Российская академия наук Уральское отделение

Коми научный центр

t ' -»~л Институт геологии

, Л 0 \*

УДК 551.2J8.1(470.1) На правах рукописи

ТИМОНИН Николай Иосифович

ПЕЧОРСКАЯ ПЛИТА:

ИСТОРИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ В

ФАНЕРОЗОЕ

Специальность: 04-00.01 - общая и региональная геология

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени

доктора геолого-минералогических наук

СЫКТЫВКАР 1998

Работа выполнена в Институте геологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук

Официальные оппоненты:

член-корреспондент Российской академии наук В.Д.Наливкин (ВНИГРИ)

доктор геолого-минералогических наук Б.А.Голдин (Коми H1I УрО РАН)

доктор геолого-минералогических наук Т.Т.Клубова (ИГиРГИ)

Ведущая организация - Ухтинский индустриальный институт

Защита состоится 27 октября 1998 г. в 10 часов на заседании Диссертационного совета по общей и региональной гео¬логии Д.200.21.01 Института геологии Коми НЦ УрО РАН.

Адрес: 167610, г. Сыктывкар, ГСП-610, ул. Первомайская, 54, Институт геологии Коми НЦ УрО РАН.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Коми научно¬го центра УрО РАН (г.Сыктывкар, ул. Коммунистическая, 24).

Заверенные отзывы в двух экземплярах просим вас направить в адрес Диссертационного совета Института геологии Коми НЦ УрО РАН

Автореферат разослан" " 1998 г.

Ученый секретарь

Диссертационного совета,

доктор геолого-лшнералопгческих наук ///М А.Б.Макеев

2

ПРЕДИСЛОВИЕ

Актуальность проблемы. Интерес к участкам земной коры, кон¬солидация которых завершилась в результате тектонических дви¬жений, продолжавшихся в течение рифея-венда, далеко не случаен, особенно если учесть, что около 2/3 разведанных запасов нефти в мире приурочено именно к таким участкам. Так, установлено, что 94,2 млрд.т нефти из общих доказанных запасов 140 млрд.т и более 28 трлн.м3 газа из 140 трлн.м3 содержится в седиментационных бассей¬нах, расположенных в пределах эпипоздпепротерозоиских плит, хотя по площади эти бассейны занимают весьма скромную долю (Мине¬ральные ресурсы..., 1990; Соколов, 1996).

Конечно, и среди эпипоздпепротерозоиских плит распределение углеводородов весьма неравномерно. Среди них выделяется Ара¬вийская плита, в пределах которой сосредоточена львиная доля раз¬веданных запасов нефти (76,2 млрд.т) и газа (15,3 трлн.м3). Гораздо скромнее запасы углеводородов в эпипоздпепротерозоиских бассей¬нах Европы, Южной Америки, Африки (см. также Riva, 1991). Также относительно невелики разведанные запасы углеводородного сырья в Печорской плите, занимающие около 5 % общих запасов эпипоздпе¬протерозоиских плит (4,4 млрд.т нефти и 2,3 трлн.м3 газа, без учета запасов шельфа Баренцева моря (Энергетические ресурсы..., 1993, Боровинских, 1998)).

Обогащенность эпипоздпепротерозоиских плит углеводородами обусловлена особенностями их геологического строения и развития. Наиболее важными из них, на наш взгляд, являются длительное и интенсивное прогибание территории, сопровождаемое накоплением мощных толщ осадков, обогащенных углеводородными флюидами, многостадийность развития в зависимости от темпов развития со¬седних подвижных зон.

В последние годы интенсивно разрабатывается широкая между-народная научная программа, названная EUROPROBE - Lilhosphere, объединяющая в настоящее время усилия более 500 геологов из 25 стран мира и нацеленная на расшифровку тектонической эволюции коры и мантии европейских стран на основе широчайших методов ис¬следований. В составе этой программы разрабатывается несколько тем: глубинное строение Европы, межплитнал тектоника и бассейно¬вый анализ, транс-европейская шовная зона, уралиды и варисциды на территории Европы (Gee, 1995; Lithosrhere Dynamics...,1996).

Исследования автора напрямую касаются разработки некоторых

3

из названных тем, среди которых, в первую очередь, надо назвать тему TIMPEBAR, названную по первым слогам слагающих ее слов Timan, Pechora Basin и Barents Sea, касающуюся строения и разви¬тия Печорской плиты в целом, включая ее акваториальную часть; а также URALIDES, нацеленную на изучение геологического строения и развития Уральского складчатого сооружения.

В связи с вышесказанным актуальность проведенных автором ис-следований представляется очевидной.

Научная новизна состоит в том, что в работе впервые с единых концептуальных позиций - теории тектоники литосферных плит -рассмотрены основные черты строения и геологической эволюции крупного региона - Печорской плиты в целом, включая ее Баренце-воморскую акваториальную часть, охарактеризованы ее границы на струкутурном и формационном уровнях.

Выделены и детально охарактеризованы естественные этапы гео-логического развития Печорской плиты в фанерозое, каждый из ко¬торых отличается формационными наборами. Этапы разделяются региональными перерывами в осадконакоплении, во время которых происходили структурные перестройки. Для каждого из выделен¬ных этапов построена палеотектоническая карта (12 карт масштаба 1:2500000), а для рубежей перестройки - палеогеологические карты (5 карт).

Описаны формационные ряды, характерные для каждого из выде-ленных этапов, а также виды полезных ископаемых, сформировавши¬еся в течение этих этапов и связанные с конкретными формациями.

Впервые установлена и прослежена непосредственная связь тек-тонических процессов, вызвавших причины формирования и разви¬тия крупных тектонических структур в Печорской плите, от процес¬сов, происходивших в Уральском палеоокеане.

Восстановлена история формирования и развития Печоро-Кол-винского авлакогена (рифтогенной зоны), начиная от формирования Печоро-Илычского аркогенного поднятия (венд-ранний кембрий).

