлагаемая группировка фосфатных месторождений по народнохозяйственному значению основана на сопоставлении их по ценности разведанных запасов, которая определяется на трех уровнях:

потенциальная, зависящая от количества и качества запасов и от цены на конечную продукцию. В зависимости от уровня комплексного использования минерального сырья потенциальная ценность может быть рассчитана по основному компоненту, по части или всей совокупности попутных ценных компонентов;

промышленная, учитывающая потери запасов и разубоживание руды при добыче (при необходимости дифференцируется по способам обработки);

извлекаемая, скорректированная на величину потерь ценных компонентов при обогащении и передаче на конечную продукцию.

Для наглядного выражения различия месторождений по их ценности рекомендуется использовать номограмму (рис. 2), кривые на которой отображают функциональную зависимость между потенциальной (промышленной, извлекаемой) ценностью единицы запасов (в усл. ед/т) и геологическими (разведанными, эксплуатационными, извлекаемыми) запасами (в млн. т). Точки, расположенные на параллельных кривых, соответствуют месторождениям с одинаковой ценностью их запасов.

Предложенная модель может быть применена также для решения некоторых частных задач по анализу динамики изменения ценности запасов:

на всех стадиях их трансформации (геологических — эксплуатационных — извлекаемых);

по всей цепочке воспроизводства запасов (прирост — добыча);

при изменении цен на сырье и продукты его переработки;

при изменении кондиций к разведанным запасам (до и после переоценки, а также по вариантам кондиций).

Наряду с качествами многофункциональности и динамичности предложенная модель удовлетворяет требованиям универсальности, поскольку приложима к любому виду сырья.

Для экспресс-оценки содержаний попутных полезных компонентов в рудах использованы установленные корреляционные связи между ними и главными рудообразующими минералами (компонентами): апатитом P_2O_5 и нефелином Al_2O_3 (рис. 3). Согласно расчетам, при среднем содержании P_2O_5 15 % на долю компонентов апатита приходится более 80 % ценностной структуры апатито-нефелиновых руд (P_2O_5 45,3 %, фтора 5,1 %, стронция 12,9 %, редких земель 17,2 %), компо-

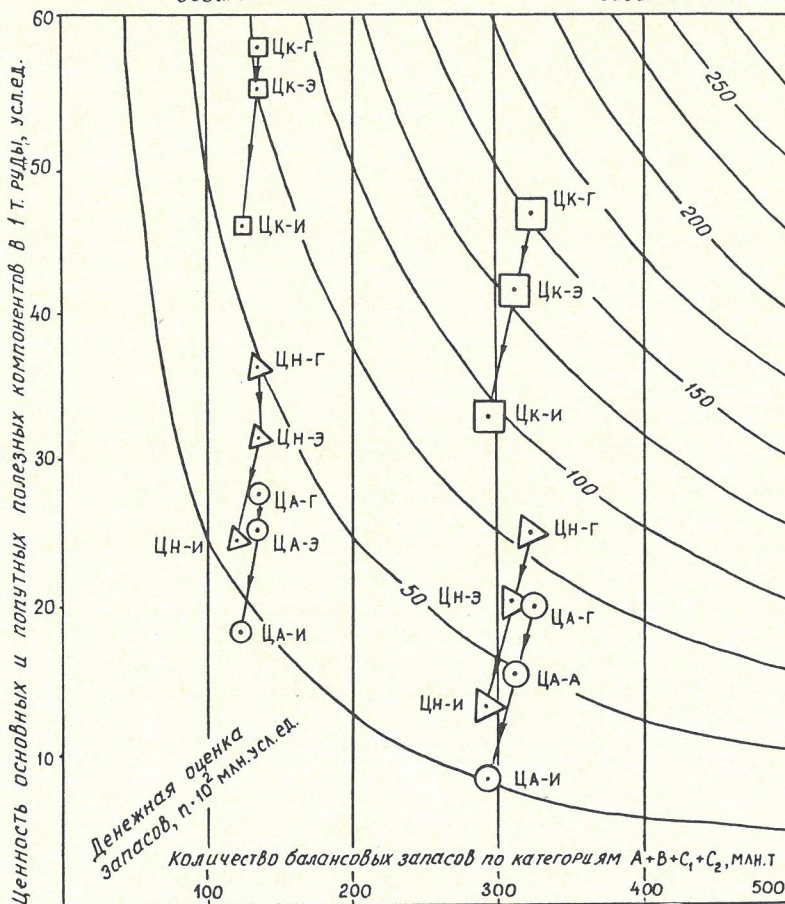


Рис. 4. Изменение денежной оценки запасов открытой и подземной добычи месторождения Плато Расвумчорр по стадиям трансформации (от недр до концентратов) и по уровню комплексного использования

3. Схема и алгоритм вычисления денежной оценки запасов месторождения Плато Расвумчорр

Параметры	Формулы для расчета	Способ добычи	
		Открытый	Подземный
Исходные данные			
Геологические запасы руды, млн. т	Z_r	135,5	326,5
Среднее содержание P_2O_5 в руде, %	α_r	18,23	13,23
Потери при добыче, %	Π	3,2	12
Разубоживание, %	P	3,2	9,1
Эксплуатационные запасы, млн. т	$Z_э = Z_r(100 - \Pi + P)$	135,5	313,4
Среднее содержание в добытой руде, %	$\alpha_э$	17,65	12,13
Себестоимость добычи 1 т руды, усл. ед.	C_d	1,72	3,59
Товарные потери при обогащении, %	(100-изв.)	9,21	
Извлекаемые запасы, млн. т	$Z_з(100 - \text{изв.})$	123	296,4
Себестоимость концентратов, усл. ед/т:			
апатитового	C_a	17,28	
нефелинового	C_n	3,1	
Расход руды на 1 т концентратов, т:			
апатитового	K_a	2,88	
нефелинового	K_n	7,61	
Себестоимость переработки руды на концентраты, усл. ед/т:			
апатитовый	$C_a:K_a$	6,8	
нефелиновый	$C_n:K_a$	0,4	
сфеновый и титаномагнетитовый	Условно	1	
Потенциальная ценность 1 т руды в недрах, усл. ед. с учетом:			
только P_2O_5	$\Pi_{a-Г}$	27,6	20
P_2O_5 и Al_2O_3	$\Pi_{н-Г}$	36,4	25,1
всех компонентов	$\Pi_{к-Г}$	58	46,6
Потенциальная ценность 1 т добытой руды, усл. ед. с учетом:			
только P_2O_5	$\Pi_{a-Г} - C_d$	25,08	15,21
P_2O_5 и Al_2O_3	$\Pi_{н-Г} - C_d$	31,78	20,41
всех компонентов	$\Pi_{к-Г} - C_d$	55,08	41,11
Извлекаемая ценность 1 т руды, усл. ед. с учетом:			
только P_2O_5	$\Pi_{a-и} = \Pi_{a-э} - C_a:K_a$	18,28	8,41
P_2O_5 и Al_2O_3	$\Pi_{н-и} = \Pi_{н-э} - C_n:K_n$	24,58	13,21
всех компонентов	$\Pi_{к-и} = \Pi_{к-э} - C_k:K_k$	46,28	32,91
Расчетные показатели			
Денежная оценка геологических запасов, усл. ед. с учетом:			
только P_2O_5	$\Pi_{a-Г}Z_r$	3739,8	66530
P_2O_5 и Al_2O_3	$\Pi_{н-Г}Z_r$	4932,2	8195,1
всех компонентов	$\Pi_{к-Г}Z_r$	7859	15215
Денежная оценка добытых запасов, усл. ед. с учетом:			
только P_2O_5	$\Pi_{a-э}Z_э$	3398,3	4766,8
P_2O_5 и Al_2O_3	$\Pi_{н-Г}Z_э$	4306,2	6396,5
всех компонентов	$\Pi_{к-Г}Z_э$	7463,3	12833,9
Денежная оценка извлеченных запасов (концентратов), усл. ед. с учетом:			
только P_2O_5	$\Pi_{a-и}Z_и$	2248,4	2492,7
P_2O_5 и Al_2O_3	$\Pi_{н-и}Z_и$	3023,5	3915,5
всех компонентов	$\Pi_{к-и}Z_и$	5692,5	9754,5

нентов нефелина 16 % (Al_2O_3 9,3 %, галлия и редких щелочных металлов 6,7 %), сфена и титаномагнетита 3,5 %. Такое соотношение сложилось в условиях острого дефицита традиционных сырьевых источников фтора и редкометалльной продукции.

Графическим выражением денежной оценки разведанных (эксплуатационных, извлекаемых) запасов может служить функциональная зависимость между потенциальной ценностью 1 т руды в недрах (добытой, переработанной руды) и количеством разведанных (добытых) запасов (рис. 4).

Пояснения к графику и проверка его «работоспособности» для наглядности проиллюстрированы на конкретном примере (табл. 3). В расчетах приняты: а) разведанные запасы пуды по категориям $A+B+C_1$ и C_2 в контурах открытой и подземной добычи по месторождению Плато Расвумчорр по состоянию на 01.01.1994 г.; б) средние значения потерь и разубоживания за 1986—1990 гг. по Центральному (открытая добыча) и Расвумчоррскому (подземная добыча) рудникам;

в) средняя себестоимость добычи руды за тот же период; г) технико-экономические показатели обогащения (товарное извлечение, расход руды, себестоимость концентратов) по АНОФ.

Таким образом, для геолого-экономического мониторинга предлагается удовлетворяющая требованиям многофункциональности и динамичности модель денежной оценки как функции количества и качества запасов, технико-экономических показателей горного и обогатительного производств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инструкция о порядке применения положения «О государственных денежных вознаграждениях за открытие новых месторождений полезных ископаемых, имеющих промышленное значение». — М.: Мингео СССР, 1971.
2. Каменев Е.А. Поиски, разведка и геолого-промышленная оценка апатитовых месторождений хибинского типа. — Л.: Недра, 1987.
3. Киперман Ю.А., Соколов А.С. Фосфаты: Конъюнктурный обзор. — М.: ВИЭМС, 1994.

Методические и экономические аспекты воспроизводства минерально-сырьевой базы горнодобывающих предприятий России

В.А.ЦЫГАНОВ (ЯНИГП ЦНИГРИ, АК «Алмазы России — Саха»)

По многим традиционным районам добычи полезных ископаемых и по стране в целом за последние годы проявились тенденции состояния минерально-сырьевой базы добычи и подготовки запасов ухудшения многих важнейших показателей. Наряду со спадом инвестиций в геологоразведочные работы имеет место ухудшение показателей качества минерально-сырьевой базы за счет того, что рост цен на сырье отстает от роста себестоимости добычи. Отмеченные тенденции связаны, с одной стороны, с невысокой производительностью труда на горнодобывающих предприятиях в сравнении с ее мировыми показателями, а, с другой, с отсутствием в стране свободных денежных средств на долгосрочные инвестиции в геологоразведочные работы и строительство новых горнодобывающих предприятий.

Поэтому представляется важным рассмотреть методические и экономические аспекты воспроизводства минерально-сырьевой базы как части возможной концепции, которая была бы наиболее адекватна современной экономической и политической обстановкам, а также наиболее полно соответствовала геологической изученности территорий.

Статистическая модель распределения запасов полезных ископаемых в недрах для отдельных металлогенических таксонов. Распределение запасов полезных ископаемых в координатах размер месторождения — частота встречаемости может быть описано двумя крайними статистическими моделями — резко асимметричной и симметричной. Примем резко асимметричное распределение экспоненциальным, а симметричное нормальным (рис. 1). Отметим, что для обоих распределений среднеарифметическое равно трем условным единицам.

Приведенные графики характеризуют распределения частоты встречаемости месторождений различного размера в их генеральной совокупности в пределах какого-либо металлогенического таксона. При проведении поисков в первую очередь обнаруживают месторождения наиболее крупные и(или) контрастные по индикационным параметрам. В любом случае, размер месторождения при одинаковых ландшафтно-геологических обстановках оказывает прямое влияние на контрастность аномального сигнала либо через продуктивность минералогических или геохимических ореолов, либо через комплексный физический параметр (например, магнитный момент для магниторазведки).

Несколько графиков, позволяющих оценить вероят-

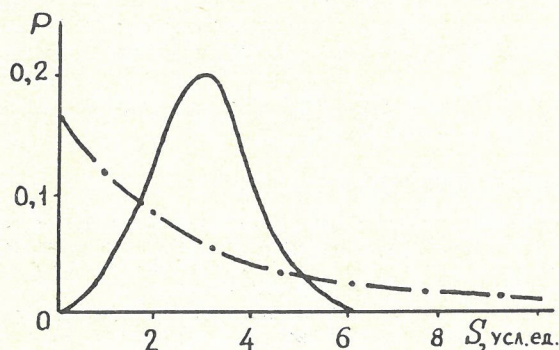


Рис. 1. Распределение поисковых объектов по размеру в генеральной совокупности

ность обнаружения поискового объекта округлой формы сетью поисковых наблюдений различной плотности, приведено на рис. 2. Вероятность подсеечения поискового объекта данной поисковой сетью равна 1. Учитывая, что приведенные графики могут иллюстрировать вероятность обнаружения объектов различных размеров из некоторой генеральной совокупности, их можно называть функциями усечения генеральной совокупности по размеру.

Рассматривая оба рисунка, можно видеть, что при использовании поисковых сетей различной плотности генеральная совокупность отчетливо разделяется на две части. Объекты, выявленные сетью, составляют случайную выборку, а прочие — образуют остаточную совокупность.

Результаты решения рассматриваемого примера приведены на рис. 3. Сопоставляя между собой случайные выборки при различной плотности поисковой сети для резко асимметричного и симметричного распределений, можно отметить следующее. При резко асимметричном распределении объектов поисков в генеральной совокупности их случайная выборка практически всегда имеет вид распределения, близкий к логнормальному типу. Параметр случайной выборки (в данном случае, средний размер известных поисковых объектов) обычно весьма существенно превышает таковой для генеральной совокупности, приближаясь к последнему лишь при сверхплотной сети наблюдений (см. рис. 3).

Для симметричного распределения объектов поисков в генеральной совокупности их случайная выборка имеет также симметричный вид, и средний размер объектов в этой выборке практически не отличается от такового в генеральной совокупности. Соответственно и среднее для случайной выборки не зависит от плотности поисковой сети, т. е. практически не меняется для конкретного минералогического таксона во времени.

Отмеченные обстоятельства позволяют сделать следующие важные, на наш взгляд, в практическом отношении выводы.

1. Даже при достаточно плотной сети поисковых наблюдений, реализованных в пределах территории металлогенического таксона (например, рудное поле, кимберлитовое поле и т. д.), полученная выборка из

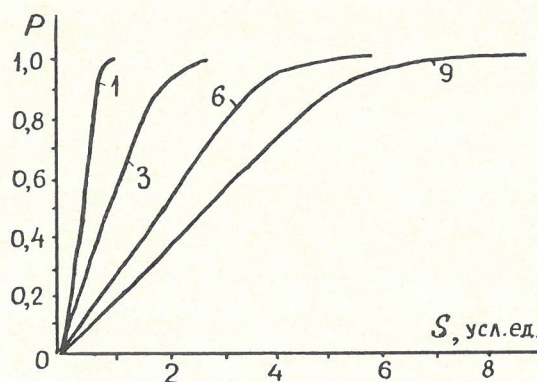


Рис. 2. Функции усечения генеральной совокупности объектов сетями квадратной формы:

цифры на рисунке — минимальная площадь сечения, усл. ед.

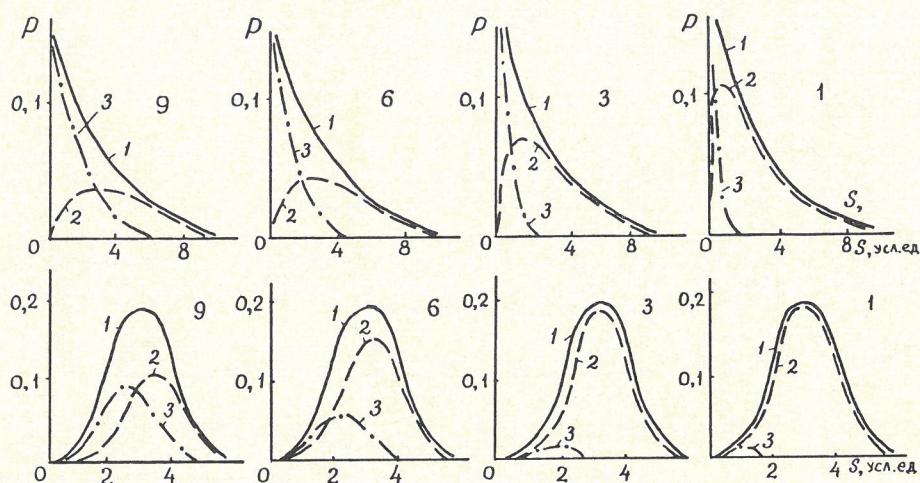


Рис. 3. Генеральные совокупности (1) резко асимметричного и симметричного типов, неслучайные выборки (2) и остаточные совокупности (3) для различной плотности поисковой сети (цифры на рисунке)

обнаруженных объектов не является случайной. В случае резко асимметричного распределения объектов в генеральной совокупности параметры неслучайной выборки весьма существенно отличаются от параметров генеральной совокупности, при симметричном распределении — параметры выборки и совокупности близки.

2. При резко асимметричном распределении объектов в генеральной совокупности даже при достаточно высокой плотности сети поисковых наблюдений использование параметров неслучайной выборки для оценки общих ресурсов металлогенического таксона приводит к резкому занижению и недоучету роли средних и мелких месторождений. Для симметричного распределения их значение при аналогичной плотности опоискования невелико.

3. Основой перехода от неслучайных выборок к генеральной и остаточным совокупностям служат функции усечения генеральной совокупности.

Приведенный пример основан на идеализированной ситуации и не учитывает особенностей распределения в поисковых объектах индикационных свойств, которые обычно используются при поисках месторождений. Однако, как показывает детальный анализ этих данных [4], индикационные свойства также достаточно часто распределены по закону, близкому к экспоненциальному; при этом контрастность проявления свойства часто характеризуется положительной корреляцией с размером объекта, что в совокупности существенно усугубляет сделанные выводы.

Рассмотрим роль мелких и средних поисковых объектов на примере одного из кимберлитовых полей Якутии (рис. 4). Важно, что кимберлитовые тела на этом поле выходят под наносы небольшой мощности, а само поле весьма детально опоисковано комплексом различных методов.

Анализ приведенных графиков свидетельствует о том, что 50 % ресурсов кимберлитов сосредоточены в единичных крупных диатремах, а другие 50 % — в мелких и средних по размерам кимберлитовых телах.

Для оценки практической значимости полученного вывода суммарные ресурсы кимберлитовых пород необходимо дополнить данными о характере корреляционной связи между размерами диатрем и их алмазонасностью. Для одних кимберлитовых полей Якутии эта связь имеет отчетливый положительный знак, и роль небольших диатрем в балансе алмазонасности таких полей невелика; для других такая корреляционная связь не устанавливается, и в этом случае роль остаточной совокупности трубок здесь представляется весьма существенной.

Приведенные данные по открытому и хорошо опоискованному району могут рассматриваться в качестве

модели генеральной совокупности для кимберлитовых полей. Важно, что для полей трубок, опоискованных менее надежно из-за сложной ландшафтно-геологической обстановки, распределение трубок по размерам имеет отчетливый логнормальный вид, а средний размер трубки для поля в целом меняется со временем в сторону уменьшения.

Близкие результаты оценок были получены нами для золоторудных районов Якутии и Магаданской области.

По материалам работ А.И.Кривцова [3 и др.], можно считать, что распределение запасов месторождений многих полезных ископаемых близко к экспоненциальному виду, а отличия хорошо коррелируются с уровнем контрастности индикационных свойств поисковых объектов. При этом наиболее контрастные по свойствам типы месторождений близки к экспоненциальному, слабо контрастные — ближе к логнормальному распределению. Г.А.Булкин [1] специально изучал возможность пропуска мелких месторождений и установил, что для некоторых типов месторождений частота встречаемости крупных, средних и мелких объектов в генеральной совокупности составляет соответственно 1:9:90 при различии в запасах отдельными представителями разных классов месторождений на порядок. По данным этого исследователя, суммарные запасы в каждом из классов месторождений соизмеримы. Аналогичные выводы получены для распределения месторождений нефти по запасам группой исследователей, опубликовавших свои результаты под редакцией А.Э.Контарович [2].

Отмеченные обстоятельства позволяют считать резко асимметричное распределение месторождений по масштабам как достаточно универсальное, по крайней мере, для многих типов полезных ископаемых.

Изложенные теоретические предпосылки основаны на предполагаемом факте недооценки роли небольших по масштабам месторождений для многих даже хорошо изученных территорий и возможности выявления их реального значения при специальном изучении функции усечения генеральной совокупности, т. е. при проведении анализа надежности выполненных ранее поисков. Важным следствием этого является неприменимость статистических характеристик индикационных свойств, рассчитанных по неслучайной выборке, к генеральной, а тем более к остаточной совокупностям и соответственно низкая эффективность традиционных технологий поисков, основанная на характеристиках неслучайных выборок.

Мелкие и средние месторождения полезных ископаемых не требуют значительных инвестиций и обеспечивают ускоренный оборот вложений. Экспоненциальное распределение таких объектов свидетельствует о воз-

возможности их существенного числа в отдельных районах, т. е. о возможности их отработки либо последовательно, одно за другим, по мере обнаружения, либо параллельно в зависимости от наличия инвестиций.

Мелкие месторождения имеют особое значение в районах действующих предприятий с ухудшившимися объемными или качественными показателями минерально-сырьевой базы. Главная специфика таких районов — их относительно высокая геологическая изученность, часто с локализацией перспективных участков, но без завершения заверочных работ из-за ориентации проводимых ранее поисков на весьма значительные месторождения.

Отмеченные обстоятельства позволяют предложить классификацию запасов и ресурсов полезных ископаемых применительно к рассматриваемой проблеме. От-

метим, что данная классификация не противоречит существующему подходу к классификации ресурсов по прогнозным категориям, а лишь уточняет ее применительно к настоящей обстановке. Приводимые в классификации примеры взяты из практики поисков месторождений алмазов.

Группа I. Известные мелкие и средние месторождения и рудопроявления в районах действующих предприятий и на экономически доступных территориях, оцененные по категориям запасов и ресурсов, характеризующиеся благоприятной горно-геологической обстановкой и возможностью «облегченной» экономики добычных работ (табл. 1).

Предварительная оценка общей сырьевой значимости месторождений группы: способны при организации массовой добычи, облегченной экономически, весьма значимо поднять добычу на короткий период.

Группа II. Месторождения не обнаруженные. Мелкие, средние по размерам и (или) мало контрастные по индикационным свойствам и (или) залегающие в неблагоприятных для поисков ландшафтно-геологических обстановках в районах действующих предприятий. Добычные работы относительно дешевы. Характеризуются высокой, но различающейся степенью локализации внутри районов, благоприятной или умеренно сложной горно-геологической обстановкой, близостью обогатительных фабрик, развитостью инфраструктуры. Проявляются в виде локальных и узколокальных рудоперспективных участков и аномалий (табл. 2).

Предварительная оценка общей сырьевой значимости месторождений группы: при организации массированных заверочных и ревизионно-поисковых работ, ориентированных на минимально рентабельный объект поисков в районах добывающих предприятий, весьма вероятным является открытие дополнительных к известным групп мелких и средних промышленных месторождений, способных обеспечить добычу по предприятию на среднесрочный период.

Группа III. Обнаруженные и не обнаруженные различные по размерам месторождения, преимущественно мало контрастные по индикационным свойствам и (или) залегающие в сложных ландшафтно-геологических обстановках, весьма удаленные от районов действующих предприятий и требующие значительных инвестиций для проведения горнодобычных работ. Выражены в виде перспективных участков и площадей.

Для эксплуатации подобных месторождений необходимо создание практически всех элементов инфраструктуры. Для таких поисковых объектов справедливой все требования, сформулированные нами ранее (1988) для районов, поисковые работы в которых проходят первый этап (этап нового района). Однако в сравнении с предшествовавшим этапом, можно ожидать, что по-

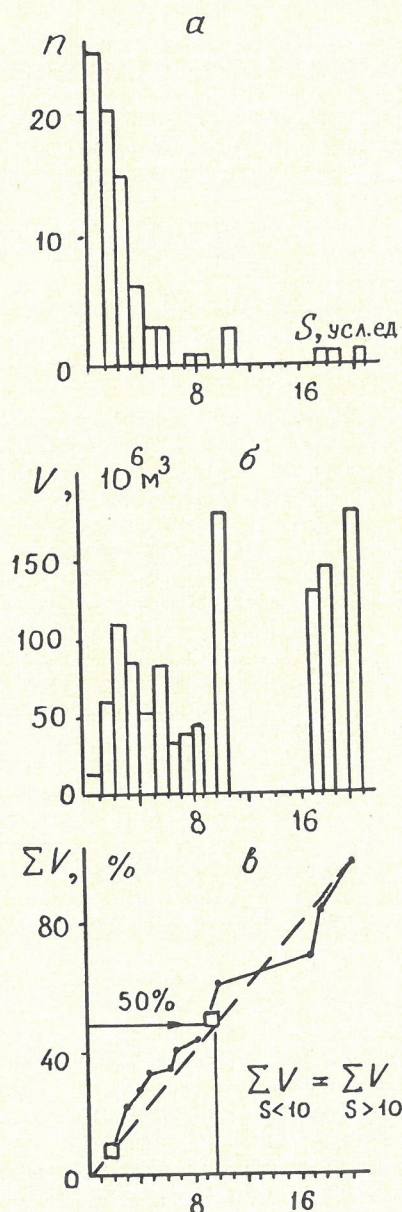


Рис. 4. Оценка роли средних и мелких объектов в генеральной совокупности:

а — гистограмма, характеризующая распределение тел в кимберлитовом поле по размеру; б — распределение суммарных запасов кимберлитовых пород по различным классам их размеров; в — кумулятивная кривая по кимберлитовому полю в целом

1. Запасы и прогнозные ресурсы группы I

Подгруппа	Краткая характеристика	Примеры
1а. Коренные и россыпные с благоприятными результатами опробования	Затраты на ГРП минимальны, практически готовы к эксплуатации с «облегченной» экономикой работ	Трубки Дачная (Мирнинское поле), Верхнемунского поля, россыпные месторождения Солтур, Молодо и др.
1б. Коренные и россыпные с малодостоверными результатами опробования	Затраты на ГРП малы, требуются ревизионное оконтуривание и опробование, возможна эксплуатация с «облегченной» экономикой работ	Трубки Далдынского поля и др., небольшие россыпи по рекам вблизи коренных месторождений

исковые объекты здесь будут обладать существенно меньшим уровнем контрастности индикационных свойств и (или) залегают в более сложных ландшафтно-геологических обстановках.

Запасы и ресурсы третьей группы подразделены на подгруппы в зависимости от рангов территории (поле, металлогеническая зона, субпровинция), далее на классы в зависимости от наличия и контрастности проявления признаков промышленной рудоносности, и, наконец, на подклассы в зависимости от полноты реализации на площадях сокращенной схемы геологоразведочного процесса. Подробное описание третьей группы не входит в задачу настоящей публикации.