Установлена аналогия процессов заложения и развития Печоро-Колвинского авлакогена с другими древними авлакогенами, в част¬ности, с Припятско-Донецким.

Целью исследований явилось выявление особенностей истории развития Печорской плиты и ее крупных структур в зависимости от этапов развития Уральского палеозойского океана, особенностей строения осадочного чехла плиты, а также проведение сравнитель¬ного анализа истории геологического развития эпипозднепротеро-зойских плит Мира.

На основе построенных поэтапных палеотеконических и палео-

4

геологических карт выделены и детально охарактеризованы есте¬ственные этапы истории геологического развития Печорской пли¬ты, каждый из которых отличается наборами формаций. Этапы раз¬деляются региональными перерывами в осадконакоплении, которые знаменуются определенными структурными перестройками.

Фактический материал. Проблемами истории геологического развития Печорской плиты автор занимается более 30 лет, работая в Институте геологии Коми филиала АН СССР, ныне Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук. Факти¬ческий материал собирался в процессе проведения более 20 экспе¬диционных работ в районах Тимана, на Приполярном и Полярном Урале, в Приуралье (на Печоро-Кожвинском мегавале, поднятиях Чернышева и Чернова, в Предуральском краевом прогибе), на Пай-Хое, островах Вайгач и Новая Земля.

Помимо этого, при написании работы использованы материалы, приведенные в многочисленных опубликованных и рукописных ра¬ботах, посвященных геологии, тектонике и формациям осадочного чехла Печорской плиты.

Апробация работы. Основные положения и практические реко-мендации работы докладывались на более чем 20 всесоюзных, обще-российских и региональных совещаниях и семинарах, в том числе на Всесоюзном совещании "Тектоника и нефтегазоносность склад¬чатых поясов" (Фрунзе, 1982); Всесоюзной конференции "Геоло¬гия и минерально-сырьевые ресурсы Европейского Северо-Востока СССР" (Сыктывкар, 1988); Всесоюзном совещании "Геология дево¬на Северо-Востока европейской части СССР" (Сыктывкар, 1991); на УІІ, YIII, IX, X геологических конференциях Республики Коми (Сык¬тывкар, 1969, 1974, 1979, 1984); региональной конференции "Магма¬тизм, метаморфизм и металлогения севера Урала и Пай-Хоя" (Сык¬тывкар, 1972); региональном совещании "Тектоника, магматизм, ме¬таморфизм и металлогения зоны сочленения Урала и Восточно-Европейской платформы" (Свердловск, Миасс, 1985); Уральском пе¬трографическом совещании по проблемам магматизма Урала (Свер¬дловск, 19G8) и других совещаниях, семинарах, научных сессиях в Москве, Архангельске, Уфе, Ухте, Воркуте, Печоре.

Публпкагщи. Основные результаты исследований по данной про¬блеме изложены в написанных автором лично и в соавторстве вось¬ми научных отчетах, зарегистрированных во ВНТИ-центре, опу¬бликованы в более чем 40 научных работах, в числе которых б монографий, 5 научных докладов и сообщений, Атлас литолого-палеогеографических и палеотектонических карт, структурно-тек¬тоническая карта Тимано-Печорской провинции.

5

Объем и структура работы. Диссертация содержит 7 глав объ¬емом 363 стр. текста, иллюстрирована 83 рисунками и одним таблич¬ным и 20 графическими приложениями и сопровождается списком литературы, содержащим свыше 600 наименований. Общий объем работы - 480 стр.

Выражение прпзнательпостгі. В процессе работы над указан¬ной проблемой автор в разные годы широко пользовался помощью и поддержкой многих сотрудников Института геологии Коми науч¬ного центра УрО РАН: Л.З.Аминова, В.А.Дедеева, А.И.Елисеева, И.В.Запорожцевой, Н.В.Калашникова, Н.А.Малышева, З.П. Ми¬хайловой, В.А.Молина, В.Г.Оловянишникова, А.И.Першиной, Б.А. Пименова, Ю.А.Ткачева, М.В. Фишмана, В.С.Цыганко, В.А.Черм-ныха, В.В.Юдина, Н.П.Юшкина и др.

Во время экспедиционных работ большую помощь автору оказы¬вали Н.И.Беляев, В.А. Носков, С.А.Рочев, Г.Ф.Семенов, В.В.Трип-пель, В.А. Усачев, А.Б.Хабаров, С.П.Якуцени и др.

Автор неоднократно пользовался советами, консультациями со-трудников ряда институтов Российской академии наук (В.С.Журав¬лева, Ю.В.Казанцева, А.С.Перфильева, В.II.Пучкова); а также ву¬зов, научно-исследовательских институтов и производственных гео¬логических организаций (Л.Н.Белякова, Л.Т.Беляковой, В.И.Богац-кого, Б.Я.Дембовского, Ф.И.Енцовой, Т.И.Кушнаревой, Б.А.Соколо¬ва, Б.И.Тарбаева, Л.А.Удовиченко, Г.Д.Удота, Г.М.Фирера, В.П.Яку-цени и др).

В оформлении графических приложений к работе большую по¬мощь автору оказали В.А.Носков и Н.А.Сулейманова.

Всем перечисленным коллегам автор выражает искреннюю и глу¬бокую благодарность!

Особую благодарность автор испытывает к ныне покойному за-ведующему Отделом геологии горючих ископаемых Института гео¬логии Коми 1Щ УрО РАН доктору геолого-минералогических наук В.А.Дедееву, который постоянно интересовался ходом подготовки настоящей работы и чья внезапная кончина явилась тяжелой утра¬той для всех сотрудников Института геологии, как и для автора на¬стоящей работы.

Защищаемые положения

1. Геодинамическое развитие Печорской плиты в фанерозое свя¬зано с развитием Уральского палеоокеана.

2. История развития краевой (Уральской) части плиты включает следующие стадии:

6

- краеплитного эпиконтинентального рифтогенеза (поздний кемб¬рий-ранний ордовик), приведшего к формированию на краю конти¬нента рифтовой структуры;

- формирование на пассивной окраине континента характерной геоморфологической триады (континентальные шельф, склон и под¬ножье), обусловленное раскрытием Уральского палеоокеана (позд¬ний ордовик-ранний карбон);

- орогенная стадия, связанная с закрытием палеоокеана (ранний карбон-триас).

3. В результате внутриплитного рифтогенеза в центральной ча¬

сти плиты образовался Печоро-Колвинский авлакоген, в развитии

которого выделяются следующие процессы:

-обрушение Печоро-Илычского аркогенного поднятия, сформи-рованного в венде - раннем кембрии по унаследованным рифейским разломам (поздний кембрий-ранний ордовик);

-накопление осадков в образовавшихся трогах (поздний кембрий-ранний девон);

-рифтогенная активизация авлакогена (средний девон) с проявле¬ниями траппового и субщелочного магматизма;

-проявления инверсионных движений (средний карбон-ранняя Пермь) с образованием валообразных поднятий (Печоро-Кожвинско-го и Колвинского мегавалов) на месте трогов.

4. В геологической истории Печ'орской плиты установлено два

крупных периода (мегаэтапа) осадконакопления, названных демис-

споннилі, связанным преимущественно с погружениями (позднекемб-

рийско-раннеартинский), и эмерсионным - преимущественно с под¬

нятиями (позднеартинско-антропогеновый). Указанные периоды от¬

личаются удельными объемами осадконакопления: на первом из них

он изменялся ч пределах 0,7-2,7 км3/млн.лет, достигая в среднем 1,8,

а на втором - 0,5-0,7 км3/млн.лет, в среднем 0,6.

ВВЕДЕНИЕ

Под термином Печорская плита автор понимает внешнюю, северо-восточную часть Восточно-Европейского континента, аккретирован-ную к этому континенту в результате коллизионных процессов, имев¬ших место в позднем венде (С.В.Аплонов, Л.П.Зоненшайн, Е.Е.Мила-новский, Л.П.Натапов, В.Н.Пучков, В.Е.Хаин и др.). Следы этого столкновения наблюдаются в виде древней Тиманской сутуры.

7

На востоке и северо-востоке по краю плиты ее осложняют Ураль¬ский и Пайхойско-Новоземельский складчато-надвиговые пояса, об¬разованные в результате коллизии к пассивной окраине Восточно-Европейского континента, разновозрастных островодужных комплек¬сов Палеоуральского океана, Казахстанского и Сибирского конти¬нентов.

Печорская плита имеет континентальную кору и характеризуется двухэтажным строением, причем нижний этаж образован рифейско-вендскими образованиями, в различной степени метаморфизованны-ми, а верхний - неметаморфизованными палеозойско-мезозойскими осадочными комплексами.

В настоящее время в геологической литературе высказывают¬ся две альтернативные точки зрения относительно природы позд-недокембрийского фундамента Печорской плиты. Первая восходит к представлениям Н.С.Шатского, II.П. Хераскова, Р.А.Гафарова, В.С.Журавлева, В.А.Дедеева и других о том, что в фундаменте пли¬ты развиты структуры позднедокембрийского складчатого пояса, Получившие в разных публикациях близкие, практически синоними¬ческие названия: "доуралиды", "байкалиды", "тиманиды", "рифеиды" и т.п. Вторая точка зрения высказана С.Н.Ивановым, и в настоящее время, как и первая, имеет немало сторонников. Она заключается в отрицании орогенеза на границе протерозоя и кембрия и в отнесе¬нии развивавшихся в это время процессов и структур к рифтовому, диасхизному типу.

Автор остается сторонником традиционного отнесения фундамен¬та этой плиты к образованиям т.н. "байкальского орогенеза" (Шат-ский, 1963), хотя в последнее время рядом исследователей приме¬нение термина байкальский этап орогенеза оспаривается, ибо оро-генные образования доуралид, связанные с формированием молас-соидов (ашинская, лаптопайская и др. серии), как оказалось, не соответствуют одновозрастным с ними образованиям Прибайкалья, считающегося тектонотипом т.н."байкалид", где в позднем венде на¬капливались мелководные шельфовые карбонатные формации (см. Пучков, 1997АиВ; Puchkov, 1997). В этих и более ранних работах В.Н.Пучков (1987л, 1993) говорит о необходимости отказаться от выделения байкалид в составе доуральского орогена, так как "вы¬является синхронность развития орогена доуралид со структурами Кадомо-Авалонского орогена, также возникшего в позднем венде" (Пучков, 1997А, стр. 177) и по времени образования эти структуры ("доуралиды") более близки к кадомским, авалопским, панафрикан¬ским структурам (Пучков, 1997в, стр.52). Признавая справедливым высказывание В.Н.Пучкова по этому поводу, автор все же использу-

8

ет термин "байкалиды" в его широком понимании.

В современной структуре палеозойского Уральского складчато¬го пояса отчетливо устанавливаются реликты пассивной континен¬тальной окраины, сформированной в результате длительного много¬стадийного процесса развития Уральского палеоокеана. Заложение океана началось с образования Уральского палеорифта, сформиро¬вавшегося в краевой части Восточно- Европейского континента. Ре¬ликты пассивной континентальной окраины непрерывно прослежива¬ются вдоль современного Урала на многие сотни километров. Вы¬деляются зоны внутреннего и внешнего шельфа, континентального склона и подножия. По характеру формаций, структурному положе¬нию и палеогеографической обстановке формирования перечислен¬ные образования очень сходны с современными отложениями пас¬сивных окраин атлантического типа, что было убедительно показа¬но В.Н.Пучковым (1974, 1979). В Уральском поясе установлены эле¬менты аккреции, выразившиеся в существовании микроконтинентов, образовании вулканических островных дуг, задуговых зон спредин-га и т.п. В конце палеозоя и в мезозое краевая часть континента испытала коллизию с образованием Уральско-Новоземельского по¬яса.