Для запасов и ресурсов подгруппы Ia характерны относительно высокая достоверность прогноза, практи-

2. Запасы и прогнозные ресурсы группы II

Подгруппа	Краткая характеристика	Примеры
IIa. Узлокальные участки и аномалии, выделяемые в качестве перспективных на обнаружение единичных объектов по результатам детальных поисков, характеризуются весьма низкой надежностью заверочных работ по отношению к минимально рентабельному объекту поисков, необходимые дополнительные затраты на ГРП весьма ограничены		
1. Характеризуются наличием прямых и (или) косвенных признаков промышленной рудоносности	Требуется проведение ревизии материалов, детализации аномалий и заверочных работ	Узлокальные участки с явными признаками промышленной алмазности в пределах Мало-Ботуобинского и Далдыно-Алакитского районов
2. Характеризуются отсутствием или неоднозначностью данных о возможной промышленной рудоносности	Требуется проведение ревизии материалов, детализации аномалий, дополнительного опробования ореолов, заверочных работ	Узлокальные участки в пределах Мало-Ботуобинского и Далдыно-Алакитского районов с малопредставительными или единичными пробами из ореолов рассеяния
IIб. Локальные и средние по размерам участки, выделенные внутри рудного (или кимберлитового) поля в качестве перспективных на обнаружение сближенной группы поисковых объектов (куста кимберлитовых трубок) по результатам общих или предварительных поисков, характеризуются весьма низкой надежностью заверочных работ по отношению к минимально рентабельному объекту поисков, необходимые дополнительные затраты на ГРП ограничены		
1. Характеризуются наличием прямых или косвенных признаков промышленной рудоносности	Требуют проведения ревизионно-поисковых работ после оценки надежности наработанного ранее материала с выделением узлокальных перспективных участков	Зоны динамического влияния кимберлитомещающих разломов или их крупные фрагменты в Мало-Ботуобинском районе
2. Характеризуются отсутствием или неоднозначностью данных о возможной промышленной рудоносности	Требуют проведения ревизионно-поисковых работ и дополнительного опробования после оценки надежности наработанного ранее материала с выделением узлокальных перспективных участков	Зоны активного динамического влияния разломов без доказанной кимберлитомощности или их крупные фрагменты в Мало-Ботуобинском районе

Примечание. Под минимально рентабельным объектом поисков здесь понимается месторождение или рудопроявление таких размеров, содержания и с условиями залегания, эксплуатация которого самым дешевым способом может обеспечить минимальную заданную

ческая готовность к эксплуатации, максимальная скорость возврата инвестиций. Эта подгруппа вряд ли может обладать высокой сырьевой значимостью для действующего предприятия. Можно ожидать, что запасы и ресурсы этой подгруппы могут исчерпаться в течении нескольких лет эксплуатации (условно 1—3 года). Эта оценка следует из соотношения масштабов крупных и мелких месторождений, а также традиционных сроков, включаемых в проекты для окупаемости крупных добычных предприятий (десятки лет), и возможных сроков окупаемости предприятий или цехов с «облегченной» экономикой.

Запасы и ресурсы подгруппы Ib характеризуются относительно меньшей достоверностью прогноза, необходимостью небольших дополнительных инвестиций в ревизионное опробование и оконтуривание, а также максимальной скоростью возмещения инвестиций при благоприятных результатах последнего. Важно отметить, что, как показывают имеющиеся данные, небольшие по возможным запасам месторождения и рудопроявления часто отбраковывались уже после первых заключений о размерах, без необходимого представительного опробования. Следовательно, сырьевая значимость для районов объектов этой подгруппы может оказаться по крайней мере не меньшей, чем предыдущей. Подготовка ее к эксплуатации может добавить еще несколько лет рентабельной деятельности ГОКа.

Таким образом, целенаправленное изучение известных небольших месторождений и рудопроявлений, которые ранее не рассматривались как объекты возможной эксплуатации, в современных экономических условиях может обеспечить минерально-сырьевой задел функционирования предприятия на несколько лет. Важно отметить, что небольшие объекты никогда специально не включались в расчеты поисковых сетей и не рассматривались как объекты обязательного выявления. Они «попадались» в поисковые сети случайно и далеко не все. Следовательно, в свете рассмотренной выше статистической модели, объекты первой группы являются отчетливыми представителями неслучайной выборки, т. е. их число в генеральной совокупности района в данном случае совершенно не оценено или оценено ошибочно.

Так например, для одного из районов действующих алмазодобывающих предприятий Западной Якутии поисковая сеть на закрытых территориях составляет 200х200 м, что гарантирует подсечение кимберлитовой трубки правильной круглой формы площадью 6,3 га. В то же время, как показали геолого-экономические оценки, параметры минимально рентабельного объекта здесь в несколько раз меньше, и они с вероятностью меньше 0,5 пропускаются даже сетью 100х100 м. Карта оценки надежности подсечения на объекты различных размеров по этому району была уже опубликована [4].

Прогнозные ресурсы объектов второй группы сосредоточены в объектах, которые в принятой статистической модели отнесены к остаточной совокупности. Для них, как уже отмечалось, характерны достаточно высокая степень локализации в недрах, ограниченность инвестиций на геологоразведочные работы. Безусловно, достоверность прогноза каждого из объектов этой группы в отдельности существенно ниже, чем для первой. Однако сырьевая значимость всех необнаруженных месторождений, к которым относятся не только небольшие, но и (или) малоконтрастные по индикационным параметрам, и (или) залегающие в сложных для поисков ландшафтно-геологических обстановках, может быть оценена как весьма и весьма высокая для района действующего горнодобывающего предприятия. Важно еще раз подчеркнуть, что для объектов второй группы при получении положительных геологических результатов также характерны ограниченные потреб-

ности в инвестициях на добычные работы и высокая скорость их оборота.

В качестве примера, подтверждающего значимость месторождений второй группы для района действующего предприятия, можно привести результаты оценки надежности опосредования Карамкенского района в Магаданской области. Из всех вторичных геохимических ореолов золота, параметры которых удовлетворяли бы требованиям как ореолы от минимально рентабельных объектов, только около 30 % получили надежную интерпретацию и определение геологической природы. Остальные 70 % ореолов оказались не привязанными к коренным источникам. Не останавливаясь на причинах сложившейся ситуации, можно констатировать высокую значимость потенциала таких источников в сырьевом балансе района.

Выполненная оценка надежности опосредования одного из районов действующего предприятия алмазодобывающей промышленности в Якутии показала, что вероятные остаточные ресурсы в среднем соизмеримы с запасами полезного компонента в самой крупной трубке района с доверительным интервалом в обе стороны около 50 %. Эти ресурсы сосредоточены в кимберлитовых телах площадью первые гектары, что хорошо согласуется с вероятностными оценками возможности пропуска таких объектов применявшимся ранее прогнозно-поисковым комплексом работ.

Выполненная классификация запасов и ресурсов, приведенные данные по экономическим характеристикам поисковых объектов, а также отмеченные их специфические вещественно-индикационные свойства и ландшафтно-геологические условия залегания месторождений из остаточной совокупности позволяют сформулировать основные этапы, требования и технологические особенности геологических работ, направленные на восстановление минерально-сырьевой базы действующих горнодобывающих предприятий. Можно выделить три основных этапа воспроизводства минерально-сырьевой базы:

1 — массивованная активизация запасов и ресурсов группы I;

2 — массивованная активизация ресурсов группы II;

3 — массивованная активизация ресурсов группы III.

В каждом из этапов выделены подэтапы: подготовительный, геологический, эксплуатационный. Задача подготовительного этапа — уточнение направлений поисков и разработка высоконадежных технологий, адаптированных к каждому конкретному участку или площади его реализации, техническая подготовка. Важно, что подготовительные подэтапы могут быть начаты практически одновременно, геологические — по мере завершения подготовительных. Оценивая скорее не возможность, а более потребность предприятий в минерально-сырьевых ресурсах, можно ставить задачу начала эксплуатационного подэтапа:

для 1 этапа — через 1–2 года, с обеспечением прироста добычи на 3–5 лет;

для 2 этапа — через 3–5 лет, с обеспечением прироста добычи на 5–10 лет;

для 3 этапа — через 10–15 лет, с обеспечением стабильного развития минерально-сырьевой базы на длительный период. Приведенные данные достаточно условны и могут рассматриваться, скорее, в относительном смысле, чем в абсолютном. Они характеризуют принципиальную последовательность подготовки и вовлечения запасов и ресурсов в эксплуатацию, указывают на источник инвестиций для каждого последующего этапа за счет предыдущего.

Требования к содержанию работ по этапам, технологическим работам на подготовительном и геологическом подэтапах в значительной степени определяются самим понятием остаточная совокупность поисковых объектов,

т. е. совокупностью месторождений, пропущенных при проведении поисковых работ по традиционной технологии. Следовательно, первой задачей на подготовительных подэтапах является оценка надежности поисковых работ, выполненных ранее в районе действующего горнодобывающего предприятия. Тогда второй задачей будет разработка высоконадежного прогнозно-поискового комплекса на остаточную совокупность объектов. Подробно методика решения этих задач рассмотрена в работе [4]. Остановимся ниже только на основных принципах подхода к решению и приведем несколько примеров.

Согласно существующему определению, под надежностью системы принято понимать ее способность сохранять качество при определенных условиях эксплуатации на заданный объем работы. При этом под качеством системы или ее элементом обычно понимают совокупность свойств, позволяющих использовать их по назначению, а под условиями эксплуатации — определенную совокупность внешних факторов. При таком подходе к определениям, очевидно, под качеством геолого-поисковой системы можно понимать ее способность к непропуску минимально-промышленного объекта, независимо от возможной изменчивости его индикаторных параметров и особенностей строения вмещающей ландшафтно-геологической среды. Тогда под надежностью геолого-поисковой системы и ее элементов можно понимать их способность сохранять качество, т. е. способность к непропуску минимально-промышленного объекта на заданный объем работ.

В теории надежности систем основным понятием, определяющим возможность исследования эффективности функционирования системы и ее составляющих, является понятие отказа — такого события, при котором происходит утрата системой или элементом свойств, позволяющих использовать их по назначению. Под отказом геолого-поисковой системы или ее элемента понимается любое действительное (т. е. установленное) или возможное (вероятное) событие, которое приводит (привело) или может привести к пропуску на площади работ хотя бы одного минимально промышленного объекта.

Проведенное исследование отказов позволило разработать для них специальную классификацию с выделением следующих пяти типов:

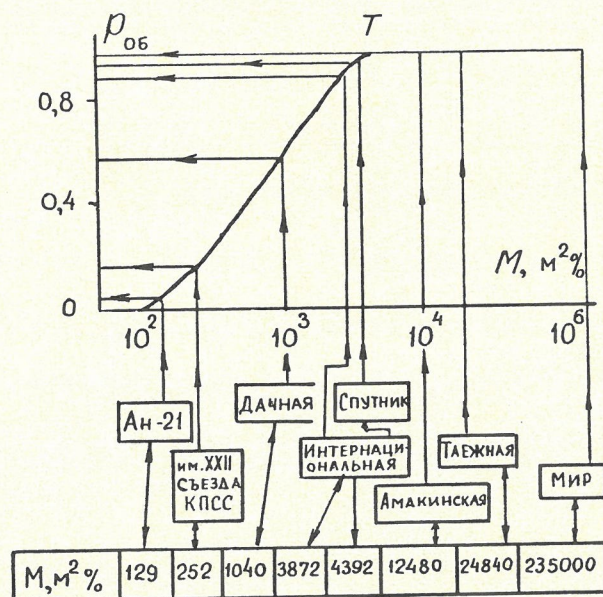


Рис. 5. Пример функции усечения генеральной совокупности по отказам трех первых групп шихоиминералогического метода поисков кимберлитов

вещественно-индикационные — объединяют ситуацию отсутствия у поисковых объектов достаточного уровня контрастности индикационного свойства (свойств), используемого в практике работ поисковым методом (методами), соответствующего свойству (на-пример, немагнитные или слабомагнитные объекты при поисках магниторазведкой);

ландшафтно-геологические — объединяют ситуации, при которых объект поисков, обладая достаточным уровнем контрастности индикационного свойства, из-за особенностей ландшафтно-геологических условий вмещающей среды не может быть уверенно зафиксирован по отражению в исследуемом поле;

техничко-метрологические — объединяют ситуации, при которых объект поисков, обладая уровнем контрастности индикационного параметра, вполне достаточным для формирования в конкретной ландшафтно-геологической среде и на конкретной поверхности исследований, минимально-контрастной для обнаружения аномалии, не может быть уверенно зафиксирован из-за возможных отклонений системы и точности наблюдений от наиболее благоприятной для фиксирования;

геолого-интерпретационные — объединяют ситуации, при которых поисковый объект, отразившийся в измеренном (наблюдаемом) поле достаточно контрастной аномалией, не будет правильно идентифицирован из-за ошибок при обработке и интерпретации наблюдаемых данных;

заверочные — объединяют ситуации, при которых пропуск объекта обусловлен ошибочной методикой заверочных работ.

Для отказов каждой группы нами разработан специальный количественный аппарат, который позволяет рассчитать параметры функции усечения генеральной совокупности в целом для района действующего предприятия и отдельно по ландшафтно-геологическим и геолого-экономическим зонам. Расчет функции может проводиться по отдельным методам или по их комплексу.

Пример объединенной функции усечения генеральной совокупности для трех первых групп отказов шлихоминералогического метода поисков кимберлитов в условиях площадей, перекрытых мезозойскими породами на территории Мало-Ботуобинского района Западной Якутии, приведен на рис. 5. По горизонтальной оси дана минералогическая продуктивность по индикаторным минералам кимберлитов (произведение площади сечения трубок на содержание минералов) для объектов поисков — кимберлитовых трубок, по вертикальной оси — вероятность безотказной работы метода по

отношению к трем первым группам отказов. В нижней части приведена минералогическая продуктивность для всех кимберлитовых тел названного района.

Анализ графика показывает, что наиболее контрастные по минералогической продуктивности трубки могут быть отчетливо выражены своими ореолами при поисковой сети 200x200 м. Небольшие же месторождения, такие как Интернациональная, Дачная, Им. XXIII съезда КПСС, могут не получать отражения. Необходимо подчеркнуть, что приведенный график иллюстрирует только надежность метода по отношению к отказам трех первых групп и не рассматривает отказы геолого-интерпретационного и заверочного типов.

Данный пример иллюстрирует расчет части функции усечения генеральной совокупности по одному поисковому методу. В случае расчета функции для двух методов (минералогический и магниторазведочный) функция принимает трехмерный вид, а график распределения индикационных свойств по неслучайной выборке также получает дополнительную координату (магнитный момент — минералогическая продуктивность — частота встречаемости).

Не останавливаясь подробно на способе оценки всех индикационных свойств поисковых объектов из остаточной совокупности, проиллюстрируем результат этих оценок еще на одном примере. Для решения сформулированной задачи применительно к районам действующих предприятий алмазодобывающей промышленности Якутии на основе вещественно-индикационных характеристик объектов из неслучайной выборки нами проведен статистический анализ более 80 характеристик 96 кимберлитовых тел по лабораторно-аналитическим данным И.П.Илупина, Д.И.Саврасова, А.Т.Бондаренко. Исследование проводилось методом факторного анализа и было направлено на решение следующих трех задач.

1. Выявление групп индикационных свойств кимберлитов, характеризующихся общей корреляцией, с попыткой установления ее вещественной природы (табл. 3).

2. Выявление специфических индикационных свойств таких трубок, для которых характерна низкая контрастность традиционных, используемых при поисках индикационных параметров (намагниченность, продуктивность по индикаторным минералам).

3. Выявление специфических индикационных свойств для трубок с промышленной алмазонасностью.

В табл. 3 включены только такие характеристики трубок, для которых уровень значимости коэффициента корреляции превышает существующие табличные значения, т. е. связь между изменчивостью веществен-

3. Вещественно-индикационные свойства сопряженного типа для кимберлитов Далдыно-Алакитского района (Западная Якутия)

Фактор	Знак корреляции с фактором	Группы индикационных свойств		
		Уровни концентрации химических элементов	Уровни концентрации минералов	Петрофизические свойства
1. Отношение концентраций MgO , SiO_2 , H_2O к CaO , CO_2	Положительный	Повышенные концентрации B , Zn , Cr , Ni	Не установлено	Повышенное электрическое сопротивление на переменном токе
	Отрицательный	Повышенные концентрации Li , Ba	«	Повышенная эффективная пористость, диэлектрическая проницаемость
2. Концентрации FeO , Fe_2O_3 , TiO_2	Положительный	Повышенные концентрации Cu , Ta , Sc , Co , V , Sn , Nb , Ga , Mn	Повышенные концентрации пикроильменита	Повышенная магнитная восприимчивость, фактор Q , плотность
	Отрицательный	Не установлено	Повышенные концентрации хромшпинели	Не установлено
3. Концентрации K_2O и Na_2O	Положительный	Повышенные концентрации Sr , Hf , Rb	Не установлено	«

ной и индикационной характеристик близка к линейной (свойства сопряженного типа). Кроме этого, выделялись свойства сопряженно-автономного типа, для которых значимость коэффициента корреляции составляла 0,9—0,999, а также свойства автономного типа, для которых корреляция с главными факторами не установлена.

Из табл. 3 следует, что при подсечении минералогическим ореолом от трубки точками поисковых наблюдений представляется возможным прогнозировать вещественно-индикационные свойства необнаруженных диатрем и выбирать методы для их обнаружения. При повышенных концентрациях В, Zn, Cr, Ni существуют все основания прогнозировать трубку с повышенной магнезиальностью и как следствие — с пониженной электропроводностью. В этом случае традиционная электроразведка может оказаться малоэффективной. Напротив, пониженные концентрации названных элементов позволяют уверенно использовать метод при благоприятной для него ландшафтно-геологической обстановке. Аналогичным образом можно прогнозировать петромагнитные свойства необнаруженных трубок и т. д.

Рассмотрим результаты попытки выявления специфических индикационных свойств для трубок с промышленной алмазонасностью. Для рассматриваемой территории алмазонасность трубок обнаружила весьма сильную корреляцию с содержанием в трубках серы. Изучение петрофизических свойств позволило связать ее с сульфидной формой и предположить повышенную поляризуемость промышленно-алмазонасных трубок. С другой стороны, удалось установить значимую корреляцию алмазонасности трубок с относительно повышенной магнезиальностью и пониженной железистостью. Полученные выводы позволяют заново подойти к рассматриваемой площади и провести предварительную разбраковку выделенных ранее кимберлитоперспективных участков вначале по уже имеющимся геохимическим данным, а затем — с дополнительными методами методом вызванной поляризации.

Приведенный пример иллюстрирует в значительной степени неожиданность выводов, которые могут получиться при исследовании возможных индикационных свойств остаточной совокупности. В нашем случае, это — ограниченная эффективность магниторазведки, специфические аномалии по данным электроразведки на переменном токе (аномалии повышенных сопротивлений, вместо пониженных), аномалии вызванной поляризации (метод в поисковых целях не использовался).

В завершение подчеркнем следующие основные выводы.

1. Частота встречаемости месторождений многих по-

лезных ископаемых по размеру (масштабам) в районах горнодобывающих предприятий описывается резко асимметричным распределением, близким к экспоненциальному. Ориентация выполненных поисковых работ на обнаружение относительно крупных месторождений, месторождений с повышенными индикационными параметрами приводит к тому, что выборка из обнаруженных объектов не является случайной и не характеризует генеральную, а тем более остаточную совокупности. Следовательно, роль небольших и мало-контрастных объектов резко недоучитывается.

2. Проведенная оценка роли небольших и мало-контрастных месторождений на примере ряда алмазонасных территорий Якутии, золотонасных территорий Магаданской области свидетельствует об их весьма существенной значимости в минерально-сырьевом балансе районов.

3. Приведенная классификация ресурсов и запасов полезных ископаемых применительно к проблеме восстановления минерально-сырьевой базы действующих горнодобывающих предприятий в условиях сырьевого кризиса и ограниченной возможности инвестиций позволяет для каждого из районов горнодобывающих предприятий провести соответствующий анализ по отношению к современным экономическим условиям и наметить этапы выхода из кризисных ситуаций.

4. Специфической чертой месторождений из «остаточной совокупности» является их принципиальное отличие по многим индикационным параметрам и условиям залегания от совокупности обнаруженных объектов, что свидетельствует о необходимости изменения либо полной смены технологии поисков для их обнаружения. Накопленная база данных по известным месторождениям в значительной степени уже содержит элементы знаний по новым технологиям.

5. Разработка технологий выявления «остаточной совокупности» заключается в последовательном решении двух задач: оценки надежности опосредованного территории и разработке специализированного для объектов этой совокупности высоконадежного прогнозно-поискового комплекса методов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Булкин Г.А. Энергия рудообразования и распределение запасов // Докл. АН СССР. 1982. Т. 263. № 2.
2. Контарович А.Э., Буриштейн Л.М., Гуревич Г.С. и др. Количественная оценка перспектив нефтегазонасности слабоизученных регионов. — М.: Недра, 1988.
3. Кривцов А.И. Методологические основы локального прогноза рудных месторождений // Сов. геология. 1987. № 9. С. 12—19.
4. Дыганов В.А. Надежность геолого-поисковых систем. — М.: Недра, 1994.

Стратиграфия, региональная геология и тектоника

УДК 552.14

© В.Н.Холодов, 1997

Скорости осадконакопления в настоящем и прошлом

В.Н.ХОЛОДОВ (Геологический институт РАН)

Проблема скорости осадконакопления в современном осадочном процессе и в геологическом прошлом представляет огромный интерес. С ней тесно связаны вопросы эволюции рельефа Земли, эволюции питающих провинций и бассейнов седиментации, развития компенсированного и некомпенсированного осадконакопления, формирования фаций, формаций и рудных мес-

торождений, а также роста и деградации тектонических структур разного порядка. Без преувеличения можно считать, что данная проблема затрагивает ряд принципиальных аспектов литологии, стратиграфии и тектоники. Между тем, несмотря на многочисленные исследования А.Холмса [69], Дж.Амброуза [72], Дж.Гиллули [66], Н.С.Шатского [60], М.Кея [12], Л.Б.Рухина [37],

1. Скорости современного осадконакопления, по [21, 23]

Бассейны осадконакопления	Скорость седиментации, см/1000 лет
<i>Океаны</i>	
Тихий	
Относительно глубоководные осадки	0,1—10
Шельф Калифорнийского залива	20—316
Устье р. Менам	>3000
Индийский	
Относительно глубоководные осадки	0,1—10
Устье р. Большая Годавари	100—300
Устье р. Иравади	200
Шельф п-ова Индостан	10—>100
Атлантический	
Относительно глубоководные осадки	0,1—>10
Устья рек:	
Потомак — Чесапикский залив	160—1800
Париа	1000
Миссисипи	1000
Ориноко	500—1000
Шельфы Европы	100—600
<i>Моря</i>	
Средиземное	3—20
Устье р. Рона	500—600
Азовское	90—240
Каспийское	10—600
Балтийское	240
Андаманское	10—200
Берингово	5—50
Охотское	2,5—50
Черное	2—40
Аравийское	0,1—0,5
Красное	0,1—0,3

Н.М.Страхова (1960), Б.М.Келлера [13], Л.И.Салопы [39], М.Е.Рабен [33], А.П.Лисицына [22, 23], М.А.Семихатова [42], А.Б.Ропова и др. [36], К.Б.Сеславинского [43–46], она все еще далека от разрешения. Этому мешали две главные причины.

Во-первых, долгое время отсутствовали надежные оценки скорости современного осадконакопления в морях и океанах, а те отрывочные сведения, которые публиковались на этот счет, совершенно искаженно освещали положение дел. Во-вторых, геологи слабо представляли себе масштабы вторичных (диагенетических и катагенетических) преобразований осадков и осадочных пород и в связи с этим не принимали идею эфемерности мощностей осадочных толщ. Казалось, что достаточно взять за основу несколько незначительных поправок (на интенсивность размыва, на гравитационное уплотнение пород при погружении, на складчатость и метаморфизм), и станет возможной реконструкция тех самых мощностей, которые формировались в исходном бассейне седиментации. Такой подход оказался иллюзией, и в настоящее время мы в более полном объеме начинаем понимать всю сложность реконструкции первичных обстановок осадконакопления и, следовательно, первичных мощностей.

Согласно наиболее распространенным взглядам, скорость осадконакопления в геологическом прошлом представляет собой мощность отложений, деленную на время; при характеристике современных скоростей используется видимая мощность осадка, отнесенная ко времени.

Долгое время в работах литологов [38; Страхов, 1960] утверждалось, что скорость осадконакопления в современных водоемах ничтожно мала и колеблется от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров за одну тысячу лет; она примерно соответствует скоростям накопления осадков в водоемах прошлого. Оказалось, что это не так.

Очень полно закономерности поведения современных скоростей осадконакопления в морях и океанах исследованы А.П.Лисицыным [21–23]. Используя биостратиграфические, палеомагнитные, литологические и методы ядерной геохронологии, он выделил интервал

времени в 300—700 тыс. лет, проследил его на площади дна Тихого, Атлантического и Индийского океанов и ряда прилегающих морей и на основе более 700 частных определений составил карты распределения скоростей седиментации. Обобщенные результаты его наблюдений сведены в табл. 1. Следует иметь в виду, что приведенные в ней цифры перепроверены с помощью метода абсолютных масс.

Анализируя табл. 1, нетрудно прийти к выводу, уже сделанному А.П.Лисицыным [23]: на фоне довольно низких скоростей осадконакопления в относительно глубоководных участках Мирового океана и более высоких во внешних и эпиконтинентальных морях встречаются области, где скорости седиментации достигают «лавиных» или ураганных значений.

Если средняя скорость осадконакопления в плиоцене около 0,5 м/1000 лет, то на шельфах океанов, в устье р. Менам скорость современного осадконакопления превышает 30 м/1000 лет, в дельтах рек Миссисипи и Париа — 10 м/1000 лет, а в области влияния рек Ориноко и Рона — более 5 м/1000 лет.

Весь морской и океанический шельф, находящийся под влиянием дельт и эстуариев крупных рек, рассматривается А.П.Лисицыным [23] как первый глобальный уровень лавинного осадконакопления. Здесь местами концентрируются огромные массы обводненных песков, песчаников, алевроитов и глин, формируются их своеобразные нагромождения. Однако эти скопления терригенно-биогенного материала крайне недолговечны; по разным причинам они вступают в процессы оползневой и суспензионной миграции и при сильных колебаниях уровня океана соскальзывают по континентальному склону и формируют гравитационные осадки второго уровня у его подножия. Нагромождения осадков второго уровня также эфемерны; они, в свою очередь, являются источником материала, который заполняет глубоководные котловины и образует скопления осадков третьего уровня.

Более подробно весь ход лавинного осадконакопления на периферии Мирового океана описан в работах А.П.Лисицына [23 и др.]. Мы только отметим, что наряду с участками максимальных скоростей осадконакопления в современных осадочных бассейнах широко развиты зоны нулевой седиментации (неотложения осадков) и зоны размыва ранее отложенных скоплений. Последние, как показали П.Л.Безруков [3], А.П.Лисицын [23], И.О.Мурдмаа [28], В.Н.Свальнов [40] и др., встречаются даже среди самых глубоководных отложений Мирового океана; их образование обычно связывается с деятельностью подводных течений.

Так как между разными уровнями лавинной седиментации, а также областями накопления осадков и их размыва время от времени происходит усиленное перераспределение материала, становится очевидным, что скоростей седиментации, приведенных в табл. 1, недостаточно для полной характеристики всей картины в целом. В геологическом анализе их следует дополнить скоростями захоронения морских и океанических осадков, которые должны, по-видимому, существенно уступать приведенным ураганным значениям. Это и подтверждается анализом материалов глубоководного бурения. Как показали исследования Т.А.Дэвиса и др. [65], а также Т.Р.Ворсли и Т.А.Дэвиса [73], скорости в осадочных толщах, подстилающих четвертичные отложения, значительно меньше приведенных цифр.

Механизм современного осадконакопления в морях и океанах чрезвычайно затрудняет его количественную геологическую оценку. Мы хорошо представляем себе скорость накопления осадков, но все еще далеки от точной оценки скорости их окончательного захоронения. Между тем, в разрезах геологического прошлого мы, как правило, имеем дело именно с конечным ре-

2. Плотность осадочных пород различных тектонических зон запада Средней Азии [8]

Возраст	Плотность, г/см ³		
	Складчатая область	Переходная зона	Устойчивая зона
Палеоген	2,29	2,25	1,87
Сенон	2,52	2,43	2,16
Сеноман	2,47	2,28	2,00
Альб	2,49	2,41	2,05
Апт	2,56	2,59	2,14
Неоком	2,64	2,53	2,20
Юра	2,64	2,56	2,35

результатом, т.е. с осадками, окончательно погребенными под массой последующих отложений. Следует также отметить, что новейшие исследования литологов в морях и океанах наводят на мысль о чрезвычайно большой роли скрытых перерывов в строении древних осадочных толщ.