Эти процессы, относящиеся, по В.Е.Хаину (1986), к проявлениям краевой внутриплитной или межплитной тектоники, рассмотрены в настоящей диссертационой работе.

Не меньшее значение в тектонике литосферных плит имеют про¬блемы, относящиеся к собственно внутриплитной тектонике, сре¬ди которых следует различать проблемы, связанные с внутриплит¬ной линейной тектоникой, выраженной, в частности, с образованием эпиконтинентальных рифтовых систем. Их формирование связано с воздымапием и растяжением участков платформы, либо в начальные стадии ее развития, либо в стадии активизации. В обоих случаях происходит разогрев мантин под платформой и подъем разуплотнен¬ного мантийного материала вдоль расколов фундамента с последую¬щим перерождением этих расколов в раздвиги - рифты (авлакогены). Их местоположение предопределяется положением ослабленных зон в фундаменте.

С процессами рифтообразования на платформах связаны про¬явления своеобразного магматизма щелочного состава, отмечающи¬еся и на территории Печорской плиты. Характеристика этого маг¬матизма дается в соответствующем разделе работы.

Другой тип линейной внутриплитной тектоники относится к фор-мированию т.н. зон перикратонных опусканий в нашем случае - к

9

образованию на ранних этапах развития чехла плиты Приуральской зоны прогибания, которая переформировалась на заключительных этапах развития плиты в Предуральский краевой прогиб. Как будет показано дальше, формирование этих структур находит убедитель¬ное объяснение с позиций теории тектоники литосферных плит.

ГРАНИЦЫ ПЕЧОРСКОЙ ПЛИТЫ

Печорская плита, имеет форму клина, обращенного острым кон¬цом к югу, ее наиболее узкая часть находится в районе Полюдова кряжа.а на севере структуры Печорской плиты, расширяясь, протя¬гиваются на шельф Печорского моря, где они через систему листри-ческих сбросов контактируют со структурами Южно-Баренцевской впадины.

Границы Печорской плиты рассматриваются с нескольких по¬зиций: современного структурного плана, формационной принад¬лежности осадочных комплексов, принимающих участие в строении структур плиты, а также глубинного строения консолидированной земной коры.

На юго-западе граница Печорской плиты со структурами Рус¬ской плиты проводится по глубинному шву (надвигу), названному И.В.Запорожцевой Тиманским глубинным надвигом (Литосфера..., 1989). Этот шов хорошо выражен на профилях ГСЗ "Воркута- Чер¬ное море" и "Агат-И". По сейсмическим данным МОГТ, проведен¬ным в юго-западной части Тиманской гряды, установлено, что по этому надвигу "байкальский" фундамент Печорской плиты надви¬нут на карельский фундамент Русской плиты.

Восточная граница плиты проводится по Главному Уральскому глубинному ■разлому (надвигу) (Восточное ограничение..., 1985), по которому граничат геоблоки, отличающиеся временем консолида¬ции земной коры.

На северо-северо-востоке структуры Печорской плиты по Байда-рацкому разлому северо-западного простирания граничат со струк¬турами Южно-Карской впадины (синеклизы), фундамент которой окончательно не выяснен. По представлениям одних исследовате¬лей (Э.В.Шипилов, А.Ю.Юнов и др.) он имеет карельский возраст, а другие исследователи (В.И.Устрицкий, С.В.Аплонов) полагают, что здесь сохранился реликтовый участок с океанической корой, где, вероятно, в мезозое была сформирована Байдарацкая островная ду-

10

га (В.В.Юдин).

Северная граница Печорской плиты со структурами Баренцев-ской плиты проводится по системе высокоамплитудных ступенчатых ("листрических") сбросов (Верба, 1985).

По формационным признакам в палеозойском комплексе в поло¬се сочленения структур Печорской плиты и Уральской складчатой области выделяются две структурно-формационные ЗОЕІЬІ: западная - карбонатная, связанная с шельфовыми комплексами, сформировав¬шимися в зоне перикратонного опускания плиты, и восточная - слан¬цевая, отнесенная к комплексам континентального склона и подно¬жья (Пучков, 1979). Граница между этими зонами, резко различа¬ющимися по характерному набору формаций, видимо, проходила по системе разломов глубокого заложения.

ГЛУБИННОЕ СТРОЕНИЕ ПЕЧОРСКОЙ ПЛИТЫ

Глубинному строению Европейского Северо-Востока России в последние годы был посвящен целый ряд работ в связи с проведе¬нием комплекса исследований как сейсмическими методами (ГСЗ, МОГТ, КМПВ и др.), так и изучением особенностей поведения фи¬зических полей над различными структурами региона. В их числе следует назвать работы Е.М.Ананьевой, Н.Г.Берлянд, Н.К.Булина, М.Л>Вербы, В.Э.Волка, Л.А.Дараган-Сущевой, В.А.Ледеева, Р.М.Леменицкой, В.Г.Должанского, А.В.Журавлевой, И.В.Запорож-цевой, С,С,Иванова, A.M.Карасик, А.Д.Павленкина, Л.П.Топорской, Л.П.Шилова, В.Н.Шимараева, Э.В.Шипилова, А.Ю.Юнова и др.

Печорская плита имеет континентальную кору и характеризуется двухэтажным строением, причем первый этаж образован рифейско-вендскими образованиями, в различной степени метаморфизованны-ми, а верхний - неметаморфизованными платформенными комплек¬сами палеозойско-мезозойского возраста.

На основе комплексного анализа данных сейсморазведочных ра¬бот, результатов интерпретации гравитационного и магнитного по¬лей установлено, что земная кора и верхняя мантия Европейского Северо-Востока России имеет слоисто-блоковое (ячеистое) строе¬ние, выделены глубинные границы, разработаны геологические и фи¬зические модели земной коры, построены результирующие карты по глубинным горизонтам земной коры, а также проведены райониро¬вание и типизация земной коры с выделением в ее составе крупных геоблоков (Дедеев, Запорожцева, 1983, 1985; Запорожцева, 1986,1988,

11

1989).