В данной работе нами рассматривается осадконакопление только в субаквальных обстановках, поскольку именно субаквальные фации широко распространены в отложениях стратификации, или слоистой оболочки Земли. Нетрудно, однако, доказать, что закономерности лавинной седиментации не менее ярко проявляются в пределах современного континентального блока, где осадкообразование носит еще более импульсивный характер, тесно связано с различными гипсометрическими уровнями и осуществляется путем многократного чередования мобилизации и захоронения материала. Естественно, что закономерности распределения современных скоростей нагромождения и захоронения на континентах изучены несравненно хуже, нежели в океанах и морях.

Обращаясь к анализу древних скоростей осадкообразования, следует прежде всего подчеркнуть, что в ходе превращения осадков в горные породы мощности их весьма интенсивно деформируются в результате уплотнения, потери значительной части воды и других активных компонентов, а также пластических деформаций и явлений диапиризма. Само собой разумеется, что в природе разделить факторы, обуславливающие сокращение мощности, чрезвычайно трудно.

Уплотнение осадков и осадочных пород разного литологического состава исследовано в работах Н.Б.Васюковича [4], Дж.М.Уэллера [50], В.Энгельгардта [62], Ю.В.Мухина [29], Н.В.Логвиненко [24], Х.Рике и Ж.В.Чилингарья [70], В.А.Ханина [52], В.Н.Холодова [56], В.М.Добрынина и др. [7].

При образовании морских осадочных толщ каждый пласт начинает свое развитие с накопления обводненного осадка на дне водоема; затем он скрывается под более молодыми осадками, мощность которых при постоянном погружении непрерывно увеличивается. Этот процесс можно представить как медленное нисходящее движение в глубь земной коры. Так как геостатическое давление и температура при этом непрерывно возрастают в среднем по схеме 1 км — 30° С и 27–30 МПа, 2 км — 60° С и 54–60 МПа, 3 км — 90° С и 81–90 МПа и т. д., плотность пород по мере погружения также непрерывно растет, вода и флюиды удаляются, а пористость соответственно уменьшается.

Поведение глинистых пород в этом процессе экспериментально исследовал В.Д.Ломтадзе [25]. Он установил, что глинистый ил с плотностью 0,6–0,8 г/см³ и влажностью 80–75 % под действием увеличивающихся давлений и температур трансформируется в сланцевый аргиллит с плотностью 2,65–2,75 г/см³ и влажностью 3–4 %.

Плотность глинистых илов, по данным Н.Б.Дортмана и др. [8], а также А.П.Лисицына [22], колеблется от

1,20 до 2,40 г/см³, аргиллитов — от 1,70 до 2,90 г/см³, глинистых сланцев — 2,30–3,0 г/см³. В отличие от глинистых пород плотность песка 1,30–2,15 г/см³, а сцементированных песчаников 2,0–2,90 г/см³. Карбонатные илы биогенного происхождения отличаются низкой плотностью — 0,92 г/см³ [48], но в известняках она обычно варьирует от 1,80 до 2,90 г/см³, а в доломитах — 1,90–3,0 г/см³ [8].

Процессы катагенеза и метаморфизма сильно увеличивают плотность пород: кварц-серицитовые сланцы характеризуются значениями 2,4–2,87, гнейсы — 2,76–3,0, а амфиболиты — 2,72–3,04 г/см³ [8].

Наряду с литологическим составом, размерностью обломков и их минералогической характеристикой, большую роль в формировании плотностей играют возраст пород и напряженность тектонических процессов. В табл. 2 приведены данные, позволяющие оценить поведение плотности осадочных пород юрских, меловых и палеогеновых отложений Средней Азии. Из нее видно, что плотность разновозрастных пород обычно увеличивается сверху вниз по стратиграфической колонке — от палеогена к юре, причем наибольших значений она достигает в складчатых зонах.

При установлении функциональной зависимости между мощностью и плотностью сухой породы следует учитывать, что в общем виде плотность определяется как отношение массы тела в состоянии покоя к его объему, выраженное в кг/м³ [7]. Полная плотность породы, состоящей из твердой, жидкой и газообразной фаз, описывается формулой

$$\sigma_{\Pi} = \sigma_{ТВ} \frac{V_{ТВ}}{V} + \sigma_{В} \frac{V_{В}}{V} + \sigma_{Н} \frac{V_{Н}}{V} + \sigma_{Г} \frac{V_{Г}}{V} = (1) \\ = (1 - K_{\Pi})\sigma_{ТВ} + K_{\Pi}(K_{В\sigma В} + K_{Н\sigma Н} + K_{Г\sigma Г}),$$

где V определяется как объем породы; $V_{ТВ}$, $V_{В}$, $V_{Н}$, $V_{Г}$ — объем твердой, жидкой (вода, нефть) и газообразной фаз, заключенных в породе; $\sigma_{ТВ}$, $\sigma_{В}$, $\sigma_{Н}$, $\sigma_{Г}$ — плотность

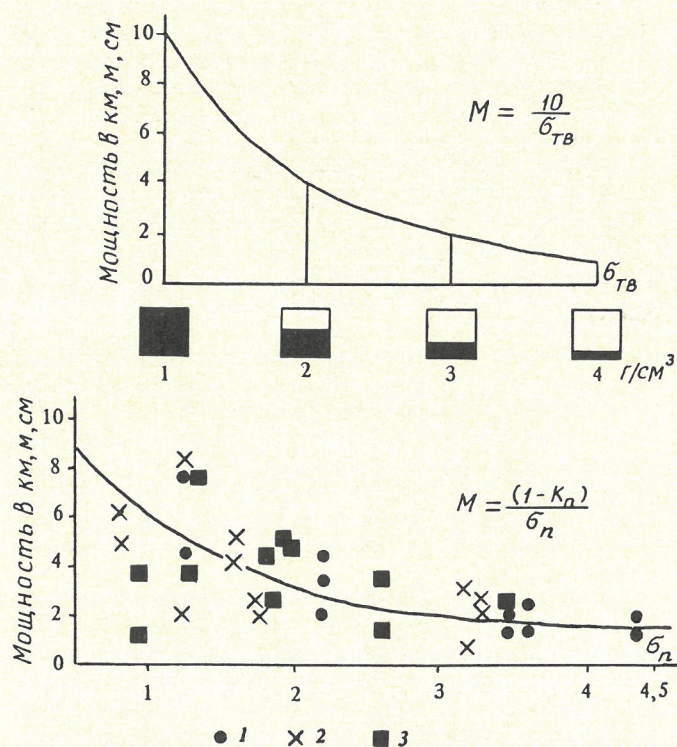


Рис. 1. Функциональные зависимости мощности осадочных отложений от плотности минерального скелета ($\sigma_{ТВ}$ = удельному весу) и плотности σ_n :

1 — глинистый ил, глина, аргиллит; 2 — песок, песчаник, кварцит; 3 — известковый ил, мел, известняк

(удельный вес) минерального скелета, воды, нефти и газа; K_p — коэффициент пористости породы; K_v , K_n , K_g — соответственно коэффициенты водо-, нефте- и газонасыщенности.

Для сухих пород $\sigma_v = \sigma_n = \sigma_g = 0$ и формула примет вид:

$$\sigma_{\Pi} = (1 - K_{\Pi}) \sigma_{\text{ТВ}}. \quad (2)$$

Как показано на рис. 1, функциональная зависимость между мощностью осадочных пород M и плотностью минерального скелета породы (удельный вес) может быть представлена формулой $M = 1/\sigma_{\text{ТВ}}$ или, если мощность выразить в 10 условных единицах,

$$M = 10/\sigma_{\text{ТВ}}. \quad (3)$$

Так как, согласно формуле (2), $\sigma_{\text{ТВ}} = \sigma_{\Pi} / (1 - K_{\Pi})$, используя формулу (3), не трудно прийти к зависимости:

$$M = \frac{10(1 - K_{\Pi})}{\sigma_{\Pi}}. \quad (4)$$

В работе В.М.Добрынина с соавторами [7] приведены средние коэффициент пористости K_{Π} и плотность σ_{Π} наиболее распространенных групп осадочных пород

3. Сопоставление изменений коэффициента пористости и объемного веса осадков, осадочных и метаморфических пород с их условными мощностями

Первичный осадок или порода	K_{Π}	$\sigma_{\text{ТВ}} \cdot 10^3$, кг/м ³	Расчетные данные для мощности, усл. ед.		
			K_{Π}	$\sigma_{\text{ТВ}}$	M
Песок	0,04—0,5	1,3—2,2	0,04	1,3	7,69
			0,04	2,2	4,55
			0,5	1,3	3,88
			0,5	2,2	2,27
Песчаник	0,005—0,4	1,3—3,6	0,005	1,3	7,69
			0,005	3,6	2,77
			0,4	1,3	4,61
			0,4	3,6	1,67
Кварцит	0,002—0,2	2,19—4,4	0,002	2,19	4,57
			0,002	4,4	2,27
			0,2	2,19	3,65
			0,2	4,4	1,80
Глинистый ил	0,5—0,6	0,8—1,8	0,5	0,8	6,25
			0,5	1,8	2,78
			0,6	0,8	5,00
			0,6	1,8	2,23
Глина	0,04—0,75	1,2—3,18	0,04	1,2	8,33
			0,04	3,18	3,14
			0,75	1,2	2,08
			0,75	3,18	0,78
Аргиллит	0,01—0,30	1,6—3,35	0,01	1,6	6,25
			0,01	3,35	2,99
			0,30	1,6	4,38
			0,30	3,35	2,09
Известковый ил	0,65—0,87	0,92*	0,65	0,92	3,80
			0,87	0,92	1,41
Мел	0,10—0,55	1,85—2,6	0,10	1,85	4,86
			0,10	2,6	3,46
			0,55	1,85	2,43
			0,55	2,6	1,73
Известняк	0,005—0,43	1,3—3,5	0,005	1,3	7,69
			0,005	3,5	2,86
			0,43	1,3	4,0
			0,43	3,5	1,49
Мраморизованный известняк	0,004—0,06	1,9—3,5	0,004	1,9	5,26
			0,004	3,5	2,86
			0,06	1,9	5,05
			0,06	3,5	2,74

* Плотность взята из работы Н.М.Страхова [48]; она характеризует кокколитофоридовые современные карбонатные осадки глубоководной части Черного моря.

(табл. 3). Пользуясь выведенной формулой (4), на основе табличных данных мы рассчитали крайние значения мощностей, выраженные в условных единицах, нанесли полученные результаты на график, приведенный в нижней части рис. 1, и, усреднив их, вывели кривую функциональной зависимости условных мощностей (км, м, см) и плотности осадочных пород.

Очевидно, что кривая, связывающая условные мощности и плотности осадочных пород, сходна с кривой функции $x = 1/y$ и в первом приближении может быть использована для реконструкции первичной мощности уплотненных пород.

Сокращение мощностей осадочных и вулканогенно-осадочных пород в ходе диагенетических и катагенетических преобразований существенно усугубляется потерей различных компонентов — воды, органического вещества, карбонатов и других легко растворимых солей, неустойчивых силикатных минералов. В одних случаях эти минералогеохимические преобразования непосредственно связаны с уплотнением исходных осадков и осадочных пород и даже полностью отражают его, но в других — геофизическая плотность остается неизменной, а потери вещества сильно сказываются на уменьшении мощности за счет удаления отдельных слоев, целых участков каркаса и цемента, а также эфемерности возникающих полостей, пор и каверн. Поведение воды при диагенетических и катагенетических преобразованиях глин, песчаников и карбонатных пород неоднократно рассматривалось в работах Л.М.Овчинникова, А.А.Карцева, Е.А.Баскова, С.В.Вагина, И.И.Нестерова, В.Ф.Линецкого, Дж.Уэллера, В.М.Добрынина и многих других исследователей.

Наиболее полно освещено поведение воды при уплотнении глин. Вода, захороненная в глинах, находится либо в виде порового раствора («свободная»), либо в связанном состоянии (сорбированная или кристаллизационная). Сначала из уплотняющихся глин удаляются поровые растворы. При этом сокращение порового пространства и потеря мощности связаны между собой прямой зависимостью [4, 68; И.И.Нестеров, 1985] и могут быть рассчитаны по соответствующим формулам. Эта первая стадия дегидратации, или стадия первичного уплотнения глин, сопровождается довольно существенными потерями воды, причем потеря воды происходит более или менее равномерно, постепенно уменьшаясь в соответствии с сокращением суммарного объема пор. Усиление или ослабление этого процесса определяется скоростью накопления вышележащих осадков, которая, в свою очередь, зависит от многих физико-географических факторов. Характерно, что первую стадию дегидратации проходят все глинистые отложения морского происхождения независимо от их минерального состава. По нашим приблизительным подсчетам на этой стадии процесса обезвоживания 1 м³ ила теряет 370—380 кг воды.

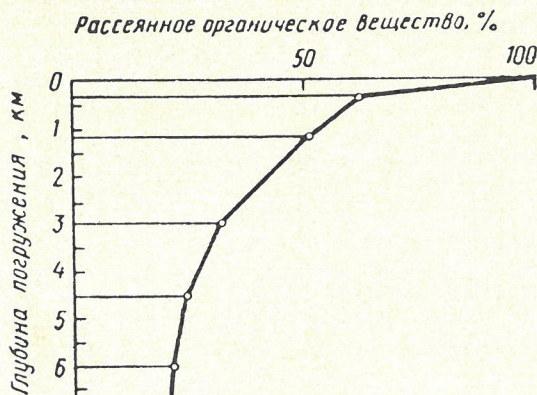


Рис. 2. Формирование газоводных флюидов и трансформация рассеянных компонентов в глинах

Вторая стадия дегидратации, или стадия механической деформации, связана с превращением преобладающего в зоне выветривания разбухающего монтмориллонита в неразбухающую гидрослюду — постоянный компонент более глубоководных зон. Это происходит обычно при высоких температурах (150—200 °С) на глубине от 1 до 4 км и сопровождается уменьшением объема твердой фазы и выделением значительного количества кристаллизационной воды. Согласно расчетам, 1 м³ чистой монтмориллонитовой глины может высвободить 280—300 кг воды, в то время как 190—200 кг воды будут сохраняться в 1 м³ новообразованной гидрослюдистой массы. На этой стадии преобразований мощности глинистых отложений уменьшаются по сложным законам и в ряде случаев дефицит превышает изменение порового пространства [31].

В дальнейшем преобразование глинистых отложений в цеолитовую, пренит-пумпеллитовую, глаукофан-сланцевую и эклогитовую фации сопровождается чередованием зон флюидизации и дегидратации, протекающих на фоне направленного уменьшения плотности. Суммарный эффект этих процессов приводит к уменьшению мощности на 25—50 % [51].

Чрезвычайно большое влияние на уменьшение мощности осадочных отложений оказывают преобразования органического вещества; «таяние» органических скоплений стратисферы четко прослеживается как среди углей, так и среди сапропланктогенных глин и сланцев.

В углях параллельно реализуются два процесса. При торфообразовании и углефикации имеют место сильное уплотнение, дегидратация и постепенный переход торфа в бурые, длиннопламенные, газовые, жирные, коксующиеся, отошенно-спекающиеся, тощие угли и антрациты. Наряду с этими явлениями прямое воздействие кислорода на массу угля по схеме $C_6H_{16}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$ + тепло полностью уничтожает значительную массу исходной растительной органики. В результате, по данным Н.Т.Шварца и К.Т.Лауппера [61], масса угля под давлением сокращается в 12—30 раз, а по данным Ю.А.Жемчужникова [9] — в 10—12 раз. Прямые замеры коэффициента уплотнения в юрских углях восточного склона Урала, выполненные Я.М.Черноусовым [58], подтвердили предположение Ю.А.Жемчужникова. Оказалось, что сплюсненность стволов и сучьев здесь 1:12.

Мощность черных обогащенных сапропланктогенным веществом глин и сланцев, в сущности, столь же интенсивно уменьшается на стадиях диагенеза и катагенеза. Трансформации рассеянного в них органического вещества (РОВ) подробно рассмотрены нами в ряде предшествующих работ [56 и др.]. Было показано, что сапропланктогенное органическое вещество, захороняемое в полужидких глинистых илах морских водоемов, вначале интенсивно расходуется на процессы биогенной сульфатредукции. По мнению Н.М.Страхова (1960), до 32 %, а по данным О.К.Бордовского, более 42 % первично захороненной массы РОВ расходуется на окисление S_{org} и восстановление сульфатов до сульфидов. При этом главные составляющие РОВ — белки, жиры и углеводы — под действием разнообразных бактерий трансформируются в гуминовые кислоты и меланоиды.

Дальнейшие преобразования РОВ происходят в зоне катагенеза при воздействии на него высоких температур и давлений. В результате термоллиза и термокатализа вначале из гуминовых кислот образуется кероген — трехмерная модель молекулы из ядер органических гетероциклов, соединенных между собой алифатическими кетонными, эфирными, сульфидными и дисульфидными мостиками-цепями, а затем вследствие разрушения связующих цепочек из керогена в главную фазу

нефтеобразования формируются жидкие и газообразные углеводороды и битумоиды. Эти новообразования мигрируют за пределы нефтематеринских пластов, а в них остается сильно обуглероженная смесь реликтов керогенного материала.

Любопытно, что по материалам С.Г.Неручева и др. [30], а также А.М.Акрамходжаева [1], потери органического вещества в нефтематеринских толщах выглядят так, как показано на рис. 2. Иначе говоря, при погружении нефтематеринских отложений на глубину 3 км от первоначально захороненного РОВ остается только 32 %, а на глубину 7 км — около 21 %.

Очень большой расход РОВ и интенсивное уплотнение черных глин на стадии диагенеза подтверждаются прямым определением их коэффициентов уплотнения. Сравнение толщины слоев в телах карбонатных конкреций и за их пределами, проведенное Ю.О.Гавриловым [6], показало, что только на этом раннем этапе преобразований их мощность сокращается в 6—7 раз.

Наряду с переработкой РОВ постседиментационное сокращение мощностей осадочных отложений бывает в значительной степени обусловлено растворением карбонатов. При рассмотрении этих явлений следует прежде всего иметь в виду, что рассеянные карбонаты встречаются среди глин, песчаников, сланцев, фосфоритов и кремнистых пород иногда в больших количествах. Кроме того, они образуют самостоятельные скопления, залегающие в виде пластов, линз и линзовидных тел.

Поведение карбонатов в процессах постседиментационного преобразования в значительной мере зависит от проницаемости вмещающих их пород. В тех случаях, когда образуется открытая физико-химическая система, в которой возникающая углекислота может свободно удаляться за ее пределы, создается обстановка, благоприятная для растворения и исчезновения карбонатных минералов.

Действительно, в серии экспериментальных работ И.Г.Киссина и С.И.Пахомова [15] было показано, что при давлении насыщенного пара и при нагревании от 75 до 120 °С с дистиллированной водой карбонаты гидролизуются по схеме $CaCO_{3тв} + H_2O = Ca(OH)_{2раств} + OH^- + CO_{2газ}$. Иначе говоря, в результате гидролиза в породе должны появляться поры, каверны, стилолитовые швы, сутуры и трещины, что отражает растворение и вынос карбонатного материала. Следует отметить, что разные карбонатные минералы гидролизуются при разных температурах. Вначале растворяется сидерит, затем магнезит и доломит и, наконец, кальцит.

Результаты лабораторных экспериментов И.Г.Киссина и С.И.Пахомова [15] нашли подтверждение в ряде явлений. Эти же авторы установили, что количество углекислоты (CO_2) в третичных коллекторах Предкавказья тесно связано с пластовыми температурами, причем между этими факторами в интервале температур 75—150 °С существует прямая зависимость.

Согласно данным Н.А.Минского [27], Б.К.Прошлякова и Т.И.Гальяновой [32], пористость карбонатных коллекторов в разных газонефтяных провинциях мира закономерно уменьшается с глубиной, но в интервале глубин 1,5—2,5 км данная закономерность нарушается и здесь обычно формируется зона оптимальных коллекторских свойств, в которой общая пористость возрастает до 13—32 %. Объяснить это отклонение легче всего с позиции гидролиза карбонатов при повышении температуры.

Следует, однако, подчеркнуть, что карбонатные минералы при погружении в глубь осадочного бассейна растворяются не всегда. В работах С.Д.Малинина [26], Н.И.Хитарова, С.Д.Малинина [53] и ряда зарубежных исследователей отмечено, что если в осадочной толще создается обстановка закрытой физико-химической системы, т.е. углекислота не удаляется за пределы кар-

бонатного пласта, то карбонаты оказываются устойчивыми в широком диапазоне температур и давлений.

И все же растворение карбонатных минералов в зонах диагенеза и катагенеза происходит довольно часто. Именно с ним, как показали работы П.Б.Стокдейла, Д.Блэка и Х.Роя, И.К.Ригби, В.А.Успенского, Х.В.Дэнингтона, В.Н.Холодова, Г.И.Бушинского, В.А.Маслова, Г.С.Голдырева и Л.А.Кузнецовой, Л.Г.Плахотного, Ф.П.Кренделева и др., связано формирование стилолитовых швов, сутур и сутуроподобных текстур, определяющее довольно значительное сокращение мощностей карбонатных толщ.

Согласно представлениям П.Б.Стокдейла [71], развитие стилолитовых швов уменьшает мощность карбонатных отложений в среднем примерно на 40 %. Более точную оценку стилолитизации, связанной с разломами, произвел Н.Н.Бакун [2]. По его данным, мощность юрских битуминозных известняков Челгарской антиклинали (Таджикистан), испытывающих стилолитообразование, вблизи от осложняющего структуру разлома сокращается на 17—23 %.

Близкие результаты получил П.Бодо [64], детально изучивший амплитуду и частоту встречаемости стилолитовых швов в верхнеюрских известняках Бургундии. По его данным, мощность относительно однородных и плотных известняков в результате растворения под давлением сокращается на 12 %, тогда как менее плотных разностей с прихотливой пористостью в процессе стилолитизации на 21 %.

В терригенных породах, песчаниках и алевролитах, уплотнение каркаса обычно также сопровождается растворением под давлением. Как показали Л.Слосс и Д.Феррей, Б.Х.Бирма и Ч.М.Райли и особенно М.Т.Хилд [67] и А.В.Копелиович [16, 17], уплотнение терригенных пород при погружении на глубины 1,5—4 км влечет за собой формирование микростилолитовых, конформных или инкорпорационных структур, с одной стороны, и растворение неустойчивых минералов — с другой.

Учесть количественное влияние этих процессов на мощность осадочных отложений без специальных микроскопических наблюдений и парагенетического анализа очень трудно. А.В.Копелиович [17], глубоко исследовавший эти явления в рифейских толщах юго-запада Русской платформы, пришел к заключению, что поперечное сечение зерен в грубозернистых песчаниках составляет 95—98 % от первоначального, а в мелкозернистых песчаниках и алевролитах оно уменьшается до 90—97 %. Соответствующее количество растворенного при этом материала, с учетом «исчезнувших» минералов, он оценивает в первые десятки процентов.

Весьма существенно на мощность осадочных отложений влияют явления «гидровулканизма» [11], песчаного диапиризма [54, 55] и грязевого вулканизма. В настоящее время можно считать, что эти процессы не являются экзотическими, а представляют собой определенную стадию развития любого осадочно-породного бассейна [47].

В результате возникновения зон аномально высоких пластовых давлений на стадии катагенеза сначала в глинистых толщах, а затем в смежных пластах-коллекторах происходят процессы флюидизации и «разжижения», которые завершаются гидроразрывом пластов или гидропрорывом разжиженной массы на дневную поверхность; формируются кластические дайки, «горизонты с включениями» и грязевые вулканы.

Особенность строения и механизм образования кластических даек и «горизонтов с включениями» были детально изучены нами в предыдущих публикациях [54—56]. Особое место в этом ряду диапировых тектур занимают грязевые вулканы. Чаще всего они являются результатом прорыва массы грязебрекчий или песчано-

го разжиженного материала на дневную поверхность. Морфологически они представлены либо конусовидными поднятиями, размерами 1,7 км в поперечнике и 0,4 км в высоту, либо кратерными провалами. «Корни» грязевых вулканов опускаются на глубины 2—3 км, жерла их четко контролируются системой разломов, чаще всего приуроченных к своду антиклинальных поднятий, а кратерные площадки этих сооружений обычно покрыты многочисленными мелкими сальзами и грифонами, сквозь каналы которых периодически изливается глинистый раствор, иногда с битумоидами, и извергаются газовые пузыри. Довольно длительные эпохи грифонно-сальзовой деятельности время от времени прерываются крупными, но кратковременными извержениями грязебрекчий, флюидов и газов; в деятельности большинства грязевых вулканов устанавливается четко выраженная ритмичность. В жерлах древних грязевых вулканов, вскрытых эрозией, часто фиксируются кластические дайки (Алигул, Боядаг; вулканы Туркмении).

Все эти явления весьма существенно влияют на мощность материнских осадочных толщ. Некоторое представление о роли грязевого вулканизма в уменьшении мощности питающих его осадочных отложений дают следующие подсчеты. В Атласе грязевых вулканов Азербайджана [63] сделана попытка количественно оценить объем твердых выбросов — сопочных брекчий, вынесенных на дневную поверхность во время извержений 75 вулканов. Следует подчеркнуть, что эти данные относятся не ко всей постройке вулкана, а только к его единовременному выбросу, создающему вулканогенно-осадочный покров. Общая масса грязебрекчий, особенно в таких гигантах, как Туорогай, Большой и Малый Кянизадаг или Мишов-Даг, значительно превышает приведенные объемы.

Суммарный объем продуктов твердого выброса грязевых вулканов Азербайджана оценивается в 54 км³. Если учесть, что площадь, на которой находятся эти вулканы, равна 4400 км², то нетрудно подсчитать, что мощность материнских отложений, снабжающих «корни» вулканов, должна уменьшиться на 12 м. Само собой разумеется, что это минимальная оценка сокращения мощностей осадочных и вулканогенно-осадочных отложений, участвующих в развитии элизионных систем.