Геотраверс ГСЗ Черное море - Северо-Восток европейской ча¬сти России вместе с профилем ГСЗ Воркута - Норильск пересекают все структуры Печорской плиты и дают хороший материал для ха-рактеристики ее глубинного строения.

По данным ГСЗ глубина залегания поверхности Мохо составля¬ет на всем протяжении профиля примерно 40 км, причем под Тиман-ской грядой она залегает несколько глубже. В Печорской синеклизе мощность земной коры вдоль профиля меняется от 35-36 до 40-41 км. Поверхность Мохо под Печоро-Колвинским авлакогеном оказалась приподнятой до 36 км.

По профилю ГСЗ Воркута - Норильск глубина залегания поверх¬ности Мохо изменяется в пределах 36-47 км (Чернышев и др., 1978). Наибольшая мощность земной коры отмечена под Уральским кря¬жем (46-47 км) ("корни гор").

Платформенный чехол Печорской плиты сложен в основном оса-дочными образованиями, которые по своим литологическим и фи¬зическим свойствам подразделяются на 5 региональных геолого-геофизических комплексов: верхний терригенный (Pf-AnJ, верхний карбонатный (Эз-!^), средний терригенный (Die-Z^j, нижний карбо¬натный (O^-Di) и нижний терригенный (t^-0\) (Дедеев, Запорожце-ва,1985). Получаемые при сейсморазведочных исследованиях отра¬жения от этих комплексов соответствуют реальным геологическим границам, что подтверждается материалами бурения, а также сей-смокаротажа скважин и ВСП.

На всей площади. Печорской плиты при сейсморазведочных ра¬ботах получена четкая преломляющая граница от поверхности бай¬кальского фундамента: V? здесь изменяется в пределах 6,5-8,5 км/с, которгія зависит от вещественного состава пород фундамента. Ниже поверхности рифейского фундамента,' на глубинах 8-16 км по резуль¬татам работ КМПВ и МОГТ прослеживается отражающая и прело¬мляющая граница "А" или "Кі", которая связывается с поверхно¬стью кристаллического (карельского) фундамента. Vr здесь изменя¬ется от 6,5 до 7,0 км/с. Эта поверхность следится и под Западной и Осевой зонами Урала вплотьдо Главного Уральского надвига (Ли¬тосфера..., 1989).

На глубинах 16,0-22,0 км, ниже поверхности "А"(К\), по данным МОВЗ и КМПВ регистрируется сейсмическая граница "А"', кото¬рая, скорее всего, отвечает поверхности гранулито-базитового ("ба¬зальтового") слоя. Диапазон изменений Vr здесь небольшой (7,2-7,5 км/с).

Поверхность верхней мантии (горизонт М) отличается сильной

12

сглаженностью форм.

В платформенном чехле Печорской плиты наблюдается чередо¬вание практически немагнитных осадочных образований с магнит¬ными. К последним относятся магматические образования девонско¬го возраста - покровы и силлы базальтов, внедренные в осадочную толщу, а также триасовые и юрско-меловые эффузивы, наиболее ши¬роко представленные на шельфе Печорского моря.

Намагниченность пород фундамента меняется в очень широких пределах в зависимости от их вещественного состава. Резкое разли¬чие в характере магнитного поля западной, Притиманской и восточ¬ной, Большеземельской частей плиты было одной из предпосылок деления фундамента на мио- и эвгеосинклинальную зоны, разделен¬ные Припечорским и Илыч-Чикшинским глубинными разломами.

Сопоставление магнитометрических и сейсморазведочных мате¬риалов показывает, что основные аномалии магнитного поля связа¬ны с вещественной неоднородностью земной коры. В магнитном по¬ле Печорской плиты выделены три основные области относительно повышенных и пониженных значений: это Тиманский региональный минимум, Большеземельская область полосовых магнитных анома¬лий и аномальное магнитное поле Уральской области.

В пределах этих крупных областей выделяется ряд зон, отлича¬ющихся формой аномалий, их размерами и знаками. Выделенные зоны характеризуют особенности строения фундамента плиты.

Слоисто-блоковая структура земной коры Печорской плиты

По характерным особенностям геофизических полей (волнового, гравитационного, магнитного, геоэлектрического и геотермическо¬го) И.В.Запорожцевой (1990) в пределах Печорской плиты выделен ряд геоблоков, которые разделяются на мегаблоки и блоки, облада¬ющие определенными подтипами земной коры.

Геоблоки отделены друг от друга системами коро-мантийных разломов, мегаблоки - либо зонами коро-мантийных разломов, ли¬бо зонами разломов, проникающих до нижних горизонтов земной коры, а блоки - коровыми разломами, не выходящими за пределы гранулито-гнейсового комплекса.

Границы раздела геоблоков подтверждены сейсморазведочными работами МОГТ, КМПВ или глубинным сейсмозондированием. По этим материалам зоны сочленений геоблоков выступают как наибо¬лее напряженные участки земной коры, к которым приурочены круп¬ные батолиты базитового либо гипербазитового состава. В чехле

13

они выражены либо крупными тектоническими нарушениями, флек¬сурами, либо здесь развиты глубокие рифты и грабены (Ледеев, Шу¬стова, 1976).

СТРУКТУРА И ФОРМАЦИИ ПЛАТФОРМЕННОГО ЧЕХЛА ПЕЧОРСКОЙ ПЛИТЫ

На основе комплексного анализа геолого-геофизических исследо¬ваний, полученных в последние годы, составлена серия структурных карт и карт тектонического районирования Печорской плиты. В ка¬честве основных структурных поверхностей приняты: кровля рифей-ского фундамента, подошва доманиковых отложений, кровля ниж¬непермских карбонатных отложений. Между указанными поверх¬ностями обособлены крупные структурно-формационные комплексы, достаточно полно отражающие строение платформенного чехла Пе¬чорской плиты.

В пределах Печорской плиты выделяется три крупнейших (над-порядковых) структурных элемента: Тиманская гряда, Печорская синеклиза, Предуральский краевой прогиб. Отдельно обособляются западный склон Уральского кряжа, занимающего внешний борт При-уральского перикратонного опускания, вовлеченного в уральскую складчатость и перекрытого аллохтонными пластинами сланцевой (батиальной) зоны, а также Пайхойско-Новоземельская гряда, в ви¬де самостоятельной структуры на границе Печорской плиты. Струк¬тура западной структурной зоны Урала ныне рассматривается как надвинутый на запад моновергентный шарьяж-антиклинорий.

Современная структура Печорской плиты излагается на основе тектонического районирования по поверхности карбонатных отло¬жений нижней перми, ибо она наиболее полно отражает детали со¬временного структурного плана.

В геологической истории Печорской плиты выделяется два круп¬ных мегаэтапа, названных демиссионным (позднекембрийско-рапнеар-тинский) и эмерсиоппым (позднеартипско-аптропогеновый) (Деде-ев, Тимонин;1983; Тймонин, Дедеев, 1988). В первом из них удель¬ный объем осадконакопления достигал 0,7-2,5 км3/млн.лет, причем большие значения характерны для тектонически активных структур плиты (Печоро-Колвинского авлакогена [рифтогенной зоны], Варан-дей-Адзьвинской структурной зоны, Предуральского краевого про¬гиба [Приуральского перикратонного опускания]), а во втором — 0,5-0,8 км3/млн.лет.

14

При одинаковой продолжительности этих мегаэтапов (по 260 млн. лет) между ними существуют большие различия в характере разви¬тия. Демиссионный мегаэтап характеризуется накоплением преиму¬щественно карбонатных формаций больших мощностей, тогда как для эмерсионного мегаэтапа свойственны преимущественно карбо-натно-терригенные и терригенные образования, накопившиеся в при-брежно-морских, лагунно-континентальных и континентальных усло¬виях. Эмерсионный мегаэтап характеризуется более активными структуроформирующими движениями и большей длительностью перерывов.

Каждый из этих периодов делится па ряд этапов. В демиссион-ном их три: позднекембрийско-раннедевонский, эмсско-турнейский и визейско-раннеартинский. Эмерсионный период разделяется на позднеартинско-позднепермский, триасово-раннеюрский, среднеюр-ско-меловой и новейший этапы, равные по объему выполнения струк¬турным подъярусам. Этапы характеризуются определенной циклич¬ностью, наиболее отчетливо выраженной в демиссионный период развития. Выделяются трансгрессивная (седиментационная) и ре¬грессивная (денудационная) стадии. Последняя завершается опре¬деленной перестройкой структурного плана с сопутствующим пере¬рывом в осадконакоплении и сменой наборов формаций.

Структурные планы, сформировавшиеся в течение демиссионно-го и эмерсионного периодов, как правило, зеркально отражены друг относительно друга.

ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ПЕЧОРСКОЙ ПЛИТЫ В ФАНЕРОЗОЕ

Начальный, позднекембрийско-раннедевонский этап характери¬зовался в целом большой интенсивностью прогибания - до 20 м/млн. лет. В это время наметился общий региональный наклон к востоку, в сторону начавшей развитие пассивной окраины Уральского палео-океана. В это время в осадочном чехле плиты развивались в основ¬ном линейные структуры, унаследованные от структур фундамента. Это наиболее крупные по размерам, высокоинтенсивные, имеющие ярко выраженную дизъюнктивную природу и потому хорошо ото¬бражающиеся в геофизических полях. При этом тектоническая ак¬тивность и дифференциация структуры чехла на относительно мо¬бильные (Печоро-Колвинский, Варандей-Адзьвинский и Приураль-

15

ский) и стабильные (Ижма-Печорский, Большеземельский) мегабло-ки наиболее отчетливо проявляются с позднего силура - раннего девона.

Следующий, эмсско-турнейский этап начался с региональных структурных перестроек. Интенсивные аркогенные поднятия и вы¬званные ими сводовые обрушения сопровождались в среднем девоне формированием по разрывным нарушениям крупных грабенов и тро¬гов (возрождение Печоро-Колвинской рифтогенной зоны и Тиман-ских трогов), излияниями в пашийско-саргаевское время базальтов (Тиман, Новая Земля), внедрением силлов и даек диабазовой толе-итовой и субщелочной формаций (Печоро-Колвинская рифтогенная зона, Пай-Хой, Вайгач, Новая Земля).

В последующее саргаевско-турнейское время на территории Пе¬чорской плиты существовал режим устойчивого прогибания, на боль¬шей части плиты не компенсированной осадконакоплением и форми¬рованием своеобразных прогибов Камско-Кинельского типа, по об¬рамлению которых образовывались барьерные рифы.

В этот период интенсивность осадконакопления испытывала рез¬кие колебания: от 15-20 м/млн.лет в пределах Большеземельского свода до 100 м/млн. лет и больше в Печоро-Колвинской рифтоген¬ной зоне.

Интенсивность тектонических движений была несколько пониже¬на в течение следующего, визейско-раннеартинского этапа развития. Этот этап характеризуется более равномерным прогибанием всей площади плиты. Интенсивность прогибания незначительна и дости¬гает 10 м/млн.лет в Ижма-Печорской впадине, увеличиваясь до 15-20 м/млн.лет в Приуральском перикратонном опускании. Мощности базальной формации ранне-средневизейского возраста оказались по¬ниженными по сравнению с аналогичными формациями предыдущих этапов.