Очень большое воздействие на мощность осадочного чехла оказывает высокая пластичность некоторых осадочных пород — гипса, ангидрита, солей и эвапоритов, некоторых карбонатных. В некоторых случаях следы пластических движений эвапоритов наблюдаются в

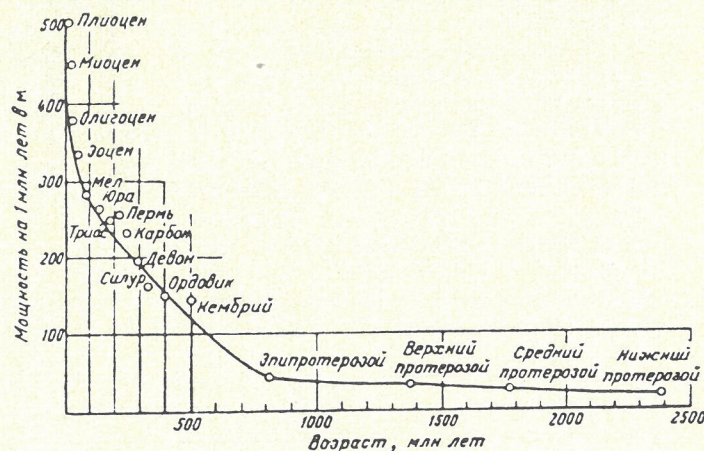


Рис. 3. Соотношение мощности осадочных отложений и времени их образования, по Л. И. Салопу — Дж. Гиллули

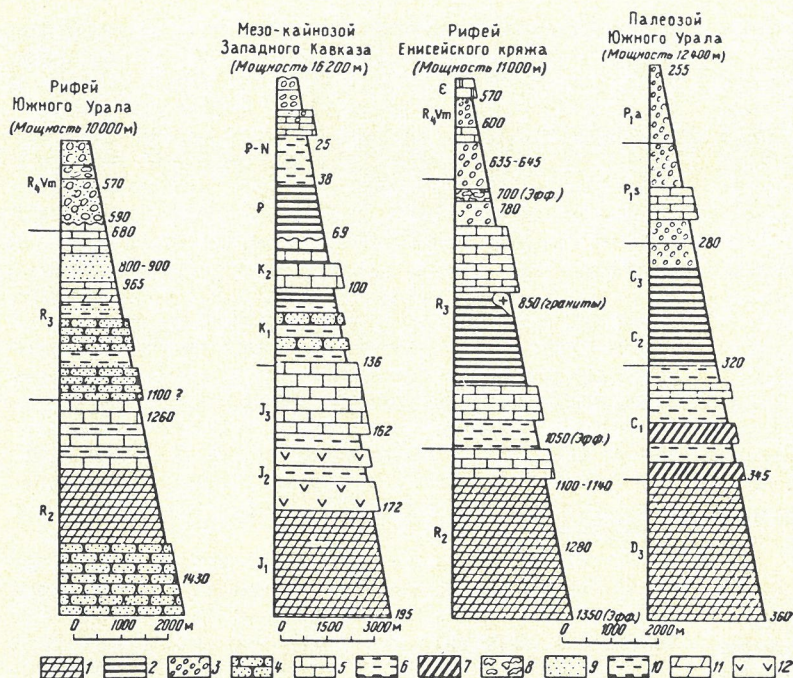


Рис. 4. Сравнение рядов формаций рифея и фанерозоя, по Б.М.Келлеру [14]:

1 — аспидная формация; 2 — флиш и сходные с флишем отложения; 3 — молассы; 4 — фалаховая формация — кварциты, песчаники; 5 — известняки, доломиты; 6 — алевролиты; 7 — кремнистые породы; 8 — конгломераты; 9 — песчаники; 10 — глины; 11 — мергели; 12 — основные эффузивы; справа от колонки абсолютный возраст в млн. лет, полученный для осадочных формаций калий-аргоновым методом (по глаукониту)

прогибах платформ, без очевидных следов тектонической складчатости.

Маточные рассолы, захороненные внутри эвапоритовых толщ, заметно повышают электро- и теплопроводность этих образований и усиливают пластичность солевых масс. В тех участках солеродных древних бассейнов, где мощность эвапоритовых формаций достигает значительных величин (~1500—2000 м), широко проявляется «соляная тектоника» — формируются соляные диапиры, штоки, поднятия [18, 34].

Диапиризм солеродных отложений в некоторых осадочно-породных бассейнах приобретает значение крупного геологического явления. Так, на базе девонских солеродных толщ в Днепровско-Донецкой впадине сформировано более 76 антиклинальных поднятий, в ядрах которых залегают соляные штоки. Размеры куполов достигают 20—30 км в поперечнике, а корни уходят на глубины 5—7 км. По форме здесь различаются гребни, линзы, столбо- и грибовидные штоки [59].

В районе Голфкост (США) изучено более 100 соляных куполов. Размеры поднятий превышают 1,5—6,5 км, в плане они эллиптической формы и сверху осложнены кепроками. Эти диапировые структуры имеют корни в юрских или пенсильванских солеродных отложениях [20].

Причины выдавливания соляных масс и формирования диапиров выяснены не до конца. Предполагается, что в этом процессе большую роль играют: темп дегидратации и увеличения плотности осадочных пород, перекрывающих соленосные отложения; содержание рассолов и воды в породах солеродной формации; состав, характер и мощность эвапоритовых толщ; температура и давление на глубине залегания солематеринской свиты; тектонические напряжения.

Некоторые проявления соляного диапиризма можно, по-видимому, рассматривать как аналог грязевого и песчаного вулканизма. Они, вероятно, столь же интенсивно изменяют мощность солеродных отложений, как и грязевой вулканизм в терригенно-глинистых толщах. Ю.А.Косыгин [18] подчеркнул, что рядом с соляными куполами обычно развиты компенсационные или краевые синклинали, в которых мощность солеродных толщ уменьшена за счет оттока соли к куполу.

Перераспределение пластического материала, несомненно, проявляется также в зонах интенсивной складчатости, однако количественная оценка этого явления

чрезвычайно затруднительна. Трудность заключается в том, что типизация складок, механизм их образования и деформация слагающих их осадочных и вулканогенно-осадочных толщ тесно связаны между собой. Между тем, несмотря на ряд замечательных работ М.М.Тетяева, В.В.Белоусова, Е.Хаармана, В.А.Магницкого, Ю.А.Косыгина, П.Н.Кропоткина, В.Е.Хаина, Г.Д.Ажгиря, А.Е.Михайлова, В.В.Бронгулсеева, А.В.Лукиянова и др., отсутствие единой классификации складчатости не позволяет дать этому процессу точную количественную оценку.

В связи с этим представляется совершенно необоснованной точка зрения К.Б.Сеславинского [46], в соответствии с которой первичная складчатость сокращает мощность осадочных толщ не менее, чем на 15 %, а повторная — на 5—12 %. При этом почему-то считается, что это сокращение обусловлено главным образом уплотнением и уменьшением пористости пород. В то же время тектонистами доказана огромная роль внутрислойного течения материала, его «растаскивания» и нагнетания в различных частях складчатой системы. Этот процесс непосредственно отражается на изменении мощностей, но, по-видимому, слабо сказывается на плотности пластических пород.

Общие тенденции в изменении мощностей осадочных и вулканогенно-осадочных отложений стратисферы во времени описывает кривая Л.И.Салопа [39] (рис. 3). В соответствии с приведенным графиком, в котором, кстати, в части, касающейся фанерозойских отложений, использованы материалы Дж.Гиллули [66], средние мощности отложений при переходе от более молодых к более древним образованиям закономерно уменьшаются, тогда как соответствующие интервалы геологического времени возрастают от десятков миллионов до сотен миллионов и миллиардов лет.

Естественно, возникает вопрос, который был поставлен в работах Дж.Гиллули и М.Е.Раабен (1966): не является ли вся кривая артефактом, не построена ли она на систематических ошибках измерения мощностей?

Следует сразу же подчеркнуть, что неполнота геологической летописи, бесспорно, очень велика и самое главное непрерывно возрастает от более молодых отложений к более древним [49, 57]. Это обстоятельство делает все сравнительно-литологические построения

весьма условными и не позволяет возводить их в ранг точных законов.

Однако эта же неполнота заставляет геологов при определении мощностей древнейших отложений суммировать отдельные «частные» замеры и придавать общим оценкам мощности стратиграфических подразделений статистический характер. В связи с этим вызывает сомнение утверждение Дж.Гиллули об одностороннем подходе к оценке мощностей в докембрии. Напомним, Дж.Гиллули утверждал, что при замене множества частных замеров мощностей одним общим нами систематически уменьшается окончательный результат.

Следует отметить, что закономерности формирования мощностей и смещение депоцентра седиментации тесно связаны с типом осадочного бассейна. Они по-разному осуществляются в интракратонных, эпикратонных, троговых и рифтовых палеобассейнах [35, 41]. А так как в докембрийское время, по-видимому, все эти типы конечных водоемов стока сосуществовали, вряд ли это обстоятельство способствовало получению односторонних результатов в замере мощностей. Поэтому, по нашему мнению, использование «частных» замеров мощностей в докембрийских разрезах сводит на нет систематические ошибки измерений.

Иначе говоря, кривая Л.И.Салопы — Дж.Гиллули, вероятно, отражает реально существующие закономерности, однако она неправомерно названа кривой изменения скорости осадкообразования. На диаграмме (см. рис. 3) показаны не скорости захоронения осадка, а изменение темпа осадочного породообразования (ТОП) во времени. Иначе говоря, мощность в нашем случае отражает не только накопление осадка на дне палеоводоема, но и все последующие вторичные преобразования осадочных отложений. Для того, чтобы правильно истолковывать приведенную кривую, необходимо, опираясь на мощности древних отложений, восстановить их первичные значения в момент окончательного захоронения осадков.

Весьма основательный анализ поведения мощностей в древнейших отложениях Земли был выполнен Б.М.Келлером [13, 14]. Он попытался сравнить литологически сходные формации, которые возникали в геосинклинальных прогибах, окаймляющих платформы. Среди миогеосинклинальных образований он выделил рифейские формации Южного Урала и Енисейского кряжа и сравнил их мощности и геохронологическую датировку с мезозойско-кайнозойскими толщами Кавказа и палеозоем Урала (рис. 4).

Очевидно, как считает Б.М.Келлер, время формирования карбонатных и терригенных формаций в сравнительно молодых отложениях Урала и Кавказа оценивается в 12—18 млн. лет. Их рифейские гомологи формировались за 50—1100 млн. лет. Если аспидные формации фанерозоя на Урале и Кавказе были отложены за 15—30 млн. лет, то в рифее Урала и Енисейского кряжа формационно сходные толщи возникли за 100—150 млн. лет. Весьма любопытно, что даже молассовые образования резко контрастируют по времени своего формирования. Длительность их накопления в третичных толщах Кавказа 25—30 млн. лет, тогда как в байкалидах Енисейского кряжа она возрастает до 200 млн. лет.

Таким образом, подтверждая реальность кривой Л.И.Салопы — Дж.Гиллули, Б.М.Келлер [14] одновременно подчеркивает замедление темпа геологических событий в прошлом. Действительно, как вытекает из рис. 4, последовательность образования вертикальных рядов формаций сохраняется в настоящем и прошлом, а темп геологических событий, несомненно, ускоряется от докембрия к кварталу. Вряд ли при этом можно принять вывод Б.М.Келлера [13] о том, что скорость

радиоактивного распада в докембрии была иной, нежели в фанерозое. Нам представляется, что этот вопрос должен опираться на более обоснованные геологические и литологические реконструкции.

Подтвердить построения Л.И.Салопы — Дж.Гиллули можно и несколько иным путем. При сравнении мощностей рифейских отложений различных районов мира и данных абсолютной геохронологии, опубликованных в работах В.И.Виноградова и др. [5], А.К.Запольнова [10], М.А.Семихатова [42], нами получена серия значений ТОП для разных районов Евразии, Северной Америки, Африки и Австралии. Оказалось, что минимальные значения ТОП отмечаются для положительных структур платформ. Здесь они вне зависимости от литологического состава отложений колеблются от 1,7 до 9,8 м/млн.лет. В авлакогенах платформ и особенно в рифейских геосинклиналях, где резко преобладают терригенные породы, ТОП резко возрастает, достигая 23 м/млн.лет (удоканская серия Забайкалья) или даже 39 м/млн.лет (серия Белт, Кордильеры). Среднее значение ТОП для рифейских отложений, подсчитанное по 19 районам, оказалось равно 12 м/млн.лет. Очевидно, что оно сравнительно невелико и заметно отличается от среднего ТОП плиоцена, которое приблизительно оценивается в 500 м/млн.лет.

Еще одно доказательство реальности кривой Л.И.Салопы — Дж.Гиллули можно получить, если сравнить конфигурацию кривой уплотнения осадочных пород на рис. 1 и график изменения ТОП во времени (см. рис. 3). Обе кривые симбатны и это еще раз подчеркивает необходимость литолого-фациальных реконструкций при вычислении реальных скоростей осадконакопления.

Для восстановления первичных мощностей захороняемых осадков следует использовать не общегеологическую методику коэффициентов (фактор древности и фактор длительности К.Б.Сеславинского [46]), а дифференцированный литолого-фациальный анализ. В соответствии с ним необходимо, определив соотношение важнейших типов пород в исследуемом разрезе, а также их плотность или объемный вес, по кривой, приведенной на рис. 1, вычислить первичные мощности, соответствующие минимальным объемным весам глин, песчанников, алевролитов или карбонатных пород. Зная количество остаточного РОВ, а также сульфидов и карбонатов в породах разного литологического состава, можно принять теоретически обоснованную поправку на потери органического вещества и карбонатов.

Применив микроскопические исследования, анализ минеральных парагенезов и наиболее распространенных микроструктур, можно рассчитать дополнительное изменение мощности за счет переориентировки и растворения терригенных зерен под давлением. Наконец, изучая закономерности диапиризма, складкообразования и формирования стилолитовых швов, в каждом конкретном случае следует оценивать их вклад в изменение первичной мощности осадочных толщ.

В заключение необходимо отметить, что в связи с отсутствием надежных реконструкций проблема изменения реальных скоростей седиментации во времени до сих пор остается открытой. Можно предполагать, что скорость осадконакопления в целом растет от докембрия к кварталу в той же степени, в какой убыстряются все остальные геологические процессы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Акрамходжаев А.М.* Главная фаза нефтеобразования // *Узбекский геологический журнал*. 1973. № 6. С. 21—35.
2. *Бакун Н.Н.* Анализ эпигенеза мезозойско-кайнозойских отложений в разрывных зонах на локальных структурах восточных районов Средней Азии // *Вопросы методики изучения литологии в нефтегазоносных областях*. М., 1979. С. 93—160.
3. *Безруков П.Л.* Перерывы в глубоководном осадконакоплении

- и их геологическое значение // Докл. 27 МГК. Палеонтология, морская геология. М., 1976. С. 149—156.
4. *Вассоевич Н.Б.* Опыт построения типовой кривой гравитационного уплотнения глинистых пород // Новые нефтяные технологии. Сер. геол. 1960. Вып. 4. С. 56—72.
 5. *Виноградов В.И., Покровский Б.Г., Пустыльников А.М.* и др. Изотопно-геохимические особенности и возраст верхнедокембрийских отложений запада Сибирской платформы // Литология и полезные ископаемые. 1994. № 4. С. 49—76.
 6. *Гаврилов Ю.О.* Диагенетические преобразования в глинистых отложениях. — М.: Наука, 1982.
 7. *Добрынин В.М., Вендельштейн Б.Ю., Кожевников Д.А.* Петрофизика. — М.: Недра, 1991.
 8. *Дортман Н.Б., Василева В.И., Вейнберг А.К.* и др. Физические свойства горных пород и полезных ископаемых СССР. — М.: Недра, 1964.
 9. *Жемчужников Ю.А.* Основы петрологии углей. — М.: Изд-во АН СССР, 1960.
 10. *Запольнов А.К.* Докембрийский чехол // Докембрийская геология СССР. Л., 1988. С. 330—342.
 11. *Иванчук П.П.* Роль гидровулканизма в формировании газоконденсатных и нефтяных месторождений. — М.: Недра, 1974.
 12. *Кей М.* Осадки и погружение во времени // Земная кора. М., 1957. С. 687—700.
 13. *Келлер Б.М.* Общие вопросы развития земной коры в верхнем докембрии // Стратиграфия СССР. Верхний докембрий. М., 1963. С. 120—158.
 14. *Келлер Б.М.* Сравнение скоростей осадконакопления рифея и фанерозоя в свете данных абсолютной геохронологии // Проблемы осадочной геологии докембрия. М., 1975. С. 43—47.
 15. *Киссин И.Г., Пахомов С.И.* О возможной генерации углекислоты в недрах при умеренно высоких температурах // Докл. АН СССР. 1967. Т. 174. № 2. С. 212—230.
 16. *Копелиович А.В.* О количестве перемещения вещества при изменении размера зерен в связи с вторичными преобразованиями некоторых осадочных пород // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1959. Т. 34. Вып. 2. С. 58—65.
 17. *Копелиович А.В.* Эпигенез древних толщ юго-запада Русской платформы. — М.: Наука, 1965.
 18. *Косыгин Ю.А.* Соляная тектоника и гипсовая тектоника Актыбинской области // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1940. № 1. С. 30—42.
 19. *Косыгин Ю.А.* Основы тектоники нефтеносных областей. — М.: Гостехиздат, 1952.
 20. *Леворсен А.* Геология нефти и газа. — М.: Мир, 1970.
 21. *Лисицын А.П.* Скорость современного осадконакопления в океанах // Океанология. 1971. Т. XI. Вып. 6. С. 957—968.
 22. *Лисицын А.П.* Осадкообразование в океанах. — М.: Наука, 1974.
 23. *Лисицын А.П.* Лавинная седиментация и перерывы в осадконакоплении в морях и океанах. — М.: Наука, 1988.
 24. *Логвиненко Н.В.* Постдиагенетические изменения осадочных пород. — М.: Наука, 1968.
 25. *Ломтадзе В.Д.* Стадии формирования свойств глинистых пород при их литификации // Докл. АН СССР. 1955. Т. 102. № 4. С. 23—25.
 26. *Малинин С.Д.* Физико-химическая характеристика углекислых терм // Геохимические исследования в области повышенных давлений и температур. М., 1965. С. 92—107.
 27. *Минский Н.А.* Миграция областей оптимальных свойств коллекторов // Состояние и перспективы изучения коллекторов нефти и газа. М., 1971. С. 27—45.
 28. *Мурдмаа И.О.* Океанский пелагический литогенез // Литология и полезные ископаемые. 1991. № 5. С. 3—19.
 29. *Мухин Ю.В.* Процессы уплотнения глинистых осадков. — М.: Недра, 1965.
 30. *Неручев С.Г., Трофимук А.А., Рагозина С.А.* Основные этапы и количественная сторона генерации и эмиграции углеводородов и материнских пород // Генерация углеводородов в процессе литогенеза осадков. М., 1976. С. 120—158.
 31. *Нестеров И.И.* Уплотнение глинистых пород // Советская геология. 1965. № 12. С. 69—80.
 32. *Прошляков Б.К., Гальянова Т.И.* Стадийность вторичных изменений кварца в осадочных породах // Литология и полезные ископаемые. 1971. № 5. С. 32—48.
 33. *Раабен М.Е.* О скоростях осадконакопления в рифее // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1966. № 9. С. 117—130.
 34. *Рассел У.Д.* Основы нефтяной геологии. — Л.: ГОНТИ, 1958.
 35. *Рединг Х.* Обстановки осадконакопления и фации. — М.: Мир, 1990. Т. 2.
 36. *Ронов А.Б., Хаин В.Е., Балуховский А.Н., Сеславинский К.Б.* Изменение распространенности, объемов и скоростей накопления осадочных и вулканогенных отложений в фанерозое (в пределах современных материков) // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1976. № 12. С. 5—13.
 37. *Рухин Л.Б.* Основы общей палеогеографии. — Л.: ГОНТИ, 1959.
 38. *Сакс В.Н.* О скорости накопления современных морских осадков // Природа. 1950. № 6. С. 21—32.
 39. *Салоп Л.И.* Геохронология докембрия и некоторые особенности раннего этапа геологического развития Земли // Докл. 27 МГК. Геология докембрия. М., 1964. С. 40—86.
 40. *Свальнов В.Н.* Динамика пелагического литогенеза. — М.: Наука, 1991.
 41. *Селли Р.К.* Введение в седиментологию. — М.: Недра, 1981.
 42. *Семихатов М.А.* Стратиграфия и геохронология протерозоя. — М.: Наука, 1974.
 43. *Сеславинский К.Б.* О влиянии фактора длительности стратиграфических интервалов на оценки скоростей осадконакопления // Докл. АН СССР. 1981. Т. 260. № 3. С. 701—706.
 44. *Сеславинский К.Б.* Фактор древности и оценки скоростей осадконакопления геологического прошлого // Докл. АН СССР. 1981. Т. 260. № 4. С. 977—980.
 45. *Сеславинский К.Б.* О связи скоростей осадконакопления с составом отложений // Докл. АН СССР. 1981. Т. 260. № 5. С. 1216—1220.
 46. *Сеславинский К.Б.* О скоростях осадконакопления в геологическом прошлом // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1982. Т. 58. Вып. 4. С. 29—48.
 47. *Соколов Б.А., Холодов В.Н.* Флюидогенез и флюидодинамика осадочных бассейнов — новое направление геологии // Отечественная геология. 1993. № 6. С. 32—45.
 48. *Страхов Н.М.* К познанию закономерностей и механизма морской седиментации. Черное море // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1947. № 2. С. 49—91.
 49. *Тимофеев П.П., Холодов В.Н.* Эволюция бассейнов седиментации в истории Земли // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1984. № 7. С. 10—34.
 50. *Уэллер Дж.М.* Уплотнение осадков // Проблемы нефтяной геологии в освещении зарубежных ученых. Л., 1961. С. 50—97.
 51. *Файф У., Прайс Н., Томпсон А.* Флюиды в земной коре. — М.: Мир, 1981.
 52. *Ханин В.А.* Терригенные породы — коллекторы нефти и газа на больших глубинах. — М.: Недра, 1979.
 53. *Хитаров Н.И., Малинин С.Д.* О равновесных фазовых отношениях в системе H_2O-CO_2 // Геохимия. 1958. № 7. С. 52—72.
 54. *Холодов В.Н.* Песчаный диапиризм — новая сторона катагенетических процессов. 1. Морфология, состав и условия образования песчаных даек и «горизонтов с включениями» в миоцене Восточного Предкавказья // Литология и полезные ископаемые. 1978. № 4. С. 3—32.
 55. *Холодов В.Н.* Песчаный диапиризм — новая сторона катагенетических процессов. 2. Механизм образования и геологическое значение песчаных даек и «горизонтов с включениями» // Литология и полезные ископаемые. 1978. № 5. С. 52—63.
 56. *Холодов В.Н.* Постседиментационные преобразования в элизионных бассейнах. — М.: Наука, 1983.
 57. *Холодов В.Н.* К проблеме эволюции осадочного процесса в истории Земли // Проблемы доантропогенной эволюции биосферы. М., 1992. С. 3—48.
 58. *Черноусов Я.М.* Курс общей геологии угольных месторождений. — М.: ГОНТИ, 1965.
 59. *Чирвинская М.В., Забелло Г.Д., Смекалкина Л.В., Турчаненко Н.Т.* Типы соляных диапиров и их роль в формировании локальных структур ДДВ // Мат-лы симпозиума «Условия образования и особенности нефтегазоносности солянокупольных структур». Киев, 1966. С. 24—36.
 60. *Шатский Н.С.* Структура и время // Новые книги за рубежом. М., 1951. № 8. С. 24—36.
 61. *Шварц Н.Т., Лауннер К.Т.* От обугливания сена к образованию углей в природе // Природа. 1930. № 5. С. 24—36.
 62. *Энгельгардт В.* Поровые водные растворы и катагенез пород // Диагенез и катагенез осадочных образований. М., 1971. С. 443—459.
 63. *Якубов А.А., Ализаде А.А., Зейналов М.М.* Грязевые вулканы Азербайджанской ССР. — Баку: Изд-во АН АзССР, 1971.
 64. *Bodou P.* L'importants des joints stylolithiques dans la compaction des carbonates // Bul. Cent. Rech. Paris. 1976. 10. № 2. P. 627—644.
 65. *Davies T.A., Hag W.W., Southam J.K., Worsley T.R.* Estimate of Cenozoic oceanic sedimentation rates // Science. 1977. Vol. 197. P. 53—55.

66. *Gilluly J.* Distribution of mountain building in geologic time // *Bul. Geol. Soc. Amer.* 1949. Vol. 60. № 4. P. 561—589.
67. *Heald M.T.* Stylolites in sandstones // *Journ. of Geol.* 1955. Vol. 63. № 2. P. 101—114.
68. *Hedberg H.D.* Gravitational compaction of clay and shales // *Am. Journ. Sci.* 1936. Vol. 31. P. 241—287.
69. *Holmes A.* The constructions of a geological time scale // *Trans. Geol. Soc. Glasgow.* 1947. Vol. 21. P. 112—152.
70. *Ricke H.H., Chilingarian G.W.* Compaction of argillaceous sediments: Development in sediments. 16, Amsterdam etc. Elsevier Sci. Publ. Co. 1974.
71. *Stockdale P.B.* Stylolites, their nature and origin // *Indiana Univ. Studies* 2. 1922. № 35.
72. *Umbgrove J.H.F.* The pulse of the Earth // *Mart. Nijjh. The Hauge.* 1947. Vol. 358. P. 230—242.
73. *Worsley T.R., Davies T.A.* Sea level fluctuations and deep-sea sedimentation // *Science.* 1979. Vol. 203. P. 455—456.

УДК 553.58

© Коллектив авторов, 1997

Нижне-среднетриасовый рифтогенный комплекс Западно-Сибирского бассейна

В.С.СУРКОВ, А.М.КАЗАКОВ, В.П.ДЕВЯТОВ, Л.В.СМИРНОВ (СНИИГГиМС)

Ранне-среднетриасовый этап развития Западно-Сибирского бассейна исследователями этого региона понимается по-разному. Это обусловлено различной интерпретацией геофизических материалов, а главное, небольшим числом вскрытых триас скважин и слабой палеонтологической охарактеризованностью системы.

Триасовые образования были вскрыты первыми же опорными скважинами на юге Западно-Сибирского бассейна. В 50-х годах они расчленялись А.В.Хабакимовым, П.Ф.Ли и другими на литостратиграфические подразделения по вещественному признаку (аргиллитовая, красноцветная, вулканогенная, интрузивно-осадочная свиты) [3]. В угленосных бассейнах восточного склона Урала, а также на Приполярном Урале триасовые отложения были разделены на множество свит, часть которых вошла в современную стратиграфическую схему триаса Западной Сибири [10]. Н.Н.Ростовцевым угленосные отложения триаса восточного склона Урала были названы челябинской серией, а вулканогенно-осадочные образования на юго-западе бассейна — туринской, с подразделением последней на несколько свит [11].

В настоящее время существуют три основные парадигмы на историю формирования и строения нижне-среднетриасового комплекса Западно-Сибирского бассейна. Одна из них разрабатывается в ЗапСибНИГНИ В.С.Бочкаревым, И.И.Нестеровым и др., которые считают, что триас в Западной Сибири представлен тремя крупными стратиграфическими подразделениями: тампейской и синхронными с ней туринской и челябинской сериями [2]. В более поздней работе И.И.Нестеров и В.С.Бочкарев вскрытые скважинами в Уренгойском районе отложения (кластолавы, туфы, покровные трахибазальты и трахиандезиты) сравнивают с вулканидами орогенных наземных вулканических поясов, близких Охотско-Монгольскому, и условно считают их верхнепалеозойскими. К триасовой системе в полном объеме они относят преимущественно глинистые отложения тампейской серии [6].

В последнее время уже с использованием результатов бурения Тюменской сверхглубокой скважины (СГ-6), вскрывшей основные вулканиды триаса, охарактеризованные спорово-пыльцевыми комплексами и остатками наземных растений, они признают, что триасовая система в этом районе состоит не только из тампейской серии, но еще из подстилающих ее основных вулканидов (красноселькупская серия), выполняющих изолированные грабенообразные впадины, которые прежде были известны лишь в разрозненных разрезах в Уренгойском, Усть-Енисейском и других районах Западной Сибири. В то же время, нижнюю часть пройденных скважинами эффузивов, представленных той же трапповой формацией, они относят к пермской системе [7].

Другая точка зрения представлена в работе С.В.Ап-

лонова [1]. Исходя из геодинамической концепции тектоники плит, он считает, что на рубеже палеозойской и мезозойской эр в результате дивергенции литосферных плит центральная часть Западно-Сибирского бассейна на юге пережила стадию внутриконтинентального рифта, а на севере в это время существовал бассейн с океаническим типом коры, названный Обским палеоокеаном. Океан разрастался в результате постепенного спрединга. Раскол континентальной литосферы в северной части произошел примерно 240—235 млн. лет назад.

Данные глубинных сейсмических зондирований, сейсморазведки МОВ и МПВ, магнито- и гравиметрические материалы, а также результаты глубокого бурения указывают на то, что в раннем — среднем триасе территория Западно-Сибирского бассейна пережила в целом этап континентального рифтогенеза, и никакого палеоокеана на севере Западной Сибири в раннем триасе не существовало.