К концу этого этапа начинается инверсия линейных отрицатель¬ных структур: трогов Печоро-Колвинской рифтогенной зоны, Варан-дей-Адзьвинской и Мичаю-Пашнинской структурных зон. Таким образом, в конце рассматриваемого этапа начинается крупная пере¬стройка структурного плана Печорской плиты, которая происходит в связи с началом коллизионных процессов в Уральском палеоокеане и началом образования в краевой части плиты орогена. Эти процес¬сы растянуты во времени. Наиболее активно они проявились в ран¬ней перми, когда происходит не только резкая смена карбонатных формаций терригенными, но и инверсия ряда линейных структур, особенно отчетливо проявившаяся в Печоро-Колвинском авлакоге-не, где формире.псг крупньії. палеовалв. В результате этих процессов

16

впервые обособились Денисовский, Хорейверский прогибы, Ижма-Печорская впадина.

Начало эмерсионного мегаэтапа в тектоническом развитии Пе¬чорской плиты совпадает с ранними проявлениями орогенеза . В краевой части плиты это фиксируется заложением компенсационной структуры - Предуральского краевого прогиба на месте Приураль¬ского перикратонного опускания, в пределах которого мощность оро-генных фоормаций перми и триаса достигала 6-7 и до 10 км и бо¬лее. На остальной части плиты в позднеартинско-триасовое время резко проявились дифференциация, контрастность и тектоническая активность структуроформирующих движений, причем особенно от¬четливо в предтриасовую и предсреднеюрскую эпохи региональных перерывов. В эти эпохи структуроформирующие движения были сопряжены с глубокими (до 1000 м) размывами подстилающих отло¬жений.

В предтриасовое время значительно усложнилась структура Пе-чоро-Колвинского авлакогена: в составе Колвинского мегавала чет¬ко обособились кулисообразно расположенные Усинский, Возей-ский, Харьягинский и Ярейюский валообразные поднятия, наметив¬шиеся еще в конце демиссионного периода, в результате начавшей¬ся инверсии авлакогена. В пределах Печоро-Кожвинского мегавала наиболее интенсивные движения положительного знака характерны для Тереховейско-Среднешапкинского поднятия, а на севере мегава¬ла в это время образовались новые поднятия. На месте структур Варандей-Адзьвинской зоны обособился палеосвод Зенченко.

В конце триаса - начале юры ареной проявления наиболее актив¬ных тектонических движений стали восточные и северо-восточные районы плиты. Здесь в результате наложения раннекиммерийских складчато-покровных движений были сформированы Пайхойский ан-тиклинорий, поднятия Чернова и Чернышева, приразломные валы Варандей-Адзьвинской структурной зоны.

На валообразных структурах Печоро-Колвинского авлакогена интенсивность структурообразующих движений в предсреднеюрское время значительно была ослаблена по сравнению с предтриасовыми движениями. Наиболее интенсивно эти движения проявились в юго-восточной части Печоро-Кожвинского мегавала и в Денисовском прогибе. В последнем окончательно сформировались Шапкина-Юрьяхинский вал, Лаявожское, Мишвань-Командиршорское и Верх-нелодминское поднятия. На юго-востоке Ижма-Печорской впадины обособилась Омра-Лузская седловина.

В это же время активизировались движения на Тимане, что вы¬разилось в перемещениях отдельных блоков по разломам меридио-

17

нальных и северо-западных направлений.

Таким образом, в предсреднеюрское время были заложены осно¬вы современного структурного плана Печорской плиты.

Начало нового среднеюрско-антропогенового этапа ознаменова¬лось региональным наклоном фундамента плиты в северном напра¬влении, что привело к частичному или полному расформированию некоторых структур. С этим этапом связано образование собствен¬но Печорской синеклизы, обрамленной с юго-запада и востока круп¬ными линейными поднятиями - Тиманской грядой и Уральским кря¬жем. В пределах синеклизы формировались в основном пологие изо-метричные пликативные структуры небольшой интенсивности.

Исключением является образование складчато-надвиговых дис¬локаций уральского простирания, формирующиеся во внешней зоне Предуральского краевого прогиба в раннеюрское время, когда в ре¬зультате поддвига края Печорской плиты под складчато-надвиговую область образовался региональный послойный срыв, приуроченный к некомпетентным соленосным толщам верхнего ордовика, в резуль¬тате которого по этому срыву сформировались высокоамплитудные дислокации верхних горизонтов осадочного чехла всего севера Пре-дуральского краевого прогиба, приведшие к образованию бескорне¬вых структур поднятий Чернышева и Чернова.

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ ПЕЧОРСКОЙ

ПЛИТНІ В ФАНЕРОЗОЕ С ПОЗИЦИЙ

ПАЛЕОГЕО ДИНАМИКИ

В течение последних трех десятилетий геологическая наука ис¬пытала существенное ускорение в связи с успешной разработкой и широким, применением новой научной теории развития земной коры и всей литосферы - теории тектоники литосферных плит (Зако¬номерности..., 1984; Леглер, 1989; Хаин, 1994; Пущаровский, 1995).

С тех пор, как в конце 1960-х гг. А.В.Пейве (1969) убедительно показал, что офиолиты Урала представляют собой образования про¬шлой океанической коры, были существенно поколеблены устоявши¬еся фиксистские представления о происхождении Уральской склад¬чатой области. И не случайно, Урал стал первым в России объектом приложения мобилистских представлений к трактовке его геологи¬ческой истории. В начале 1970-х гг. Геологический институт АН СССР и Институт геологии и геохимии Уральского научного центра АН СССР организовали и провели специальные геологические экс-

18

курсии на Северном и Среднем Урале под руководством А.В.Пейве и С.Н.Иванова с участием широкого круга геологов и демонстраци¬ей ряда ключевых объектов.

Несмотря на то, что далеко не все участники экскурсии приня¬ли новые идеи, результаты последующих геологических исследова¬ний на Урале, в других складчатых областях показали необходи¬мость отхода от традиционных положений геосинклиналыюй теории в пользу актуализма и теории тектоники литосферных плит. Эти но¬вые положения были отражены на опубликованной в 1977 г. Текто¬нической карте Урала масштаба 1:1 000 000.