Рифтогенная природа Западно-Сибирского бассейна подтверждается особенностями строения земной коры и верхней мантии, вещественным составом и ранне-среднетриасовым возрастом пород, вскрываемых глубокими скважинами. Разрез земной коры и верхней мантии по профилю, пересекающему Западно-Сибирский бассейн с запада на восток на широте пос. Уренгой, приведен на рис. 1. В центральной части бассейна выделен литосферный блок аномального строения протяженностью 750 км. Верхняя мантия в пределах блока характеризуется пониженными скоростями. Граничная скорость по поверхности M 8,03 км/с, пластовая — 7,95 км/с. К западу и востоку за пределами блока скорости возрастают соответственно до 8,7 и 8,33 км/с. Толщина низкоскоростного слоя верхней мантии составляет примерно 70 км. Верхняя мантия глубже 120 км имеет горизонтальную расслоенность с чередованием высоко- и низкоскоростных слоев. В подошве консолидированной коры над аномальной мантией расположен так называемый переходный от мантии к земной коре слой, разбитый на блоки, где пластовые скорости изменяются от 6,9 до 7,25 км/с. Слой имеет форму «подушки» и достигает толщины 16 км.

Выявленная неоднородность литосферы в центральной части Западно-Сибирского бассейна удовлетворительно может быть объяснена только с позиции механизма деструкции земной коры и верхней мантии, происходящей под воздействием интенсивных глубинных эндогенных процессов. Процессы деструкции континентальной коры связываются, как известно, с активностью нижнемантийного диапиризма и повышенным динамизмом мантийных магм. На деструктивной стадии, охватывающей обширные территории, под воздействием мантийных очагов в консолидированной коре образуются линейные системы разломов растяжения —

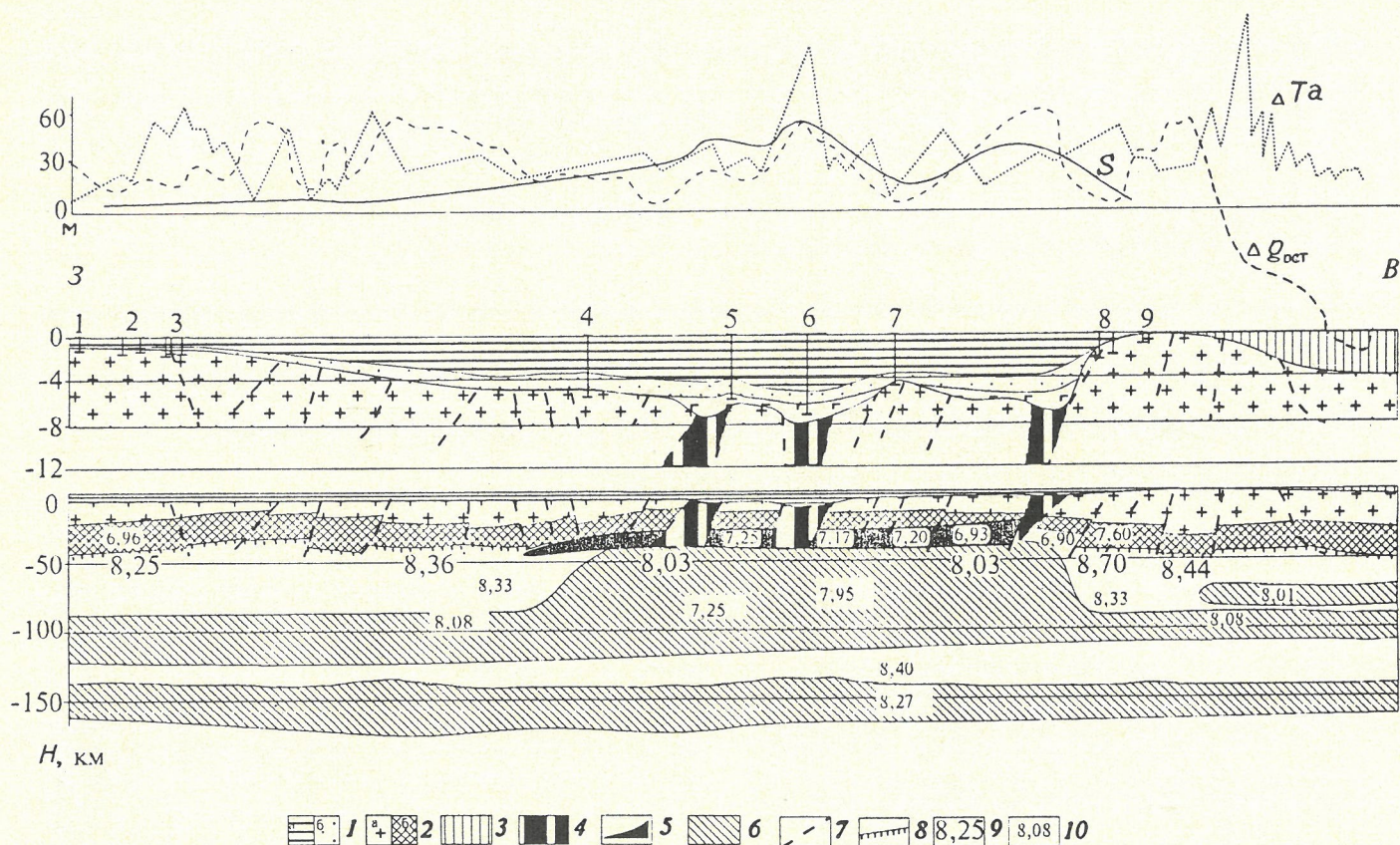


Рис. 1. Структура литосферы и верхней части земной коры Западно-Сибирской плиты (по профилю ГСЗ Березово — Игарка — Усть-Мая):

1 — осадочный слой (a — верхнеплитный комплекс, $J-Q$, b — нижнеплитный комплекс, T_3-J_2); 2 — консолидированная кора (a — условно гранитно-метаморфический слой, b — условно базальтовый слой); 3 — палеозойский платформенный чехол Сибирской платформы; 4 — зоны деструкции земной коры (палеорифты); 5 — переходный слой от верхней мантии к коре; 6 — слои верхней мантии с пониженной скоростью; 7 — разломы в консолидированной коре; 8 — поверхность M ; 9 — граничные скорости по поверхности, м/с; 10 — пластовые скорости, м/с; цифры на рисунке — площади бурения: 1 — Алтатумская, 2 — Ванзеватская, 3 — Немеровская, 4 — Уренгойская, 5 — Тюменская сверхглубокая скважина; 6, 7 — Южно-Русская, 8 — Ермаковская, 9 — Игарская,

рифты. Заполнение этих зон растяжения основными и ультраосновными породами ведет к активной переработке континентальной коры, уменьшению ее мощности, нарушению изостатического равновесия с погружением значительных территорий и образованием осадочных рифтогенных бассейнов.

Западно-Сибирский бассейн, испытавший континентальный рифтогенез, характеризуется уменьшенной мощностью земной коры, а рифтовые зоны в рельефе фундамента выражены в виде глубоких линейных долин или грабеновых впадин (рис. 2). Зоны грабен-рифтов (см. рис. 1) заполнены на всю мощность консолидированной коры магматическими образованиями основного и ультраосновного составов и характеризуются повышенными скоростями сейсмических волн, а в гравитационном и магнитном полях — положительными линейными аномалиями.

Рифтовая система Западно-Сибирского бассейна представлена Колтогорско-Уренгойским, Худуттейским, Худосейским, Ямальским, Аганским, Усть-Тымским, Чузикским и другими грабен-рифтами и разделяющими их приподнятыми блоками фундамента.

Наиболее полно глубоким бурением и сейсмическими методами изучен Колтогорско-Уренгойский грабен-рифт. Он состоит из грабенообразных структур, смещенных относительно друг друга по разломам. Грабен-рифт пересекает фундамент Западно-Сибирского бассейна по центру с юга на север на протяжении более 1800 км при ширине 10–80 км и далее прослеживается в фундаменте бассейна Карского моря, где его продолжением является рифтовый желоб Святой Анны. Данные о составе и возрасте пород Колтогорско-Уренгой-

ского грабен-рифта, полученные по результатам бурения Никольской, Игольской, Саймовской, Александровской, Тагринской скважин и, особенно, Тюменской сверхглубокой скважины (СГ-6), подтверждают высказанные выше представления [12, 13]. Тюменская скважина пробурена на севере Западно-Сибирского бассейна в центральной погруженной части Колтогорско-Уренгойского грабен-рифта в зоне интенсивных положительных гравитационной и магнитной аномалий. Она вскрыла наиболее полный и хорошо охарактеризованный керном разрез триасовой системы Западно-Сибирского бассейна (рис. 3).

Достоверно триасовые отложения, охарактеризованные палеонтологическими материалами, прослеживаются с глубины 6012 м и отвечают кровле тампейской серии (отражающий горизонт Ia; см. рис. 3) [4, 14]. Тампейская серия (инт. 6012–6430 м) в объеме среднего-верхнего отделов представлена аргиллитами, алевролитами, песчаниками, туффитами. Она разделена на две толщи: верхнюю (инт. 6012–6223 м) существенно глинистую и нижнюю (инт. 6223–6430 м) песчано-глинистую. Верхняя толща сложена темно-серыми аргиллитами и мелкозернистыми глинистыми алевролитами с редкими пластами мелко-среднезернистых песчаников мощностью до 9 м; нижняя — переслаиванием аргиллитов и алевролитов с мелко-среднезернистыми песчаниками. Мощность песчаных пластов 5–16 м. В нижней толще (инт. 6240–6251 м) содержатся раковины конхострак *Cyclotunguzites cf. tungussensis* Nov., *Glyptasmussia* sp. ind., *Lioestheria* sp. ind. (определения А.Ю.Лопато, СГУ, г. Саратов).

Средне-позднетриасовый палинокомплекс установ-

лен В.В.Круговых в инт. 6028—6264 м. Он состоит из характерных видов-индикаторов среднетриасовых отложений (*Taurocuspites morbeyi* Orl.-Zw., *Concavisporites crassixinus* Nills., *Duplexysporites problematicus* (Coup.) Pl., *Leptolepidites joukeri* Jans., *Calamospora keuperiana* Madl., *Cyclotriletes oligogranifer* Madl., *Verrucosisporites carnarvonensis* de Jers., *Anapiculatisporites telephorus* (Pautsch.) Kl., *Pilasporites trigonis* (Djur.) Tuzh., а также содержит формы позднего триаса: *Uvaesporites surgentaeformis* (Bolch.), *E. Schulz.*, *Anapiculatisporites apiniger* (Lesch.) Reinch., *Zebrasporites fimbriatus* Kl., *Punctatosporites walkomi* de Jers., *Polypodisporites* cf. *ipswichiensis* Pl. et Dett.

Остатки растений найдены по всему разрезу тампейской серии (определения Н.К.Могуичевой). В верхней толще (инт. 6012—6223 м) по частоте встречаемости доминируют многочисленные остатки хвощевых. Среди них кроме *Neocalamites*, сходных с *N. carrerei*, *N. merianii*, найдены также *Schizoneura grandifolia* (вид известен из ладина и позднего триаса Таймыра, из позднего триаса Восточного Урала, Горного Алтая), *Equisetites*, сходный с *E. conicus* кейпер Западной Европы) и *E. arenaceus* (ранний — поздний триас Западной Европы, Казахстана, Средней Азии). Немногочисленные папоротники принадлежат видам, встречающимся также в триасовых отложениях. На триасовый возраст указывают находки остатков *Cycadocarpidium*, *Pol-*

dozamites guttiformis, *Yuccites*. Таким образом, флористический комплекс верхней части тампейской серии состоит из видов, характерных в основном для позднего триаса. Некоторые из них встречены и в ладинских отложениях. Поэтому возраст этого флористического комплекса может быть определен как ладин — поздний триас.

В нижней толще тампейской серии (инт. 6223—6420 м) остатки растений встречаются реже, имеют более фрагментарную сохранность. Изменяется несколько и систематический состав. Он имеет более «древний» облик, несмотря на единичные находки папоротника *Todites berekensis*. В основном же комплекс состоит из членистостебельных, среди которых *Paracalamites* sp. встречается чаще, чем *Neocalamites* sp. и *Equisetites* sp. Учитывая этапность триасовой флоры и «положение» комплекса в разрезе, можно условно считать его анизийским.

С глубины 6420 м до забоя (7504 м) скважиной СТ-6 пройдена туринская серия — основные изверженные породы, их туфы, прослои вулканогенно-осадочных пород, охарактеризованные в верхней части спорово-пыльцевым комплексом и остатками наземных растений раннего триаса (см. рис. 3). Кровля базальтов туринской серии отвечает региональному отражающему горизонту Iб (рис. 4).

Палеонтологические материалы получены из терригенной пачки верхней части туринской серии (инт. 6437—6500 м). Раннетриасовый палинокомплекс (6398,6—6488,4 м) представлен видами-индикаторами, характерными для раннего триаса: *Todites mayor* Coup., *Kraeuselisporites cuspidus* Balme, *Osmundacidites senectus* Balme, *Perorisporites coronatus* Jar., *Toroisporites atavus* Reinh., *Aratrisporites scabratus* Kl., *Rewanispora foveolata* de Jers., *Cyathidites brevradites* Helby, *Verrucosisporites vetlugensis* (Mal.) War., *Lueckisporites virkkae* Pot. et Kr., *Aecinctisporites* sp. Кроме того, в комплексе встречены перетолженные миоспоры более древних растений: *Remysporites psilopterus* (Lub.) Lub., *Cyclobaculisporites* spp., *Cordaitina* spp., широко распространенные в позднем палеозое (заклечение В.В.Круговых).

Раннетриасовый комплекс с глубины 6447,8—6457,1 м выделен также Л.В.Ровниной. В его составе преобладает пыльца, представленная *Cyatoniapollenites* sp., *Klausipollenites* sp., *Alisporites* sp., *A. tenuicarpus* Balme, *A. gracilis* Sergs., *Striatites* sp., *Sulcatisporites krauseli* Madler, *Microchacharidites* sp., *Lunatisporites* sp., *Cycadopites* sp. Из спор значительно участие *Nevesisporites* sp., *N. limatulus* Pl., *N. fossulatus* Balme, *Retusotriletes mesozoicus* Klaus., *R. nigritellus* (Luber) Foster, *Calamospora* sp. Из единичных спор определены *Scabratisporites* sp., *Cyclotriletes* sp., *Aratrisporites* sp., *Marattisporites* sp., *Apiculatisporites* sp. и др. Отмечено присутствие немногочисленных оболочек микрофитопланктона (*Leiosphaeridium* sp., *Leiotrichoides* sp., *Inaperturapollenites dubius* Thomson et Phlog).

Единичные и фрагментарные остатки растений найдены в инт. 6447,5—6451,7 м. Это отпечаток листа, очень сходный с листьями *Pleuromeia*, а также остатки *Paracalamites* sp., *Neokoretrophyllites* sp. Возраст вмещающих отложений может

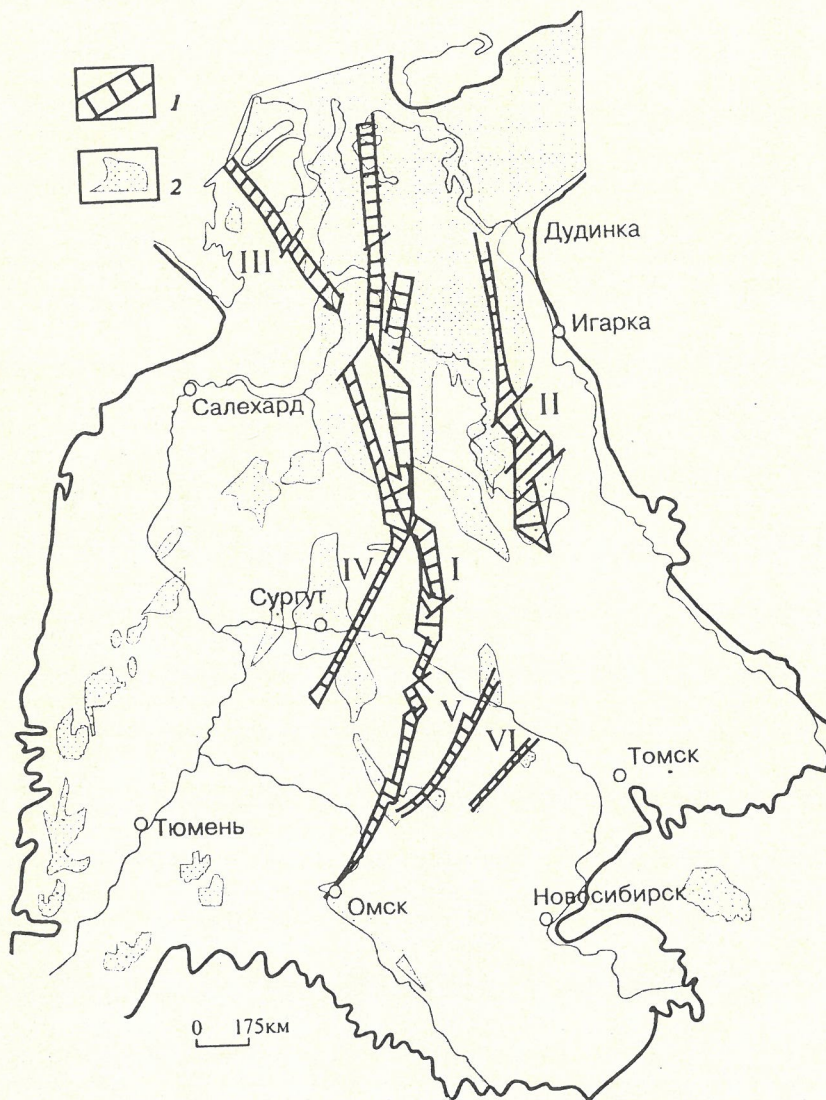


Рис. 2. Ранне-среднетриасовая рифтовая система Западно-Сибирского бассейна:

1 — грабен-рифты; 2 — эффузивно-осадочные образования нижнего — среднего триаса; рифты: I — Колтогорско-Уренгойской, II — Худосейской, III — Ямальской, IV — Аганской, V — Усть-Тымской, VI — Чузикской

быть определен как ранний триас (заключение Н.К.Могучевой).

Выделение сотрудниками ЗапСибНИГНИ [7] пермской системы среди основных вулканитов по находкам пыльцы кордаитовых и крупной пыльцы хвойных базируется на весьма спорном фактическом материале. Из приведенного С.И.Пуртовой списка палиноморф «пермского» комплекса [4] во всех отделах триасовой системы Надымско-Тампейско-Тымской и Салехардско-Шаймской областей в спорово-пыльцевых комплексах в качестве субдоманантов присутствуют: *Alisporites*, *Osmundacidites*, сопутствующих — *Verrucosisporites*, *Cirratiradites*. В нижнем отделе встречаются *Chomotriletes*, *Cordaitales*, *Florinites* [3]. Это свидетельствует, скорее, о переотложении пермской пыльцы *Cordaitina* и *Alisporites*, тем более, что в упомянутом комплексе обнаружены споры, распространенные и в каменноугольное время [9].

Явления переотложения позднепалеозойской пыль-

цы в мезозойские осадки широко известны. Е.К.Обоинская на основе изучения вулканогенно-осадочных и вулканогенных отложений Тунгусской синеклизы, залегающих на верхнепермских угленосных отложениях, указывает на переслаивание в разрезе одной скважины толщ, содержащих то палеофитные, то мезофитные комплексы. Она считает, что эти факты свидетельствуют о повторном захоронении комплексов палеофитного типа в период формирования вулканогенной толщи триаса, когда уже существовала растительность, продуцировавшая споры и пыльцу мезофитного типа, и делает вывод, что при определении возраста отложений следует опираться на группу комплексов не палеофитного, а мезофитного типа [8].

В качестве одного из примеров глубокого переотложения палиноморф можно отметить присутствие мио-спор позднепалеозойских растений, в т. ч. *Cordaitina* spp. и *Alisporites* sp. и др., в раннетриасовом и раннеюрском палинокомплексах по скважинам Тюменской СГ-6 и Никольская-1, приведенных в настоящей статье (заключение В.В.Круговых). По поводу «пермского комплекса» (СГ-6, инт. 7310—7317 м) в решениях Палинологического коллоквиума (Тюмень, 1994) отмечено, что в инт. 7309—7317 м нельзя исключить возможности значительного переотложения древних форм (пыльцы *Cordaitales* и др.). Кроме того, нужно упомянуть, что в Западной и Средней Сибири палеонтологически доказанные отложения пермской системы везде сероцветные и угленосные (в Западной Сибири — Ярудейская, Надеждинская, Нижнетабаганская площади и др.). Лишь в двух районах Сибири — Норильском (ивакинская свита) и Западно-Таймырском (верхнесырадасайская подсвита) немые основные вулканиты без должного обоснования отнесены к пермской системе.

Таким образом, полученные геологические и палеонтологические материалы позволяют считать, что Тюменская сверхглубокая скважина с глубины 6420 м до забоя вскрыла рифтогенный комплекс, представленный вулканогенными отложениями нижнего триаса, которые прогнозируются и глубже.

В пределах Колтогорско-Уренгойского грабен-рифта рифтогенный комплекс (базальты с прослоями красноцветных туфов, аргиллитов, алевролитов и песчаников нижнего — среднего триаса) вскрыт на его крайнем юге, в скв. Никольской-1 (север Омской области) на глубине 3309—4523 м (забой). Возраст его установлен по спорово-пыльцевым комплексам (определения С.А.Климко и В.В.Круговых) и остаткам наземных растений (определения Н.К.Могучевой).

Раннетриасовый комплекс В.В.Круговых выделен в инт. 4432,6—4440,5 м. Спектр характеризуется значительным преобладанием спор папоротникообразных растений (70 %) над пылью голосеменных (30 %). Общий фон спектра позднепалеозойский. Он представлен как каменноугольными (*Turrisporites pyramodalis* (Lub.) Lub., *Cyclobaculisporites trichacanthus* (Lub.) Lub., *C. gioperulus* (Lub.) Lub., *Remysporites psilopterus* (Lub.) Lub., *R. mirailis* (Lub.) Lub., *Florinites*

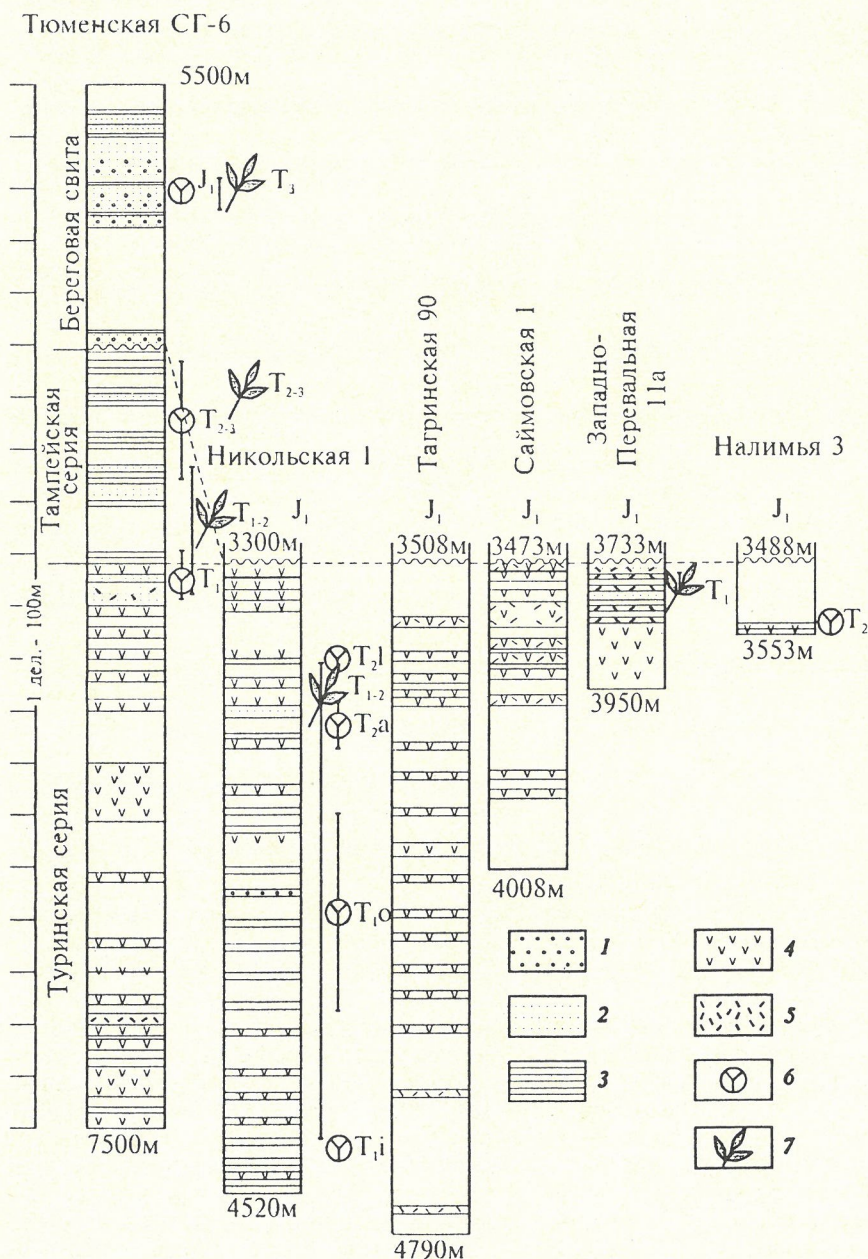


Рис. 3. Корреляция разрезов триасовой системы Западно-Сибирского бассейна:

1 — конгломераты, гравелиты; 2 — песчаники и крупнозернистые алевролиты; 3 — аргиллиты и мелкозернистые глинистые алевролиты; 4 — основные изверженные породы; 5 — туфы и туффиты; 6 — спорово-пыльцевые комплексы; 7 — флора

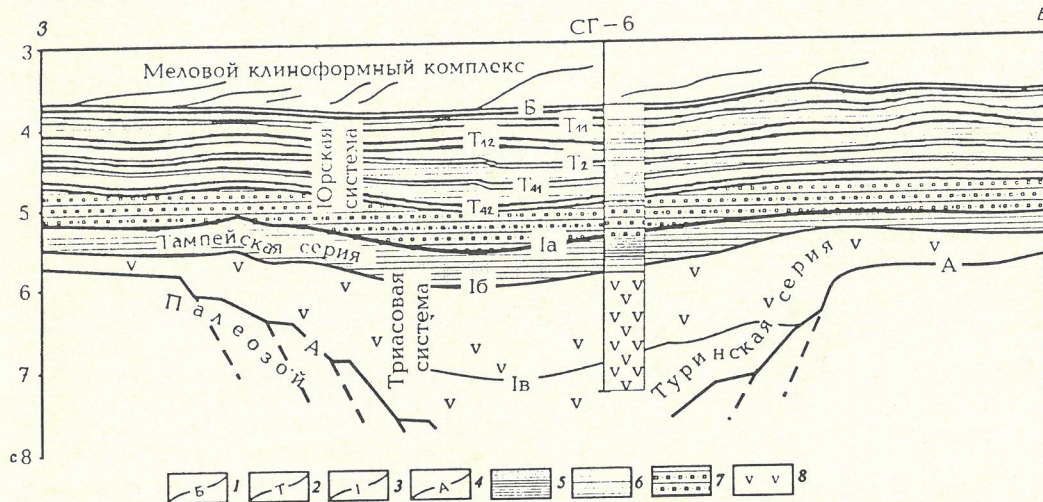


Рис. 4. Фрагмент сейсмогеологического разреза (сейсмический профиль МОВ ОГТ № 25 — ПГО «Ямалгеофизика»):

основные отражающие горизонты: 1 — баженовская свита, 2 — юрские отложения, 3 — триасовые, 4 — поверхность складчатого фундамента; породы: 5 — преимущественно глинистые, 6 — песчано-алевритово-глинистые, 7 — то же, с прослоями гравелитов и конгломератов, 8 — вулканогенно-осадочные

promptus Medv., *Divarisaccus macropterus* (Lub.), *Cordaitina* spp.), так и пермскими таксонами (*A. piculatisporis hispidus* (Andr.) Siv., *Spinosisporites parvispinus* (Lub.) War., *Nigrisporites marginatus* (Portn.) Drjag., *Cyatoniapites* sp.). На этом фоне отмечены единичные мiosпоры триасового облика: *Osmundacidites* sp., *Cyathidites brevirodites* Helby, *Nevesisporites limatus* Pl. Возраст палинокомплекса — раннетриасовый, а позднепалеозойские элементы, по-видимому, являются перетолженными.

Оленекский палинокомплекс установлен в инт. 3795,3—4189,8 м. В комплексе споры папоротникообразных (69—78 %) преобладают над пылью голосеменных растений (22—31 %). В споровой части комплекса доминируют споры типично мезозойских папоротников с гладкой скульптурой экзины *Cyathidites brevirodites* Helby, C. sp., *Concavisporites crassexinus* Nills., цингулятивные споры *Nevesisporites limatus* Pl., *N. fossulatus* Balme, содержание которых является примерно равным и достигает 25 %. Им сопутствуют в малом количестве (до 5 %) гладкие споры *Leiotriletes romboideus* Mal., *L. platygonus* Rom., *Calamospora tener* Pl., *C. minor* Pl., *Punctatisporites triassicus* Schulz., *P. leighensis* Pl., *Retusotriletes mesozoicus* Kl., *Toroisporites atavus* R., тонко-скульптурированные споры *Cranularisporites ruidus* Rom., *Anapiculatisporites cooksonae* Pl., *Osmundacidites wellmanii* Coup., *O. minor* Coup., *O. sp.*, *Marattiosporites* sp. Единично отмечены споры плауновых *Aratrisporites palletae* (Kl.) Pl. et Dett., цингулятные споры *Polycingulatisporites densatus* (de Jers) Pl. et Det., каватные *Lundbladyspora brevipiculata* Balme, *Rewanispora foveolata* de Jers. Присутствуют позднепалеозойские реликты *Nigrisporites marginatus* (Portn.) Drjag., *Turrisporites pyramidalis* (Lub.) Lub., *T. resistens* (Lub.) Lub. В пылевой части комплекса преобладают моноколпчатые *Cycadipites follicularis* Wilset Veb. (до 18 %), разнообразна пыльца двухмешковых хвойных *Alisporites tenuicarpus* Balme, *A. perlucides* (Pautsch.) Pant., *A. australis* de Jers., *A. parvus* de Jers., *Falcisporites stabilis* Balme, *Klausipollenites schaubergeri* (Pot. et Kl.) Balme, *Platysaccus* sp., *Vitreisporites pallidus* (Reis.) Nils., *V. koenigswaldii* Jans., *Microcachrydites doubingeri* Kl.

Анизийский комплекс приурочен к инт. 3585,5—3657,8 м. В этом комплексе споры папоротникообразных также преобладают над пылью голосеменных растений. Характерная особенность — значительное обновление таксономического состава по сравнению с оленекским. Доминируют в комплексе споры *Nevesisporites* spp. и пыльца *Alisporites australis*. По-прежнему присутствуют таксоны, характеризующие второй комплекс, такие как *Punctatisporites triassicus*, *Leiotriletes romboideus*, *Cyathidites brevirodites*, *Marattiosporites* sp., *Den-*

soisporites, *Lundbladyspora*, *Falcisporites*, *Klausipollenites*, *Cycadipites* и др.

И на этом фоне появляются таксоны, ранее не встречавшиеся: *Broprisporites pocockii* Jans., *Conbaculisporites baculatus* Bh. et Singh., *Converrucosisporites* ex gr. *conferteornatus* Pautsch., *Naumovaspora striata* Jans., *Tauriscusporites morbeyi* Orl.-Zw., *Gnetaceapollenites* sp., *Voltziaesporites hoteromorpha* Kl., *Taeniaesporites noviaulensis* Lesch., *Carnisporites papillatus* Madl., *Crustaesporites globosus* Leschik., *Discisporites psilatus*, *Duplexysporites gyratus* Pl.

Ладинский комплекс выделен в инт. 3503—3515,4 м. В целом комплекс характеризуется заметным участием гладких треугольных спор *Cyathidites brevirodites*, *Concavisporites crassexinus*, *C. tumidus* Pl., *Dictyophyllites vulgaris* (Mal.) Kruch., *Anritulinasporites* sp., *Toroisporites atavus* Rhein., *Concavisporites tumidus* Pl. и пылцы *Alisporites aequalis* Madl., *A. australis*. В меньшем количестве, по сравнению с анизийским комплексом представлены *Nevesisporites* spp., *Leiotriletes romboideus*, *L. directus*. Основным таксонам сопутствуют: *Duplexysporites problematicus* (Coup.) Pl. et Dett., *Anapiculatisporites telephorus* (Paut.) Kl., *Cyclotriletes triassicus* Madl., *Punctatosporites walkomi* de Jers., *Gnetaceapollenites* sp., *Striatoabietites aytungii* Visch., *Retusotriletes junior* de Jers., *Calamospora landiana* Balme, *Marattiosporites* sp., *A. ratisporites* spp., *Leschikisporites aduncus* (Lesch.) Pot., *Plorinites pseudotriatus* Kopyt., *Vitreisporites*, *Cycadipites* sp. *Heliosaccus dimorphus*.

Остатки ранне-среднетриасовых наземных растений в скв. Никольской-1 (*Neokoretrophillites annularioides* Radcz., *Paracalamites taradanicus* Vlad., *P. nikolskii* Mogutch., *Neocalamites* sp., *Equisetites* cf. *siateliae* Mog., *Cladophlebis* cf. *simplicinervis* Pryn., *Pecopteris pseudotrichichatchevii* Vlad., *Sphenopteris* cf. *kiryamkensis* Pryn., *Lepidopteris* cf. *arctica* Mog., *Madygenia* sp., *Taeniopteris* sp., *Voltzia* sp., *Elatocladus* cf. *pachyphyllus* Pryn., *Carpolithes* ex gr. *minor* Pryn) найдены на глубинах 3503—4469 м. Кроме названных скважин, рифтогенный комплекс вскрыт на площадях: Тагринской — скв. 90 (инт. 3580—4790 м), Саймовской — 1 (3473—4008), Александровской — 10 (2800—2837), 11 (2776—2843), Игольской — 1 (3207—3298) и др. На Тагринской площади вскрыты оливиновые базальты, иногда миндалекаменные, долеритобазальты, туфы базальтового состава, кластолавы, базальтовые гравелитобрекчии, долериты; на Саймовской — базальты, в т. ч. миндалекаменные, их туфы, туфобрекчии, туфогравелиты, долериты, авгитовые порфириды, в верхней части (80 м) интенсивно выветрелые; на Александровской — миндалекаменные базальтовые порфириды, базальты, долериты, прослойки туфобрекчии глинистых каолиновых и терригенно-гли-

нистых пород; на Игольской — миндалекаменные диабазовые туфы, диабазовые порфириды, туфолавы.

Таким образом, имеющиеся палеонтологические материалы по глубоким скважинам, вскрывшим вулканогенно-осадочное выполнение Колтогорско-Уренгойского грабен-рифта, определенно свидетельствуют о ранне-среднетриасовом времени формирования вулканитов рифтогенного комплекса.

Вулканогенно-осадочные породы локальных впадин и плато, скорее всего, формировались одновременно с рифтогенными образованиями. На это указывают находки флоры и спорово-пыльцевые комплексы. Так, среднетриасовый спорово-пыльцевой комплекс из верхней части эффузивно-осадочных отложений на Налимьей площади (скв. 3) в Томской области (см. рис. 3) установлен В.М.Кабановой в инт. 3536,1—3553,1 м. В комплексе субдоминантами являются: *Ginkgocycadophytus*, *Discisporites* — *Nevesisporites*, *Protohaploxypinus*; им сопутствуют: *Retusotriletes* — *Stereisporites*, *Caytonia* (*vitreisporites*), *Acanthotriletes*, *Punctatisporites*, *Osmundacidites*, *Lycopodiumsporites*; встречаются единично: *Gnetaceapollenites*, *Florinites*, *Dictyophyllum*. Постоянно и в большом количестве присутствуют *Mychistridium*.

Раннетриасовая флора (*Cladophlebis* sp., *Taeniopteris* sp., *Tolgoella* aff. *abzogensis* Vlad.) определена Н.К.Могучевой в верхней части эффузивно-осадочной толщи на Западно-Перевальной площади (скв. 11 а) в Сургутском районе Тюменской области. Известны и другие находки.

Геофизические, геологические, палеонтологические данные достаточно убедительно указывают на наличие рифтогенного комплекса в основании Западно-Сибирского бассейна и проявление здесь в раннем триасе континентального рифтогенеза.

Основополагающие данные по Тюменской сверхглубокой скважине, а также материалы по другим скважинам, стратификация на их основе региональных сейсмических профилей МОВ ОГТ позволяют уточнить фациальное районирование и принципиальную стратификацию триаса Западно-Сибирского бассейна [4, 5]. В Западно-Сибирском осадочном бассейне в триасе существовали три фациальные области: на севере Ямало-Тазовская переходная, южнее — Обь-Иртышская, узкой полосой вдоль Урала — Приуральская континентальные.

Морская Хатангско-Нижнеленская область находилась в пределах северной ветви мезозойских прогибов Сибирской платформы. Она соединялась с триасовыми морскими акваториями, располагавшимися на современном шельфе Северного Ледовитого океана и в Верхоянско-Чукотской области.

В Ямало-Тазовской области триасовая система залегает плащеобразно, выклиниваясь на контрастных структурах. В нижней части она представлена вулканогенно-осадочными преимущественно континентальными образованиями (туринская серия); в верхней — лагунными, озерными, аллювиальными, дельтовыми, прибрежно-морскими терригенными глинисто-алевритово-песчаными отложениями (тампейская серия).

Ямало-Тазовская область разделена на четыре фациальные зоны: Надымскую, Пуровскую, Тазовскую, Худосейскую. Вторая и четвертая зоны расположены в пределах рифтов, первая и третья — на межрифтовых поднятиях.

В Обь-Иртышской фациальной области триасовая система континентальная вулканогенно-осадочная и представлена лишь туринской серией, выполняющей многочисленные локальные грабенообразные впадины и грабен-рифты. Область разделена на Ярудейскую, Сосьвинско-Исетскую, Тобол-Ишимскую, Сургутско-Демьянскую, Колтогорско-Аганскую, Сабунско-Тым-

скую, Омско-Нарымскую, Приказахстанско-Предалтайскую фациальные зоны.

В Приуральской фациальной области триасовые отложения континентальные терригенно-угленосные (челябинская и щучинская серии), иногда в основании вулканогенно-осадочные (туринская серия) и также выполняют изолированные впадины. Область подразделена на Челябинскую, Салехардско-Саранпаульскую и Щучинскую фациальные зоны. Для Челябинской зоны характерно развитие угленосных отложений, в некоторых впадинах подстилаемых вулканогенно-осадочными образованиями. В двух других зонах система сложена пестро- и сероцветными глинами, алевролитами, песчаниками, гравелитами, конгломератами, в верхней части содержит пласты углей, бокситов.

Перспективы нефтегазоносности триасовых отложений в Обь-Иртышской и Приуральской фациальных областях ограничиваются их локальным распространением и широким развитием вулканитов, хотя имеются указания на интенсивные проявления углеводородов в виде жидкой нефти, битумов, газа в некоторых впадинах на юго-западе плиты и значительные притоки воды с признаками нефти из терригенных прослоев туринской серии на Краснотенском своде.

Более серьезный интерес представляет терригенная тампейская серия, развивая в северной половине плиты, в Обь-Тазовской переходной области, содержащая 3—5 % органического вещества и песчаные пласты мощностью 5—16 м. Ее перспективы, несмотря на благоприятные фациальные предпосылки, снижаются за счет больших глубин залегания. Перспективными могут оказаться бортовые зоны тампейского седиментационного бассейна и высокоамплитудные седиментальные поднятия.

Таким образом, анализ геофизических, геологических и палеонтологических материалов, особенно по Тюменской сверхглубокой скважине, с полной определенностью свидетельствует о развитии в Западно-Сибирском бассейне в раннем триасе системы континентальных рифтов, выполненных основными эффузивами. В пострифтовую стадию (средний — поздний триас) они являлись зонами терригенного осадконакопления, положившего начало формированию осадочного нижнеплитного комплекса. Современная глубина залегания (более 4,5 км) средне-верхнетриасовых толщ при прочих благоприятных предпосылках ограничивает перспективы их нефтегазоносности.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 95-05-15620).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Апонов С.В. Геодинамика раннемезозойского Обского палеоокеана. — М., 1987.
2. Бочкарев В.С. Раннемезозойский этап развития Западно-Сибирской геосинеклизы // Основные проблемы геологии Западной Сибири. Тюмень, 1985. С. 21—34.
3. Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности Западно-Сибирской низменности / Под ред. Н.Н.Ростовцева. — М.: Госгеолтехиздат, 1958.
4. Казаков А.М., Девятков В.П., Смирнов Л.В. Стратиграфические предпосылки нефтегазоносности раннемезозойских бассейнов Сибири // Местные и региональные стратиграфические подразделения в практике геологического изучения Сибири. Новосибирск, 1992. С. 92—112.
5. Казаков А.М., Курушин Н.И., Константинов А.Г. и др. Проблемы стратиграфии и особенности седиментогенеза триасовой системы Сибири в связи с перспективами нефтегазоносности // Геология и проблемы поисков новых крупных месторождений нефти и газа в Сибири. Ч. 1. Новосибирск, 1996. С. 59—62.
6. Нестеров И.И., Бочкарев В.С. Триас-юрский период развития Западной Сибири // Теоретические и региональные проблемы геологии нефти и газа. Новосибирск, 1991. С. 110—116.
7. Нестеров И.И., Бочкарев В.С., Пуртова С.И. Уникальный разрез триаса Западной Сибири // Докл. АН. 1995. Т. 340. № 5. С. 659—663.

8. Обоникская Е.К. Возможность переотложения полных спорово-пыльцевых комплексов в областях развития вулканогенных и вулканогенно-осадочных отложений // Основные вопросы палеонтологии перми и триаса СССР. Сыктывкар, 1973. С. 52—53.
9. Пуртова С.И. Детальное обоснование возраста нижнего мезозоя и перми в разрезе Тюменской сверхглубокой скважины // Результаты бурения и исследования Тюменской сверхглубокой скважины. Пермь, 1995. С. 31—33.
10. Решение 5-го Межведомственного регионального стратиграфического совещания по мезозойским отложениям Западно-Сибирской равнины. Тюмень, 1990 г. — Тюмень, 1991.

11. Ростовцев Н.Н. Западно-Сибирская низменность // Очерки по геологии СССР. Т. 1. Л., 1956. С. 107—153.
12. Сурков В.С., Трофимук А.А., Жеро О.Г. и др. Мегакомплексы и глубинная структура земной коры Западно-Сибирской плиты. — М.: Недра, 1986.
13. Сурков В.С., Смирнов Л.В., Жеро О.Г. Раннемезозойский рифтогенез и его влияние на структуру литосферы Западно-Сибирской плиты // Геология и геофизика. 1987. № 9. С. 3—11.
14. Сурков В.С., Девятков В.П., Жеро О.Г. и др. Структура земной коры района Тюменской сверхглубокой скважины // Геология и геофизика. 1993. № 1. С. 120—126.

УДК 564.7822

© Р.В.Соломина, 1997

Биостратиграфическая схема пермских отложений Верхоянья

Р.В.СОЛОМИНА (ГНПП «Аэрогеология»)

В Верхоянье пермские отложения широко развиты, они представлены мощной монотонной толщей терригенных пород, подавляющее большинство которых составляют алевролиты, песчаники и аргиллиты. Прослой конгломератов и тонкие прослой известковистых песчаников встречаются крайне редко. Органические остатки распространены неравномерно и до последних лет были слабо изучены. Несмотря на все это исследователи разных организаций (ПГО «Аэрогеология», «Якутскгеология», «Севморгео»), которые работали в Верхоянье, установили значительные изменения состава и мощностей отложений, что позволило им выделить на рассматриваемой территории фациальные зоны и подзоны. Для каждой из них были разработаны местные стратиграфические схемы. Однако они плохо увязывались вследствие однообразного вещественного состава толщ и слабой изученности заключенных в них органических остатков; отсюда возникала путаница в положении фауны в разрезе. Вследствие этого долгое время не было единой стратиграфической схемы перми Верхоянья, а для издания Госгеолкарты СССР м-ба 1:200 000 необходима была надежная стратиграфическая схема. В результате многолетних геолого-съемочных и тематических работ геологами объединения «Аэрогеология» В.С.Андреевым, А.Ю.Егоровым, А.П.Канаевым, Л.М.Натаповым, Н.А.Цейдлером была разработана схема пермских отложений Верхоянья, впоследствии принятая МСК и опубликованная в «Решениях Всесоюзного освещения» (1982). В ней в качестве региональных стратиграфических подразделений были приняты горизонты: нижнепермские — быгантайский и тумаринский и верхнепермские — деленжинский и дулгалахский, выделенные ранее В.Н.Андряновым [3]. Быгантайский горизонт датирован асельским-артинским ярусами, тумаринский — дунгурским, деленжинский — уфимским, дулгалахский — казанским и татарским. Помимо данной Б.С.Абрамовым [2] предложена другая схема деления перми Верхоянья, основанная главным образом на изучении разрезов Южного Верхоянья, в которой нижнепермские горизонты выделены в Верхоянье, верхнепермские — заимствованы из Колымо-Омолонского района. Однако во многом ошибочная стратиграфическая корреляция отложений и неувязка с имеющимися стратиграфическими данными в пределах собственно Южного Верхоянья [10] не позволяют пользоваться этой схемой.

В соседнем к востоку Колымо-Омолонском районе была предложена стратиграфическая схема перми с выделением горизонтов и биостратиграфических зон. Возрастная корреляция с единой международной шкалой в разные годы проводилась неоднозначно [5, 9]. Эта схема разработана для района развития маломощных мелководных терригенно-карбонатных отложений

с богатыми и разнообразными брахиоподами, в то время как пермь Верхоянья характеризуется мощной сероцветной толщей терригенных пород с обедненными комплексами фауны, большие различия в литологии, палеонтологии и датировке возраста пермских отложений этих районов не позволяют использовать схему Колымо-Омолонского района в Верхоянье. Более того, полное сопоставление схем невозможно, поскольку возрастная оценка нами понимается по-разному, хотя на некоторых стратиграфических уровнях зональное деление указанных районов имеет аналогию.

Данная точка зрения подтверждается крупными тектонистами, которые доказали, что обломочный материал верхоянского комплекса поступал исключительно с Сибирской платформы, он выносился реками на обширный шельф, продвигавшийся к востоку. Мощности и мористость осадков закономерно возрастают по мере удаления от края Сибири. Обломочные толщи верхоянского комплекса трудно интерпретировать иначе, чем образование огромного подводного конуса [8]. Далее эти же авторы отмечают, что Омолонский массив на всем протяжении деформации ведет себя, как жесткая глыба и представляет собой типичный микроконтинент. Его чехол резко отличается от разрезов Верхоянской складчатой системы.

При утверждении схемы перми 1982 г. в решениях МСК было рекомендовано некоторым геологическим организациям, в т.ч. и экспедиции № 3 («Аэрогеология») продолжить стратиграфические работы в Верхоянье для ее доработки. В результате полевых работ (последнее описание разрезов), монографического изучения брахиопод [14—16] и анализа всего материала по геолого-съемочным работам были внесены коррективы в схему 1982 г. Вместо быгантайского выделено два горизонта: мегенский и эчийский, соответствующие одноименным свитам. Тумаринский горизонт сохранен в прежнем понимании. Подгоризонты деленжинского и дулгалахского горизонтов, стратотипы которых не содержат органических остатков, «повышены в ранге» до горизонтов с собственными названиями: мугочанский, нюнегинский, амканджинский и хальпирский, охарактеризованные комплексами фауны. Несколько понижена граница между возрастными аналогами уфимского и казанского ярусов. Она проводится нами не в кровле деленжинского горизонта схемы 1982 г., а в середине.

В истории развития пермских брахиопод Верхоянья намечается несколько рубежей, на которых происходили существенные изменения систематического состава фауны. Так, в мегенском и эчийском горизонтах основное развитие имели представители рода *Jakutoproductus*, а в тумаринском горизонте они почти полностью исчезают, появляются тонкоструйчатые линопродуктиды, при этом доминируют роды семейства лихаревиид. Му-

Отдел	Ярус	Предлагаемая схема		Усть-Ленская зона	Северо-Верхоянская зона			Западно-Верхоянская зона	
		Горизонт	Зона		Северо-западная подзона	Северо-восточная подзона	Южная подзона	Восточно-Кураханская подзона	Баранская подзона
Верхний	Триас		T	T	T	T	T	T	T
	Татарский								
	Казанский	Хальпирский				Верхняя подсвита			Хальпирская свита
		Амканджинский	<i>Canctineloides obriushevi</i>	Хараулахская свита		Нижняя подсвита	Верхняя подсвита	Верхняя подсвита	Амканджинская свита
		Нюнегинский	<i>Olgerdia zavodowskyi</i>		Чабардакин-свая свита	Верхняя подсвита	Нижняя подсвита	Нижняя подсвита	Молская свита
					Богучанская свита	Верхняя подсвита	Верхняя подсвита	Верхняя подсвита	Нюнегинская свита
	Уфимский	Мугочанский	<i>Mongolostea tusstensis</i>			Нижняя подсвита	Нижняя подсвита	Нижняя подсвита	Мугочанская свита
			«Spitzbergenia» ogonerenensis	Верхоянская свита	Махчарская свита				
					Мейчанская свита				
	Кунгурский	Тумаринский	<i>Megousia kolymaensis</i>			Верхняя подсвита	Халджинская свита	Верхняя подсвита	Себинецкая свита
Нижний						Нижняя подсвита		Нижняя подсвита	Титчанская свита
	Артинский	Эчийский	<i>lakitropodictus verchoyanicus</i>	Унгоухта-свая свита	Халджинская свита	Верхняя подсвита	Эчийская свита	Хабахская свита	Талчанская свита
			<i>crassus</i>			Нижняя подсвита			Хабахская свита
	Ассельский + сакмарский	Мегенский	<i>protoverchoyanicus</i>		Унгоухта-свая свита	Нижняя подсвита	Мегенская свита	Мегенская свита	Мегенская свита
				C ₂	C ₂₋₃	Отложения не вскрыты		C ₃	C ₃

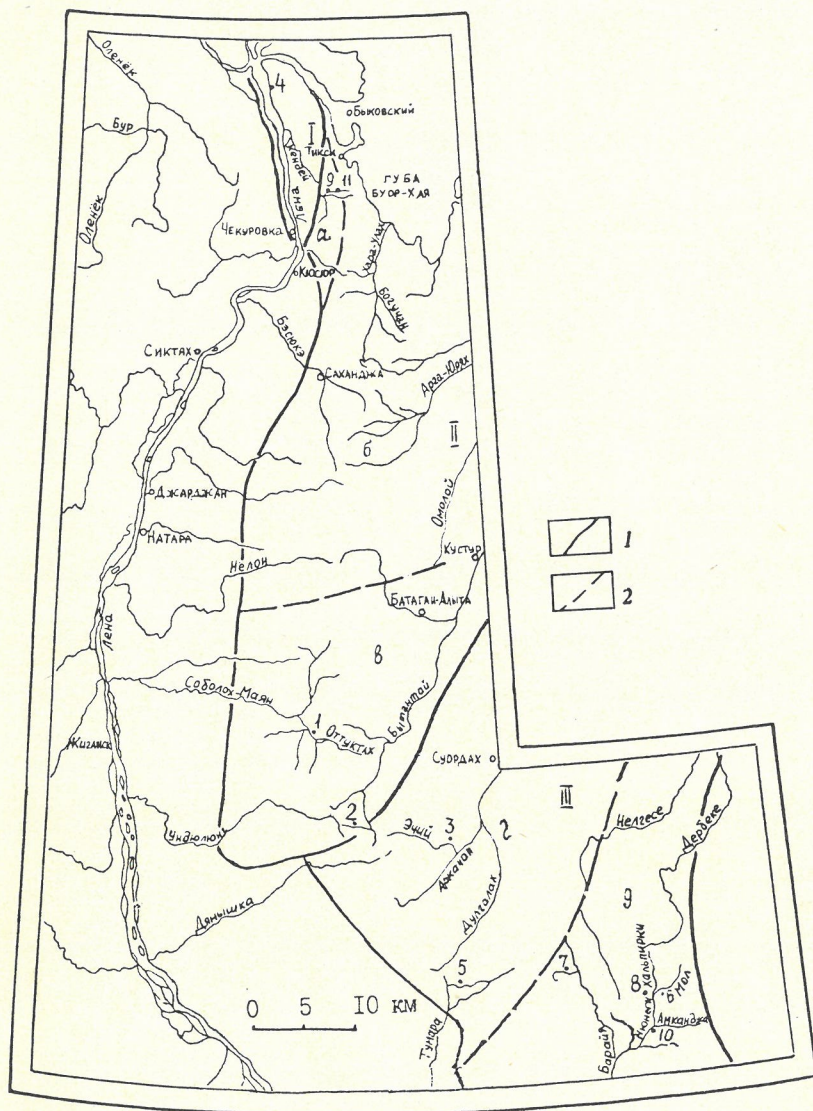


Рис. 1. Схема расположения структурно-фациальных подразделений и разрезов:

границы: 1 — зон, 2 — подзон; фациальные зоны: I — Усть-Ленская; II — Северо-Верхоянская (а — Северо-Западная, б — Северо-Восточная, в — Южная подзоны); III — Западно-Верхоянская (г — Восточно-Куранахская, д — Бараинская подзоны); опорные разрезы: 1 — р. Меген, 2 — р. Мастах, 3 — р. Эчий, 4 — низовья р. Лена, 5 — р. Такамкыт, 6 — р. Мол, 7 — р. Муточан, 8 — р. Хальпирка, 9 — р. Босхо-Юрэгэ, 10 — р. Амканджа, 11 — р. Артист-Агатын-Юрэгэ

гочанский горизонт скуден органикой, отмечаются лишь резкие тонкоструйчатые линопродуктиды. Нюнгинский горизонт характеризуется обилием рода *Olgerdia*, а в подчиненном значении — виды рода *Terrakea*. Амканджинский горизонт беден органическими остатками, но только здесь присутствуют *Cancrinelloides obrutshewi*. В самых верхах перми (хальпирский горизонт) присутствуют лишь редкие колымии. Эти данные позволили выделить в пермских отложениях Верхоянья восемь биостратиграфических зон, которые прослеживаются почти повсеместно на всей территории, несмотря на различия особенностей строения отложений и мощностей. Нижние границы зон фиксируются появлением определенного вида-индекса.

Ниже приведена характеристика выделенных биозон и горизонтов и их стратотипических разрезов (таблица, рис. 1, 2).

Нижняя пермь. Мегенский горизонт согласно залегает на халданском горизонте, содержащем позднекаменноугольные брахиоподы и аммоноидеи. Горизонт соответствует мегенской свите, выделенной Р.В.Соломиной (1969) в разрезе на р. Отгуктах (Меген) в Южной подзоне Северо-Верхоянской фациальной зоны, который является и стратотипом горизонта. Свита изучалась и в других разрезах этой зоны, а также в Западно-Верхоянской фациальной зоне. Она сложена пластами ритмично чередующихся массивных и слоистых песчаников, алевролитов и редких прослоев аргиллитов. Верхняя граница проведена в подошве мощной пачки аргиллитов эчийской свиты. Мощность 250—438 м.

Рассматриваемому горизонту отвечает одна биостратиграфическая зона — *Jakutoproductus protoverchoyanicus*. Стратотипом зоны является разрез мегенской свиты на р. Мастах, расположенный в Южной подзоне Северо-Верхоянской фациальной зоны. Кроме вида-индекса в стратотипе присутствуют *Cancrinella grandis*, *Neochonetes brama*, скопления *Jakutoproductus parenensis*. В других разрезах, помимо указанных брахиопод, встречаются: *Anidanthus megenensis*, *A.halinae*, *Spiriferella saranae*.

В Усть-Ленской фациальной зоне [12] в нижней части верхоянской свиты кроме приведенных выше брахиопод обнаружены фораминиферы: *Protonodosaria tauserae*, *P.proceraformis*, *Trepeilopsis australensis*. В Восточно-Куранахской подзоне Западно-Верхоянской зоны кроме перечисленного комплекса брахиопод найдены *Neospirifer subfasciger*. В Бараинской подзоне той же зоны обнаружен вид-индекс и брахиоподы, указанные в Южной подзоне, а также аммоноидеи *Neopronorites aff.milleri*, *Bulumnites aff.mezvilki* [4]. В самых нижних слоях собраны отпечатки флоры: *Cordaites singularis*, *Zamiopteris ex gr.glossopteroides*.

Комплекс брахиопод характерен лишь для Бореальной области, в связи с чем корреляция по брахиоподам с единой шкалой невозможна. Фораминиферы наиболее характерны для аналогов ассельского — сакмарского ярусов Тимано-Печорского бассейна [18]. Такой же возраст подтверждают находки аммоноидей. На основании этих данных рассматриваемая зона, скорее всего, соответствует ассельскому — сакмарскому ярусам единой шкалы. Отпечатки флоры, по заключению

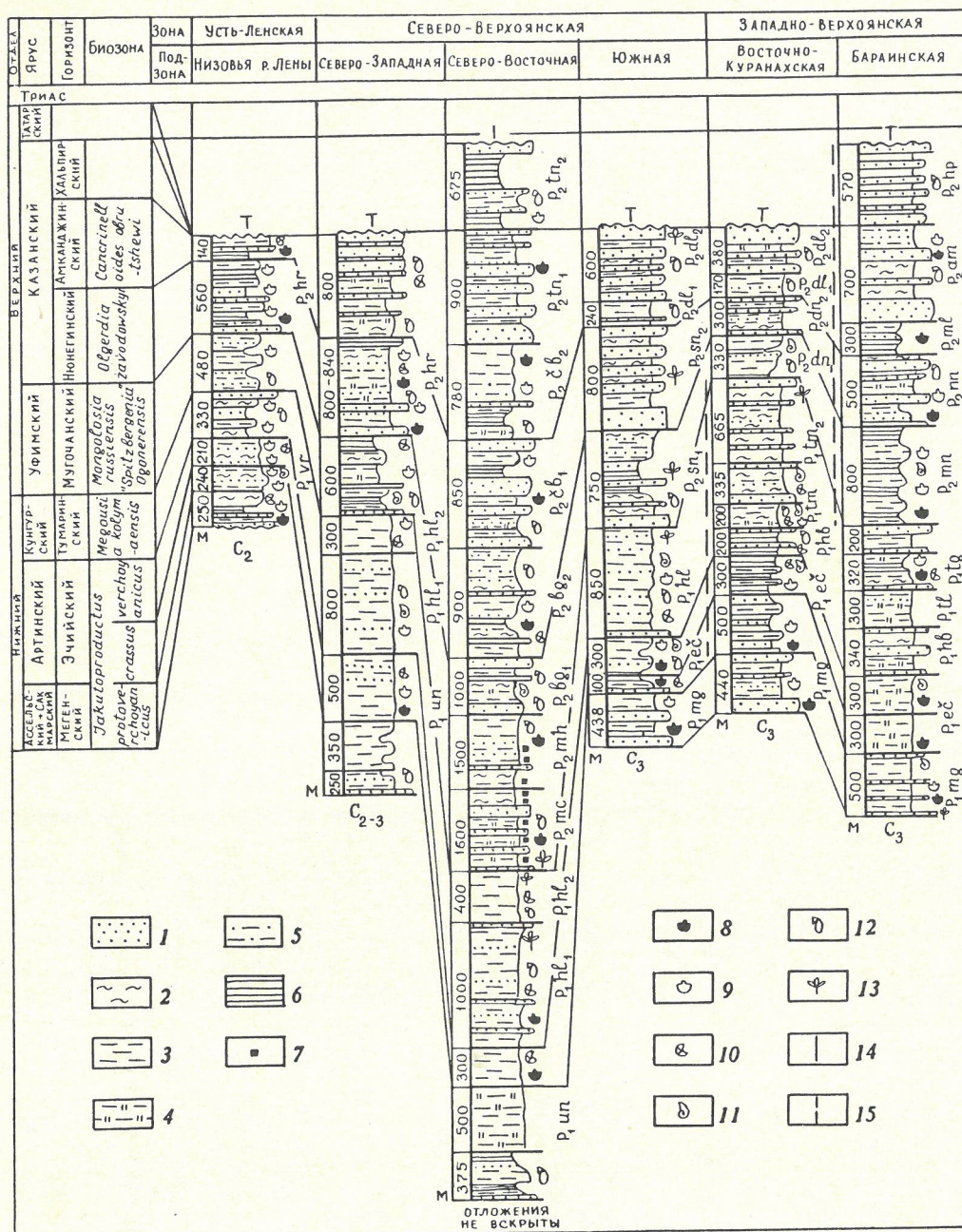


Рис. 2. Сопоставление разрезов пермских отложений Верхоянья:

1 — песчаники; 2 — тонкое переслаивание; 3 — алевролиты; 4 — слоистые алевролиты; 5 — песчаные алевролиты; 6 — аргиллиты; 7 — кристаллы пирита; органические остатки: 8 — вид-индекс, 9 — брахиоподы, 10 — фораминиферы, 11 — амmonoидеи, 12 — двусторонки, 13 — отпечатки флоры, 14 — биостратиграфические зоны, 15 — стратотипические разрезы; свиты: P_{1up} — верхоянская, P_{1up} — унгохтахская, P_{1hl1} — нижняя и P_{1hl2} — верхняя подсвиты халджинской свиты, P_{1hl} — халджинская, P_{1mg} — мегенская, P_{1e} — эчийская, P_{1hb} — хабахская, P_{1tm1} — нижняя и P_{1tm2} — верхняя подсвиты тугучанской свиты, P_{1tg} — тугучанская, P_{1tl} — толчанская, P_{1sb} — себинекчанская, P_{2hr} — хараулахская, P_{2mc} — мейчанская, P_{2mh} — махчарская, P_{2bg1} — нижняя и P_{2bg2} — верхняя подсвиты богучанской свиты, P_{2sn1} — нижняя и P_{2sn2} — верхняя подсвиты скоренской свиты, P_{2mn} — мугочанская, P_{2nn} — нюнегинская, P_{2dn1} — и P_{2dn2} — верхняя подсвиты деленжинской свиты, P_{2ml} — молская, P_{2am} — амканджинская, P_{2dl1} — нижняя и P_{2dl2} — верхняя подсвиты дулгалахской свиты, P_{2hr} — халыпирская, P_{2cb1} — нижняя и P_{2cb2} — верхняя подсвиты чабардинской свиты, P_{2tn1} — нижняя и P_{2tn2} — верхняя подсвиты тюнгинской свиты

С.В.Мейена, характеризуют низы верхнебалахонской подсерии Кузбасса (т.е. самые нижние слои нижней перми).

Зона *Jakutoproductus protoverchoynicus*, вероятно, может быть сопоставлена с зонами *Jakutoproductus mirandus* и *J.expositus* Колымо-Омолонского района. В Южном Верхоянье она отвечает объему джуптагинской свиты бассейна р. Тыра и кончийской свиты бассейна р. Юдома.

Эчийский горизонт соответствует эчийской свите, выделенной Н.П.Херасковым и Л.М.Колосовым [19], в бассейне р. Эчий в Восточно-Куранахской подзоне Западно-Верхоянской зоны. Свита изучалась и в Бараинской подзоне этой же зоны, а также в Южной подзоне Северо-Верхоянской фациальной зоны. Свита представлена монотонной толщей алевролитов и аргиллитов, с редкими тонкими прослоями песчаников, а в верхней половине — с крупными известково-песчаными конкрециями. Верхняя граница проводится в подошве пачки песчаников халджинской свиты в Южной подзоне и хабахской свиты в Западно-Верхоянской зоне. Мощность 800 м.

В эчийском горизонте выделены две биостратиграфические зоны: *Jakutoproductus crassus* и *J.verchoynicus*.

Стратотипом первой зоны являются нижние слои (100 м) эчийской свиты в разрезе на р. Мастах Южной подзоны. Кроме вида-индекса в стратотипе и других разрезах подзоны присутствуют *Anidanthus boikowi*, *Leiorhynchus variabilis*, *Rhynchopora arctica* и амmonoидеи *Uraloceras* sp.

В Усть-Ленском районе, в средней части верхоянской свиты кроме вида-индекса встречаются *Waagenoconcha humboldti* var. *irginae*, *Fluctuaria janischewskiana*, *Rhynchopora* cf. *variabilis*, *R.nikitni*. В Восточно-Куранахской подзоне, в нижних слоях эчийской свиты кроме вида-индекса известны *Anidanthus boikowi*, *Neospirifer* cf. *subfasciger*, *Attenuatella raimyrica*; в Бараинской подзоне — лишь вид-индекс.

Практически все приведенные виды указывают на раннепермский возраст пород, но не точнее. Однако такие виды, как *Waagenoconcha humboldti* var. *irginae*, *Fluctuaria janischewskiana* и *Spiriferella saranae* чаще всего встречаются в артинском ярусе Урала, в талантинской свите (аналоги артинского яруса) Пай-Хоя, Печорского бассейна. Представители рода *Uraloceras* известны в сакмарском, артинском и кунгурском ярусах Урала. Зона отвечает нижним частям бонсалганской и согурской свит бассейнов рек Тыра и Юдома Южного Верхоянья.

Для верхней в эчийском горизонте биостратиграфической зоны *Jakutoproductus verchoyanicus* стратотипом является разрез средней части верхоянской свиты в низовьях р. Лена Усть-Ленской фациальной зоны. В комплексе с видом-индексом присутствуют *Kungaella inopinata*, *Neospirifer subfasciger*, а также проходящие виды *Neochonetes cf. brama*, *Cancrinella cancriniformis*, *Leiorhynchus variabilis*, *Rhynchopora arctica* и аммоноидеи — *Agathiceras uralicum*. В Северо-Западной [7] и Северо-Восточной подзонах Северо-Верхоянской фациальной зоны только в верхней части унгуохтахской свиты кроме вида-индекса встречаются *Leiorhynchus variabilis* и *Neospirifer subfasciger*, а также фораминиферы широкого вертикального распространения. Во второй подзоне — лишь вид-индекс.

В Южной подзоне этой же зоны повсеместно в верхах эчийской свиты обнаружен вид-индекс и *Anidanthus boikowi*, из аммоноидей — *Uraloceras* sp. Среди двустворок — *Aviculopecten mutabilis* и *Kolymia* sp. В Восточно-Куранахской подзоне Западно-Верхоянской фациальной зоны в верхах эчийской свиты — обедненный комплекс брахиопод — *Fluctuaria janischewskiana* и *Anidanthus* sp. Среди фораминифер отмечены *Glomospira gordialis*, *Protonodosaria rauserae*, *P. proceriformis*. Аммоноидеи представлены: *Neoschumardites triceps hiperboreus*, *Paragastrioceras aff. kirghizorum*. В Бараинской подзоне в эчийской свите кроме вида-индекса установлены *Spiriferella saranae* и аммоноидеи *Neopronorites aff. permicus*, *Paragastrioceras* sp. [3].

По брахиоподам, как и подстилающая, зона отвечает артинскому ярусу. Аммоноидеи наиболее сходны с артинским комплексом аммоноидей Урала [4]. Зона *Jakutoproductus verchoyanicus* была выделена и в Колымо-Омолонском районе, однако возраст ее там трактуется более древним [5]. Рассматриваемая зона охватывает верхние части согурской и бонсалганской свит бассейнов рек Тыра и Юдома Южного Верхоянья.

Тумаринский горизонт выделен В.Н. Андриановым [3]. За стратотип горизонта приняты одноименная свита и подстилающая ее хабахская свита на р. Такамкат (правый приток р. Деленжа) в Восточно-Куранахской подзоне Западно-Верхоянской зоны. В стратотипическом разрезе хабахская свита сложена песчаниками с прослоями углистых алевролитов. Мощность 200 м. Тумаринская свита подразделена на две подсвиты. Нижняя представлена алевролитами, реже аргиллитами и тонкими прослоями песчаников, в нижней части — с кремнисто-карбонатными конкрециями. Мощность 200 м. Верхняя подсвита состоит из двух толщ. Нижняя имеет ритмичное строение, каждый ритм начинается алевролитами, вверх по разрезу они сменяются частым переслаиванием алевролитов и песчаников и завершаются пластами песчаников. Мощность 335 м. Верхняя толща существенно песчаная, с пачками тонкого переслаивания алевролитов и песчаников. Верхняя граница свиты проведена по подошве аргиллитов нижней подсвиты деленжинской свиты. Мощность 665 м.

Тумаринский горизонт охватывает биостратиграфическую зону *Megousia kolymaensis*, аналогичную выделенной В.Г. Ганелиным [5] в Колымо-Омолонском районе, со стратотипом разреза на р. Мунугуджак. Вид-индекс присутствует только в двух подзонах, но сопутствующие брахиоподы и фораминиферы — *Saccammina arctica* встречаются и в других районах.

В Бараинской подзоне Западно-Верхоянской фациальной зоны в тигечанской свите кроме вида-индекса встречаются *Quinguinekla borealis* и *Tumarinia barajensis* и фораминиферы *Saccammina arctica*. В Восточно-Куранахской подзоне той же зоны в хабахской свите и в нижней подсвите тумаринской свиты обнаружены фораминиферы *Saccammina arctica* и двустворки *Kolymia inoceramiformis*. Кроме того, в нижней подсвите тумаринской свиты присутствуют единичные брахиоподы

ринской свиты присутствуют единичные брахиоподы *Tumarinia barajensis* и *Strophalosia* sp. и аммоноидеи *Tumaroceras yakutorum*, *Neouddenites andrianovi*, *Popanoceras tumarense* [3].

В Усть-Ленской фациальной зоне в низовьях р. Лена в верхней части верхоянской свиты содержатся брахиоподы: *Quinguinekla borealis*, *Leiorhynchus variabilis*, *Kungaella inopinata*, *Neospirifer fasciger*, *N. subfasciger* и двустворки *Kolymia* sp. В Северо-Верхоянской фациальной зоне, в халджинской свите, в Северо-Западной подзоне, кроме упомянутых выше брахиопод обнаружены *Jakutochonetes orulganicus* и фораминиферы *Orthovertella cf. verchoyanica*, *Ommoverbella cf. tornella*, *Glomospira cf. beluschkinskaja*, *Hyperammina affectus*, *H. incertus*.

В Северо-Восточной подзоне среди брахиопод кроме вида-индекса собраны *Waagenococha wimani*, *Rhynchopora arctica*, фораминиферы представлены: *Saccammina arctica*, *S. parvula*, *Hyperammina hirsuta*, *Rectoglandulina borealis*, *Fronicularia dilemma*. Многочисленны двустворки вида рода *Kolymia*. В самых верхних слоях — обилие отпечатков флоры: *Ruflorella aff. theodori*, *R. ex gr. derzavinii*, *R. rasskasovae*, *Samaropsis triquetraeformis*. В южной подзоне распространены брахиоподы: *Tumarinia barajensis*, *Neospirifer cf. fasciger*, *Rhynchopora arctica*, фораминиферы *Saccammina arctica* и двустворки вида рода *Kolymia*, *Aviculopecten mutabilis* и *Wilkingia gibbosa*. Среди аммоноидей — *Uraloceras* sp. В самых верхних слоях свиты — многочисленные отпечатки флоры: *Paracalamites similis*, *Phollopites heeri*, *Cordaites latifolius*, *C. singularis*, *Ruflorella derzavinii*.

Брахиоподы не известны за пределами бореальной области. Комплекс фауны этого уровня в Верхоянье и Колымо-Омолонском районе идентичен и датируется как кунгурский [5]. Фораминиферы сопоставляются с горизонтом песчаных фораминифер — нижняя часть нижнекожевниковской свиты (аналоги кунгурского яруса) Нордвикского района [18]. Возраст аммоноидей определяется как кунгурский [4]. Отпечатки флоры, по заключению М.В. Дуранте, позволяют сопоставить вмещающие их отложения с ишановской и усятской свитами Кузбасса и бургулкинской свитой Тунгусского бассейна (верхняя часть нижней перми). Двустворки здесь и далее определяют позднепермский возраст, но не точнее. Рассматриваемая зона может соответствовать ырчихской свите бассейна р. Тыра, тельгинской и дочконахской свитам бассейна р. Юдома Южного Верхоянья.

Верхняя пермь. Мугочанский горизонт выделен нами [17]. Стратотипом является разрез мугочанской свиты на р. Мугочан в Бараинской подзоне Западно-Верхоянской фациальной зоны [1]; свита сложена аргиллитами и алевролитами с редкими прослоями песчаников с известковистыми конкрециями. Верхняя граница проведена по подошве песчаников нюнегинской свиты. Мощность 890 м. Отложения мугочанского горизонта в Верхоянье широко распространены, однако брахиоподы встречаются крайне редко. В разновозрастных осадках Колымо-Омолонского района идентичные, но более богатые брахиоподовые комплексы характеризуют две биозоны низов омолонского горизонта: *Spitzbergenia ogonerensis* и *Mongolosia russiensis*, стратотипы которых находятся на р. Мунугуджак и Русская [5]. С некоторой долей условности можно принять это зональное деление на основании присутствия этих видов в мугочанском горизонте Верхоянья, хотя четкого разделения на зоны здесь провести пока не удастся. Ниже приведена характеристика горизонта в целом.

В Усть-Ленской фациальной зоне, в низовьях р. Лена мугочанскому горизонту соответствуют нижние слои хараулахской свиты, содержащие скудный комплекс брахиопод: *Cancrinelloides* sp., *Neospirifer* sp. и *Rhynchopora lobjaensis* и двустворки: *Kolymia irregularis*. В Се-

веро-Западной подзоне Северо-Верхоянской фациальной зоны также в низах хараулахской свиты встречены брахиоподы: *Jkutochonetes orulganicus* и *Kungaella Kolytensis*, фораминиферы: *Orthovertella* ex gr. *protea*, *Ammodiscus septentrionalis* и аммоноидеи *Daubichites* sp. Часто встречаются двустворки *Evenia sartangensis*, реже *Kolymia posneri*.

В Северо-Восточной подзоне горизонт охватывает мейчанскую, махчарскую и нижнюю подсвиту богучанской свиты. В мейчанской свите присутствуют только вид-индекс *Spitzbergenia ogonerensis* и двустворки: *Aphanaia acuta*, *Polidevia sinuata*, *Rhestia darwini*. Существенное значение здесь имеют отпечатки флоры: *Koretrophilites* cf. *gracilis*, *Rufioria derzavini* f. *angustata*, *R. arta*, *R. gorelovskensis*, *Cordaites latifolius*. В верхних слоях махчарской свиты присутствует второй вид-индекс *Mongolosia russiensis* и *Terrakea* sp. В нижней подсвите богучанской свиты, кроме бедного комплекса брахиопод, в нижней ее части найдены единичные аммоноидеи *Daubichites* sp. В отличие от подстилающих свит богучанская свита характеризуется расцветом двустворок видов рода *Aphanaia*, реже встречаются колымии. В южной подзоне горизонту соответствует нижняя подсвита сюренской свиты, содержащая отпечатки флоры верхне-балахонской подсерию Кузнецкого бассейна и плохой сохранности двустворки.

В Восточно-Кураханской подзоне Западно-Верхоянской зоны горизонт охватывает нижнюю подсвиту деленжинской свиты с двустворками видов рода *Aphanaia*, *Kolymia*, *Streblopteria englehardti*, *Aviculopecten keyserlingi* и аммоноидеями *Sverdrupites harkeri* [3]. В Бараинской подзоне той же зоны в нижней части мугочанской свиты кроме вида-индекса *Spitzbergenia ogonerensis* встречены *Strophalosia* sp., *Rhynchopora lobjaensis*. В разных слоях собраны аммоноидеи *Sverdrupites* cf. *harkeri* и *Laubichites* sp. [3].

Зоны *Spitzbergenia ogonerensis* и *Mongolosia russiensis* в Колымо-Омолонском районе, как и мугочанский горизонт в Верхоянье коррелируются с уфимским ярусом на основании наличия аммоноидей в обоих районах, характерных для начала поздней перми (роудский век) [3, 4]. К такой же оценке возраста отпечатков флоры приходит Н.Г.Вербицкая (исключением является нижняя подсвита сюренской свиты, флористы относят ее к нижней перми). Рассматриваемому горизонту отвечает нижняя подсвита менкеченской свиты бассейна р. Тыра и дочканахская свита бассейна р. Юдома Южного Верхоянья.

Нюнегинский горизонт выделен нами в 1989 г. Стратотипом является разрез нюнегинской свиты на руч. Хальпирки Бараинской подзоны Западно-Верхоянской фациальной зоны [1]. Свита представлена пачками тонкого переслаивания песчаников, алевролитов и аргиллитов, с отдельными крупными пластами песчаников и алевролитов. Верхняя граница проводится по подошве пачки аргиллитов молской свиты. Мощность — 440 м.

Рассматриваемому горизонту отвечает биостратиграфическая зона *Olgerdia zavodowskyi*. Стратотипом зоны является верхняя часть хараулахской свиты в низовьях р. Лена Усть-Ленской фациальной зоны. Помимо вида-индекса здесь присутствуют *Strophalosia tolli*, *Megousia yakutica*, *Terrakea belokhini*, *Cancrinelloides yuregensis*, *Olgerdia ganelini*, *Brachuthyrina tricostata*, *Bajtugania Boguchanica*, *Rhynchopora lobjaensis*. Двустворки — *Kolymia irregularis* — встречаются редко.

В Северо-Западной подзоне Северо-Верхоянской фациальной зоны в средней части хараулахской свиты кроме вида-индекса и перечисленных выше брахиопод собраны *Terrakea minima*, *Olgerdia boschoensis*, *O. keyserlingiformis*, *Brachuthyrina sibirica*, *Neospirifer kedonensis* фораминиферы: *Glomospira* cf. *multiplanata*, *Hyperaminoides*

affectus, *Fronicularia* cf. *longispina*. Единичны двустворки: *Kolymia lenaensis*, *Aviculopecten kolymaensis*.

В Северо-Восточной подзоне в верхней подсвите богучанской свиты и нижней подсвите чабардакинской свиты кроме вида-индекса распространен комплекс брахиопод, приведенный в стратотипе зоны. В первой подсвите также обнаружены единичные фораминиферы: *Fronicularia* cf. *multicamerata* и двустворки: *Myalina romboldalis*, *M. ovata*, *Aphanaia mitcheli* и многочисленные виды рода *Kolymia*. В Южной подзоне той же зоны в верхней подсвите сюренской свиты известны отпечатки флоры: *Crassinervia kuznetskiana*, *Nephropsis romboidea*, *Rufioria derzavini*, *Sylvella elongata*.

В Восточно-Кураханской подзоне Западно-Верхоянской зоны в верхней подсвите деленжинской свиты встречены лишь редкие двустворки — видов рода *Kolymia* и *Intomodesma*.

В Бараинской подзоне, в нюнегинской свите, кроме вида-индекса, обнаружены: *Strophalosia tolli*, *Olgerdia ganelini*, *Brachuthyrina sibirica*, *Rhynchopora lobjaensis*. Единичные двустворки — *Kolymia quadrata*.

Возраст биостратиграфической зоны определяется присутствием видов рода *Olgerdia*, которые обильны и разнообразны на большей части территории Верхоянья. Род *Olgerdia* близок к роду *Licharewia*, известного из нижнеказанского подъяруса и является викариатом последнего. В пользу казанского яруса служит также род *Bajtugania*, который по заключению Т.А.Грунт [6] встречается только в казанском ярусе Русской платформы. По мнению Г.Р.Сосипатровой и Н.Г.Вербицкой на такой же возраст указывают фораминиферы и отпечатки флоры.

Рассматриваемую зону, вероятно, можно сопоставить с верхней частью омолонского горизонта Колымо-Омолонского района, возраст которого трактовался сначала как уфимский, а позднее как казанский [5, 9]. Зона охватывает среднюю подсвиту менкеченской свиты бассейна р. Тыра Южного Верхоянья, в бассейне р. Юдома этому уровню соответствует стратиграфический перерыв.

Амканджинский горизонт выделен нами (1989) в объеме двух свит — молской и амканджинской в Бараинской подзоне Западно-Верхоянской фациальной зоны [1]. Стратотип молской свиты расположен на р. Мол. Свита, представлен чередованием алевролитов и аргиллитов с редкими тонкими прослоями песчаников. Верхняя граница проведена в подошве песчаников амканджинской свиты. Мощность 300 м. Стратотип амканджинской свиты находится на р. Амканджа, в бассейне р. Барайа. Свита характеризуется чередованием песчаников, алевролитов с пачками тонкого переслаивания тех же пород. Верхняя граница проведена в подошве песчаников хальпирской свиты. Мощность 700 м. Рассматриваемый горизонт соответствует биостратиграфической зоне *Cancrinelloides obrutshewi*, выделяемой в гижигинском горизонте Колымо-Омолонского района. Стратотип зоны расположен в разрезе на р. Русская-Омолонская.

В молской свите присутствует вид-индекс и спирифериды плохой сохранности. В амканджинской свите вместе с видом-индексом найдены *Subtaeniothaerus iungersgauzeni*, *Grantonina grandis*. Немногочисленные двустворки представлены *Streblopteria rotunda*, *Polidevia magna*. В Усть-Ленской фациальной зоне, в низовьях р. Лена в верхней части хараулахской свиты вместе с видом-индексом и упомянутыми выше брахиоподами содержится комплекс фораминифер: *Dentalina* ex gr. *kalinkoi*, *Reckoglandulina pygmaeformis*, *Fronicularia mica*, *Nodosaria krotovi*, *N. netschaejewi*, редкие двустворки *Streblopteria rotunda* и *Kolymia* sp.

В Северо-Западной подзоне Северо-Верхоянской фациальной зоны в верхней части хараулах-

ской свиты вид-индекс отсутствует, встречены лишь *Subtaeniothaerus lungergauzeni* и *Grantonia grandisa*, также единичные фораминиферы *Nodosaria lata*, *N. cf. taimyrica*. Чаше встречаются двустворки, особенно *Streblopteria rotunda*, реже *Intomodesma costata*, *Pachymyonia elata*. В Северо-Восточной подзоне той же зоны верхняя подсвита чабардакинской свиты и нижняя подсвита тюнгинской свиты характеризуются видом-индексом и, кроме того, в первой подсвите известны *Neospirifer cf. nitiensis* var. *kimsari* и двустворки — *Wilkingia gibbosa* и *Polidevcia aff. speluncaria*.

В Южной подзоне той же зоны, а также в Восточно-Куранахской подзоне Западно-Верхоянской зоны в дулгалахской свите в первом районе содержатся двустворки: *Intomodesma evenia*, *Wilkingia gibbosa*, *Sanguinolites lumulatus* и отпечатки растений *Rufloia brevifolia*, *Cordaites gracilentus*, к верхам подсвиты тяготеют *Cordaites clerci*, *C. incisus*, *C. platiphyllus*, *Tychopteris cuneata*. Во втором районе собраны только двустворки: *Kolymia pterinaeformis*, *K. fcuta* и *Pachymyonia longa*.

По брахиоподам непосредственная корреляция с ярусами единой шкалы затруднена. В Колымо-Омолонском районе зона *Cancrinelloides obrutshewi* была отнесена к казанскому ярусу, позднее — к татарскому [5, 9]. Исходя из имеющихся данных, на площади Верхоянья наиболее вероятен казанский возраст зоны. Фораминиферы известны из верхнекожевниковской свиты Гордвинского района и не могут быть моложе казанского яруса [17]. По мнению М.В. Дуранте, отпечатки флоры указывают на средние части кольчугинской серии (аналоги казанского яруса), при этом, возможно, часть верхней перми может отсутствовать. Рассматриваемая зона охватывает верхнюю подсвиту менкеченской свиты и чамбинскую свиту бассейна р. Тыра, ниванджинскую свиту бассейна р. Юдома Южного Верхоянья.

Хальпирский горизонт выделен нами (1989). Стратотипом горизонта является разрез хальпирской свиты в Бараинской подзоне Западно-Верхоянской фациальной зоны, где она сложена преимущественно песчаниками, реже алевролитами, в верхней части присутствуют прослои гравелитов. Отложения трансгрессивно перекрыты триасовыми алевролитами зоны *Otoceras* индского яруса. Мощност 570 м. Горизонт имеет ограниченное распространение, кроме стратотипа известен в Северо-Восточной подзоне и к тому же беден органическими остатками, в связи с чем провести зональное деление невозможно. В стратотипе содержатся единичные двустворки *Streblopteria rotunda* и *Wilkingia* sp. В Северо-Восточной подзоне в верхней подсвите тюнгинской свиты — брахиоподы *Subtaeniothaerus lungergauzeni* и двустворки — *Pachymyonia elata*, *Kolymia quadrata*.

Указанные брахиоподы в подстилающих слоях датировались казанским возрастом. Исходя из этого, полагаем, что рассматриваемый горизонт, скорее всего, относится к казанскому ярусу. В принятой ранее схеме перми Верхоянья верхний подгоризонт дулгалахского

горизонта сопоставлялся с татарским ярусом, однако для такой корреляции в настоящее время достоверные данные отсутствуют. Горизонт, вероятно, соответствует имтачанской свите бассейна р. Тыра Южного Верхоянья.

В заключение следует отметить, что монографически изученные брахиоподы, наличие четырех комплексов аммоноидей, приуроченных к выделенным горизонтам, позволяют считать предлагаемую схему перми достаточно обоснованной. Исходя из этого, схема может быть использована при детальных работах не только на территории Верхоянья, но и за его пределами в районах Бореальной области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамов Б.С., Соломина Р.В., Масюлис В.В., Кузнецов В.В. Новые свиты верхней перми в Западном Верхоянье // Сов. геология. 1973. № 11. С. 115—121.
2. Абрамов Б.С., Григорьева А.Д. Биостратиграфия и брахиоподы перми Верхоянья. — М.: Наука, 1988.
3. Андрианов В.Н. Верхнепалеозойские отложения Западного Верхоянья. — М.: Наука, 1966.
4. Андрианов В.Н. Пермские и некоторые каменноугольные аммоноидеи Северо-Востока Азии. — М.: Наука, 1985.
5. Ганелин В.Г. Региональная стратиграфия // Основные черты стратиграфии пермской системы СССР. Л., 1984. С. 29—151.
6. Грунт Т.А. Атириды Русской платформы. — М.: Наука, 1980.
7. Дорофеев В.К. К стратиграфии верхнекаменноугольных-нижнепермских отложений Северного Орулгана // Уч. зап. НИИГА, палеонт. и биостр. 1969. Вып. 27. С. 5—8.
8. Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.И., Натанов Л.М. Тектоника литосферных плит территории СССР. Кн. 2. — М.: Недра, 1990.
9. Кашик Д.С., Ганелин В.Г. и др. Спорный разрез перми Омолонского массива. — Л.: Наука, 1990.
10. Решения Всесоюзного совещания по разработке унифицированных стратиграфических схем докембрия, палеозоя, четвертичной системы Средней Сибири. 1979. Ч. 2 / Средний и верхний палеозой. Новосибирск, 1982. С. 116—122.
11. Соломина Р.В. К стратиграфии пермских отложений Южного Орулгана // Уч. зап. НИИГА, палеонт. и биостр. 1969. Вып. 27. С. 9—15.
12. Соломина Р.В. Пермская система // Стратиграфия каменноугольных и пермских отложений Северного Верхоянья. Л., 1970. Т. 154. С. 14—20.
13. Соломина Р.В., Егоров А.Ю., Натанов Л.М. Стратиграфия верхнепермских отложений Хараулахских гор и Северного Орулгана (Северное Верхоянье) // Изв. АН. Серия геол. 1980. С. 133—137.
14. Соломина Р.В. Некоторые раннепермские продуктиды Верхоянья и их стратиграфическое значение // Палеонтол. журнал. 1981. № 2. С. 71—81.
15. Соломина Р.В. Новый род брахиопод из верхней перми Северо-Востока СССР // Палеонтол. журнал. 1985. № 2. С. 117—120.
16. Соломина Р.В. Новые брахиоподы перми Верхоянья // Палеонтол. журнал. 1988. № 1. С. 40—50.
17. Сосипатрова Г.П. Значение мелких фораминифер для расчленения пермских отложений Бореальной области // Палеонтологическая основа стратиграфических схем палеозоя и мезозоя островов Советской Арктики. Л., 1981. С. 100—115.
18. Херасков Н.П., Колосов Д.М. Геология и геоморфология Западного Верхоянья // Тр. Ин-та минер. сырья. Якутск, 1938. Вып. 116.

Принята редколлегией 26 ноября 1996 г.

90-летие Николая Васильевича Неволлина

Николаю Васильевичу Неволлину, доктору геолого-минералогических наук, профессору, заслуженному геологу РСФСР, исполнилось 90 лет.

Н.В. Неволлин в 1932 г. закончил Московский нефтяной институт им. И.М. Губкина по специальности инженер-геолог. В течение 17 лет (с 1932 по 1949 г.) работал в нефтяных организациях Западного Казахстана, занимая должности от геолога нефтепромысла

Манат до главного геолога объединения «Казахнефть» и Казахстанского отделения Государственного Союзного геофизического треста (ГСГТ). За время работы в Казахстане под руководством Н.В. Неволлина и его непосредственным участием были открыты нефтяные месторождения Кульсары, Восточный Байгунас, Сагиз, Тентаксор, Нармундамак.

С 1949 г. по настоящее время Н.В. Неволлин работает



во ВНИИгеофизика: 1949—1985 гг. в должности научного руководителя лаборатории, а с 1985 г. в качестве научного консультанта. Во ВНИИгеофизика Н.В.Неволин ведет разностороннюю научную деятельность, имеющую важное народнохозяйственное значение. Им разработаны теоретические вопросы по региональной тектонике, изучено геологическое строение нефтегазоносных территорий (Прикаспийская впадина, Русская платформа) и установлены районы, перспективные в отношении нефтегазоносности (Жанажольский, Кенкиакский и др.). В 1970 г. Н.В.Неволиным выявлена Актюбинско-Астраханская нефтегазоносная зона протяженностью около 1000 км при ширине 150—200 км. Нефтегазоносность этой зоны была подтверждена последующими поисковыми работами. В ее пределах открыты такие крупные нефтяные и газовые месторождения, как Астраханское, Тенгиз, Жанажол.

Под руководством Н.В.Неволина и его непосредственным участии составлены и изданы карты различного

геологического содержания по Русской платформе и Прикаспийской впадине, в т. ч. на всю территорию СССР. Данные карты составляются до настоящего времени и являются основой при планировании производственными организациями геолого-геофизических работ.

За успехи в области поисков нефтегазовых месторождений Н.В.Неволин награжден пятью орденами, в т. ч. двумя орденами «Знак почета», двумя орденами «Красного знамени», орденом Ленина и многими медалями. Николаю Васильевичу присвоено почетное звание «Заслуженный геолог РСФСР» и «Почетный разведчик недр», Первооткрыватель нефтяных и газовых месторождений.

Одновременно с научной деятельностью Н.В.Неволин преподавал в Заочном Политехническом институте (ЗПИ), являлся в течение многих лет членом двух ученых советов ВНИИгеофизика и ВНИГНИ, членом ВАК и членом технического совета Министерства геологии СССР, членом редколлегий журнала «Советская геология» и «Прикладная геофизика». По заданию Мингео СССР принимал участие в работе многих комиссий по оценке деятельности производственных и научных организаций.

Н.В.Неволин имеет более 100 опубликованных работ. Он продолжает публиковаться в настоящее время в журналах «Отечественная геология», «Геология нефти и газа».

Желаем Николаю Васильевичу крепкого здоровья и успехов в научной деятельности.

*Коллектив ВНИИгеофизика
Редколлегия журнала*

80-летие Серафима Ивановича Смирнова

23 марта 1997 г. исполнилось 80 лет крупному российскому ученому-гидрогеологу, доктору геолого-минералогических наук Серафиму Ивановичу Смирнову.

Трудовая биография Серафима Ивановича началась в 1932 г., с 1941 г. она связана с геологией, когда он после окончания МГРИ был распределен на работу в Туркменское гидрогеологическое управление. Однако уже в мае 1942 г. его призвали в Красную Армию, а в октябре 1942 г., после окончания Подольского артиллерийского училища, он был направлен на фронт в качестве командира взвода противотанковой батареи. С.И.Смирнов участвовал в наступлении Донского фронта, был ранен и после ранения служил в частях резерва Красной Армии в должностях командира батареи и начальника разведки артиллерийского дивизиона.

После демобилизации из армии в 1946 г. началась плодотворная научная деятельность Серафима Ивановича. Она проходила сначала в Лаборатории гидрогеологических проблем им. Ф.П.Саваренского и Совете по координации научной деятельности Академии наук союзных республик при Президиуме АН СССР, а затем — в течение более 25 лет во Всесоюзном научно-исследовательском институте гидрогеологии и инженерной геологии (ВСЕГИНГЕО).

С именем С.И.Смирнова связано внедрение в мировоззрение гидрогеологов методологии точных наук как одного из главных инструментов познания. Ему удалось блестяще реализовать этот подход к анализу целого ряда гидрогеологических процессов. Он внес фундаментальный вклад в разработку теории массопереноса в подземных водах в геологическое время и методоло-



гию анализа гидрогеохимических полей. На этой основе С.И.Смирновым был решен ряд крупных проблем региональной гидрогеологии, в частности, объяснена природа гидрогеохимической зональности седиментационных бассейнов и кристаллических щитов, определен генезис подземных хлоридных вод и рассолов некоторых регионов.

С.И.Смирнову принадлежат также крупные достижения в разработке вопросов гидрогеохимии рудных месторождений, в развитии теории и методов их гидрогеохимических поисков, теории и методов определения генезиса и возраста подземных вод.

Научные разработки С.И.Смирнова стали неотъемлемой составной частью учебников для вузов, программ подготовки специалистов-гидрогеологов высшей квалификации. Тем не менее следует признать, что они еще не в полной мере осознаны современным поколением исследователей подземной гидросферы.

Основные научные достижения С.И.Смирнова отра-

жены в его работах: «Происхождение солёности подземных вод седиментационных бассейнов» (1971); «Введение в изучение геохимической истории подземных вод седиментационных бассейнов» (1974); «Региональная динамика подземных вод седиментационных бассейнов» (1979); «Историческая гидрогеология» (1991), а также в многочисленных научных трудах, созданных в соавторстве с коллегами.

За участие в Великой Отечественной войне и плодотворную научную деятельность С.И.Смирнов отмечен орденами и медалями СССР, премией им. акад. Ф.П.Саваренского Президиума АН СССР, ему присвоено звание «Почетный разведчик недр».

Желаем Серафиму Ивановичу доброго здоровья, бодрости и успехов в научном творчестве.

*Коллектив ВСЕГИНГЕО
Редколлегия журнала*

70-летие Гинаята Рахметуллича Бекжанова

7 марта 1997 г. исполнилось 70 лет известному геологу, крупному специалисту в области металлогении, геологии рудных месторождений, геофизики и геохимии, директору Казахского научно-исследовательского института минерального сырья (КазИМС), академику, профессору, доктору геолого-минералогических наук Гинаяту Рахметулличу Бекжанову.

Г.Р.Бекжанов является одним из самых ярких и ведущих представителей казахстанской школы геологов, получившей мировое признание, как и вся геологическая служба СССР. С его именем связаны многие значительные достижения по геологическому изучению недр Казахстана и его минерально-сырьевых ресурсов, развитие геологической службы и науки.

В начале своей трудовой деятельности (1951—1961 гг.) он прошел трудную школу полевого геолога в Центральном Казахстане, где будучи непосредственным исполнителем и руководителем крупных по масштабам геологоразведочных работ, направленных на создание мощной минерально-сырьевой базы свинцово-цинковой промышленности, внес в решение этой важной народнохозяйственной задачи большой личный вклад.

На период работы Г.Р.Бекжанова главным геологом и главным инженером «Казгеофизтреста» (1961—1973 гг.) приходится наибольший расцвет этой ведущей геофизической организации не только Казахстана, но и всего СССР. Под руководством и при участии Г.Р.Бекжанова были разработаны и внедрены комплексные методики геологического изучения Казахстана, получены новые данные о его геологии и глубинном строении, приведшие к открытиям крупных месторождений.

Наиболее длительным, ярким и плодотворным периодом деятельности Г.Р.Бекжанова является его работа в Казахском институте минерального сырья, которым он беспрерывно руководит с 1973 г. За эти годы КазИМС превратился в крупный многопрофильный научный центр геофизической отрасли. Под научным руководством Г.Р.Бекжанова коллективом института получены впечатляющие результаты по изучению минерагении Казахстана, укреплению и развитию минерально-сырьевой базы республики.

Научные труды Г.Р.Бекжанова широко известны ми-

ровой геологической общественности. Он участник с представлением научных докладов и сообщений многих международных научных форумов, в т. ч. шести Международных геологических конгрессов, проходящих в Дели, Праге, Париже, Москве, Киото, Пекине; член нескольких зарубежных научных Советов.

Г.Р.Бекжанов на протяжении многих лет является членом редколлегий крупных научных изданий, в т. ч. журнала «Отечественная геология», с 1994 г. главный редактор первого в Казахстане отраслевого научно-технического журнала «Геология и разведка недр Казахстана», заместитель главного редактора журнала «Геология Казахстана».

Признанием вклада Г.Р.Бекжанова в развитие геологической науки явилось его избрание действительным членом, первым вице-президентом Международной Академии минеральных ресурсов, президентом Академии минеральных ресурсов Республики Казахстан, академиком Международной Инженерной академии и Инженерной академии Республики Казахстан, действительным иностранным членом Российской академии естественных наук.

На протяжении всей научно-производственной деятельности Г.Р.Бекжанов проводил последовательную работу по укреплению содружества геологов Казахстана с крупнейшими учеными и специалистами-геологами СНГ, что способствует их взаимному обогащению, а в последние годы он уделяет большое внимание развитию интеграционных процессов.

Заслуги Г.Р.Бекжанова были высоко оценены. Он награжден орденами Ленина и Трудового Красного Знамени, медалями, является Лауреатом Государственных премий СССР и КазССР, ему присвоено звание «Заслуженный геолог-разведчик КазССР».

Коллеги, друзья и многочисленные ученики Гинаята Рахметуллича Бекжанова горячо и сердечно поздравляют его с юбилеем и желают крепкого здоровья и новых творческих успехов.

*Коллегия Министерства природных ресурсов РФ
Ученый совет ЦНИГРИ
Ученый совет КазИМС
Редколлегия журнала*

70-летие Евгения Ивановича Семенова



Евгению Ивановичу Семенову — члену-корреспонденту Академии естественных наук РФ, профессору, главному научному сотруднику ИМГРЭ и музея им. А.Е.Ферсмана исполнилось 70 лет.

Е.И.Семенов — один из известных и авторитетных ученых-минералогов России и зарубежья начал свой трудовой путь в геологии в 1943 г. на Алтае рабочим треста Забсибредметразведка. Окончив с отличием МГРИ в 1950 г. и будучи аспирантом ИГЕМ АН СССР, он начал работать в Кольской экспедиции ЛАМГРЭ-ИМГРЭ. Уже в то время у него проявились исследовательские способности и особый талант — находить новое в каждой проблеме, в любом образце, применять новейшие методы исследований. Евгений Иванович в 36 лет защитил докторскую диссертацию «Минералогия, генетические типы минерализации и основные черты геохимии редкоземельных элементов» и опубликовал монографию, которая до сих пор остается актуальной. Им было открыто около 30 новых минералов и минеральных разновидностей, установлены изоморфные ряды минералов и выявлены закономерности изменения соотношений редких земель в минералах и рудах в зависимости от условий их образования.

Работая в ИМГРЭ, Евгений Иванович руководил

минералогическими лабораториями и отделом. Он и его ближайшие сотрудники достигли мирового лидерства по числу открытий новых минералов TR, Sc, Nb, Zr, Ti, Be, Sr, Li, Tl и нетрадиционных типов руд редких элементов. В результате кропотливого исследования минералогии Хибино-Ловозерского массива группой Е.И.Семенова было обнаружено более 500 минералов. Некоторые из них имеют практическое значение как сырье Sc, TR, Be и как драгоценные камни (хуанхит, магбасит, тугтупит, баотит). Перспективны открытые им новые минеральные типы пород (вишневитовые сиениты, бенстонитовые карбонатиты).

Много лет Евгений Иванович Семенов как главный куратор Мингео СССР по редкоземельным элементам, разрабатывал среднесрочные и долгосрочные сырьевые прогнозы. Он создатель основополагающих минеральных систематик руд и месторождений («Минералогические таблицы», 1981, «Систематика минералов», 1991).

Большое место в исследованиях Е.И.Семенова занимало изучение зарубежных геологических объектов. Он вел консультационные и экспертные работы в Индии, Канаде, Дании, Китае, Бразилии, Франции, Испании; его лекции слушали студенты университетов Копенгагена, Тулузы, Дели, Рио-де-Жанейро. Ему удалось исследовать массивы агапитовых щелочных пород Гренландии.

Е.И.Семенов — автор более 200 научных работ, из них 16 монографий. Под его руководством подготовлено более 10 кандидатов и докторов наук. Он лауреат Государственной премии СССР, премии имени Ферсмана АН СССР, член Совета Минералогического общества России, член редколлегии журнала «Отечественная геология».

Сердечно поздравляя с юбилеем, желаем Евгению Ивановичу доброго здоровья и дальнейших творческих успехов.

*Коллегия Министерства природных ресурсов РФ
Ученый совет ИМГРЭ
Ученый совет музея им. А.Е.Ферсмана
Редколлегия журнала*

60-летие Николая Васильевича Межеловского

Николаю Васильевичу Межеловскому исполнилось 60 лет.

Творческая деятельность Н.В.Межеловского охватывает широкий диапазон исследований по общей и региональной геологии, геотектонике, геологии докембрия, дистанционному зондированию Земли, прикладной геоинформатике, геологической картографии, оптимизации управления геологическим изучением крупных территорий. Во всех этих дисциплинах Н.В.Межеловский проявляет высокий профессионализм.

В 60—70-е годы его исследования геологии докембрия и палеозоя Алтае-Саяно-Енисейской складчатой области были завершены изданием серии палеогеографических карт, обобщены в статьях, на Государственных геологических картах СССР, использованы в корреляционных стратиграфических схемах Центральной Сибири и суммированы в кандидатской диссертации.

В эти же годы Н.В.Межеловский стал одним из главных инициаторов, организаторов и исполнителей новых видов геолого-съёмочных работ — групповой и аэрофотогеологической съёмок, а позже — геологичес-

кого доизучения ранее заснятых площадей и глубинного геологического картирования. Под его руководством Красноярская геолого-съёмочная экспедиция проводила работы по внедрению данных методов геологического картирования, позволивших ускорить среднemasштабное геологическое изучение страны.

Накопленные знания и опыт Н.В.Межеловский использовал за рубежом, в Народной-Демократической Республике Йемен, где в 1973—1976 гг. руководил группой советских геологов и одновременно являлся советником премьер-министра страны по вопросам геологии.

В 80-е годы Н.В.Межеловский принимал непосредственное участие в создании научных основ космического зондирования Земли для интенсификации региональных геологических исследований, изучения минерально-сырьевых и других природных ресурсов. Он тесно сотрудничал со многими космонавтами и принимал участие в их подготовке к геологическим наблюдениям.

Итогом этого периода стали новые виды геологичес-

кого картирования — космогеологическое, геолого-минералогическое, космоструктурное, наземная проверка аномалий космических изображений и др. Новые данные по геологии и тектонике территории СССР и сопредельных стран, полученные в процессе космогеологических исследований, изложены в работе «Космогеология СССР» и отображены на Космогеологической карте СССР масштаба 1:2 500 000, Космотектонической карте Восточной Европы масштаба 1:10 000 000 и др., в которых Н.В.Межеловский выступал как редактор и один из основных авторов.

Николай Васильевич внес значительный вклад в создание и реализацию программы глубинных исследований недр нашей страны системой трансектов, глубоких и сверхглубоких скважин.

В последнее десятилетие Николай Васильевич уделял большое внимание созданию геоинформационной системы «Региональная геология и металлогения». Н.В.Межеловский непосредственно участвовал в разработке новейших технологий человеко-машинного геологического прогнозирования, методов формирования разноуровневых баз данных по региональному геологическому изучению территории СССР, компьютеризации геологической картографии. За «Разработку и внедрение в народное хозяйство автоматизированной технологии прогноза минеральных ресурсов» в 1988 г. Николай Васильевич с коллективом авторов удостоен Государственной премии СССР.

Основной вклад сделан Н.В.Межеловским в практическую реализацию методологии геодинамического анализа. При личном участии Николая Васильевича успешно реализована межотраслевая программа геодинамических исследований на опытных полигонах; подготовлены карты нового поколения — геодинамические.

Разрабатываемые и развиваемые Н.В.Межеловским с конца 80-х годов новые научные подходы к сбору (космогеологический метод), переработке (геоинформационные системы) и интерпретации (геодинамический анализ) огромных массивов геологической информации оформились как приоритетные направления в геологической науке и производстве. На их основе удалось добиться кардинального увеличения полноты, достоверности и прогностических свойств Государственных

геологических карт, создать современную систему комплексного геологического изучения территории и значительно расширить сферу этих исследований, включив в нее не только решение задач формирования минерально-сырьевой базы, но и в целом рационального природопользования. Для реализации новой концепции региональных геологических исследований Н.В.Межеловским разработана система программно-целевого управления этим процессом, направленная на повышение качества конечного информационного продукта.

Перечисленные оригинальные разработки были положены в основу докторской диссертации Н.В.Межеловского «Научно-методические основы прогрессивных технологий региональных геологических исследований», которую он защитил в 1990 г.

При поддержке и участии Роскомнедра, геологических служб бывших республик и ведущих российских НИИ (ИМГРЭ, ВНИИзарубежгеология, ЦНИГРИ и др.) Н.В.Межеловский в 1992 г. создал Межрегиональный центр геологической картографии («Геокарт»), через который организовал подготовку специальной серии методических пособий по геологическому картированию и металлогеническим исследованиям.

Временные творческие коллективы «Геокарт» совместно с ВСЕГЕИ, Санкт-Петербургским горным институтом и многими другими производственными организациями, НИИ и вузами создали «Геологический атлас России масштаба 1:10 000 000», состоящий из 40 карт различного геологического содержания. Это уникальное издание несомненно окажет большое влияние на развитие отечественной геологической науки.

Высокий профессионализм Н.В.Межеловского только дополняет его удивительные качества — исключительную порядочность, доброту, внимательное отношение к своим многочисленным партнерам и многое другое, составляющее человеческое обаяние.

Желаем Николаю Васильевичу доброго здоровья и дальнейших творческих успехов и удач.

*НТС Министерства природных ресурсов РФ
Ученые советы ВСЕГЕИ, ИМГРЭ, ЦНИГРИ
НТС ГНПП «Аэрогеология»
Редколлегия журнала*

О чем писал наш журнал

40 лет назад. *Н.А.Хрушов* в статье «Тырны-А уз (скарновое вольфрамо-молибденовое месторождение на Северном Кавказе)» на основе многолетних исследований показал, что перспективы увеличения запасов связаны с поисками руд на глубоких горизонтах, в частности, ниже подошвы силловидного тела эльдзуртинских гранитов.

О.Н.Толстихин детально охарактеризовал геологическое положение и состав термальных вод Камчатки и показал, что они могут быть использованы для получения электроэнергии; для горячего водоснабжения и отопления; в лечебных целях. При этом наиболее перспективным представлялся комплексный подход к освоению этих природных ресурсов.

30 лет назад. *Э.Э.Фотиади* и *В.С.Сурков* проанализировали строение складчатого фундамента Западно-Сибирской плиты. Опираясь на результаты геологических и геофизических исследований, они составили детальную схему строения складчатого фундамента, в котором впервые были выделены блоковые структуры разной конфигурации, разделенные узкими прогибами и зонами погружения, крупные дизъюнктивы. Были показаны закономерные связи между структурами фундамента и распределением «предчехольных» и чехольных отложений верхних структурных ярусов.

20 лет назад. *В.Г.Золотарев* и *Г.Ф.Яковлев* рассмотрели генезис колчеданно-полиметаллических месторождений Белоубинского синклинория Рудного Алтая. Опираясь на палеовулканические реконструкции и особенности состава руд вещества, они показали полигенность рудообразования — сочетания синвулканических, эксгальационно-осадочных, поствулканических, гидротермально-метасоматических и регенерационных процессов рудонакопления. Временная разобщенность

либо сближенность этих процессов на различных месторождениях определяется конкретными условиями развития вулканизма.

О.А.Савадский привлек внимание к проблеме поисков рудных месторождений в нефтегазоносных и угленосных районах. Быстро развивающиеся скважинные методы ядерной геофизики позволяют определять в нефтяных и угольных скважинах содержания большой группы металлов (Fe, Mn, Al, Cu, Pb, Ba, Cd, Mo, W, Sb, Hg, Ni и др.). В сочетании с литолого-фациальным расчленением разрезов нефте- и угленосных площадей применение этих методов открывает широкие возможности для обнаружения промышленных рудных концентраций.

10 лет назад. *А.Н.Золотов*, *Б.А.Лебедев* и *В.В.Самсонов* рассмотрели зоны нефтегазонакопления как объекты локального прогноза. Эти зоны определены как системы ловушек, локализованных в нефтегазоносном бассейне и обладающих общностью механизма аккумуляции углеводородов. На принципах системного подхода разработана классификация зон нефтегазонакопления с однородными коллекторами.

Н.Н.Ведерников, *Ю.В.Баталин*, *Ю.М.Аксенов*, *А.С.Михайлов*, *И.Н.Тихвинский*, *Р.М.Файзуллин*, *И.Л.Шаманский* рассмотрели состояние и задачи локального прогноза нерудных полезных ископаемых: фосфоритов, апатита, самородной серы, калийных солей, асбеста, строительных материалов. Предложена систематика неметаллических полезных ископаемых для прогноза; подчеркнута значимость моделирования объектов на основе комплекса геолого-геофизических и геохимических данных для повышения эффективности ГРП.

Публикацию подготовил М.М.Константинов

Orlov V.P., Oganesyan L.V.

A.P.Karpinsky: a geologist, a scientist, Director of the Russian Geological Committee

ORGANISATION, MANAGEMENT, ECONOMICS, SUBSURFACE USE

Migachev I.F., Benevol'sky B.I.

Cold in Russia: present day and future.

Kamenev Ye.A., Kiperman Yu.A.

Goeoeconomical modeling in the raw mineral base evaluation for active mineral producer enterprises

Tsyganov V.A.

Methodical and economic aspects of mineral base analysis for Russian mining enterprises

STRATIGRAPHY, REGIONAL GEOLOGY AND TECTONICS

Kholodov V.N.

Sedimentation rates at present and in the past. 22

Surkov V.S., Kazakov A.M., Devyatov V.P., Smirnov L.V.

The Lower-Middle Triassic riftogenic complex in the West Siberian basin. 31

90th anniversary Nikolai V.Nevolin 43

80th anniversary Serafim S.Smirnov 44

70th anniversary Ginayat R.Bekzhanov. 45

70th anniversary Yevgeny I.Semenov 46

60th anniversary Nikolai V.Mezhelovsky 46

TERCENTENARY GEOLOGICAL SURVEY RUSSIA

A backward glance at the pages of our journal 48