В течение последних 20 лет в геологии Урала происходила су-щественная переинтерпретация геологических фактов в духе теории тектоники литосферных плит. Уральскими геологами (А.М.Дымки-ным, С.Н.Ивановым, В.Н.Пучковым, В.А.Коротеевым, В.И.Ленных, СМ. Нечеухиным, К.С.Ивановым, В.В.Бочкаревым, В.А.Душиным, М.А- Камалетдиновым, М.А.Масловым, Ю.В.Казанцевым, Т.Т.Ка¬занцевой, И.А.Свяжиной, В.В.Юдиным Р.Г.Язевой и др.), а также сотрудниками центральных институтов (А.В.Пейве, А.Л.Книппером, А.С.Перфильевым, Ю.М.Пущаровским, Л.П.Зонеишайном, Е.Е.Ми-лановским, А.А.Моссаковским, М.С.Марковым, В.Е.Хаиным, Н.С. Штрейсом, М.И.Кузьминым, Л.М.Натаповым) был написан ряд круп¬ных обобщающих работ, содержащих принципиально новые предста¬вления о тектоническом развитии Уральского складчатого сооруже¬ния и ряда складчатых поясов Мира. Мобилистская трактовка па-леотектоники эвгеосинклинальных областей отражена при постро¬ении тектонических карт многих крупных регионов (Тектоническая карта Северной Евразии, 1980; Тектонические исследования..., 1989 и др.).

Геодинамическая модель Печорской плиты рассматривалась в работах В.В.Юдина и В.А.Ледеева (1987) В.Г.Гецена (Оловянишни-кова) (1991, 1997), Н.А.Малышева (1993, 1998, Malyshev at al., 199G) и автора (Тимонин, 1997).

В направленном процессе формирования земной коры континен¬тов существует определенная стадийность в последовательном пре-образовании земной коры океанического типа в переходную, а за¬тем в континентальную. В частности, в эволюции континентальных окраин может быть выделено несколько стадий, характеризующихся накоплением специфических формационных комплексов:

1. Стадия "континентального рифта (рифтогепная стадия);

2. Стадия раскрытия океана и развития пассивной континенталь¬ной окрагшы; переход в собственно ркеапическую стадию;

19

3. Переходная стадия;

4. Коллизионная или орогенная стадия, переход в континенталь¬ную стадию.

Позднепротерозойская история Печорской плиты

Истории развития Печорской плиты в позднем прротерозое по¬священо большое количество работ. Достаточно назвать лишь фа¬милии основных исследователей, занимавшихся этой проблемой: Л.Т.Белякова, Р.А.Гафаров, Б.А.Голдин, В.А.Дедеев, В.С.Журав¬лев, О.С.Кочетков, В.Г.Оловянишников (Гецен), В.Н.Пучков, А.М.Пыстин, М.Е.Раабен, Б.В.Тимофеев, М.В.Фишман, З.И.Изю, В.Г.Черный и др.

Принято считать, что в позднепротерозойское время континен¬тальная кора представляла собой более или менее компактный ма¬терик, известный в литературе как Пангея I (Мс Elhinny at al., 1977; Пучков, 1987д; Хаин, Божко, 1988).

В начале рнфея (1700 млн.лет назад) в результате сближения и столкновения друг с другом отдельных архейских континентальных блоков раннедокембрийского заложения (Карельского, Кольского, Беломорского, Волго-Уральского и др.) сформировался Восточно-Европейский кратон, к которому по Тиманскому шву примкнул кон¬тинент Баренция, а с Уральской стороны в раннем рифее к нему были аккретированы отдельные блоки и микроконтиненты , относя¬щиеся ныне к т.н. "доуралидам" (Няртинский, Харбейский и др.).

По некоторым представлениям (Юдин, Дедеев, 1987; Гецен, 1991), в раннем рифее здесь была образована пассивная окраина бассейна, на которой выделяются: континентальный шельф, континентальный склон и подножие, где происходило образование типичных для пас¬сивных окраин формаций.

Пока еще остается не выясненным до конца вопрос о позднепроте-розойской истории развития Урала, о наличии палеоокеанических структур и их положении в это время. Многими уральскими геоло¬гами (С.Н.Иванов и его школа) утверждается негеосинклинальный характер рифейско-вендских структур на Урале (Иванов, 1981, 1987; Иванов и др., 1972, 1984; Формирование земной коры Урала, 1986 и др.). В то же время многие геологи остаются сторонниками тради¬ционной точки зрения эвгеосинклинального пути развития Урала в позднем протерозое.

Основное возражение противников эвгеосинклинального разви¬тия Урала в позднем протерозое - отсутствие офиолитов в соста¬ве этих комплексов - казалось бы, снимается. Ряд геологов -

20

В.И.Ленных, А.М.Пыстин и др.- отмечает наличие пород, мета-морфизованных в высоких фациях, которые могут быть отнесены к офиолитам. Это - эклогит-глаукофановые комплексы Герд-Ю и Нерка-Ю, гранулиты и амфиболиты массива Хордъюс, амфи¬болиты малыкского комплекса в районе Сыум-Кеу, амфиболиты и зеленые сланцы Хараматалоуской депрессии на Полярном Урале. А.М.Пыстиным показано, что представленные выше породы кон¬центрируются в зонах, "подчеркивающих древний «Снеуральский^ структурный план комплекса" (Пыстин, 1994, с. 100).

С другой стороны, ответ на вопрос о наличии докембрийских офиолитов в Полярной части Урала дают материалы детально¬го изучения геологического строения массива Енгане-Пэ. В до¬кембрийских образованиях, обнажающихся в ядре этого поднятия, Р.Г.Язевой и В.А.Лунгиным описан офиолитовый комплекс, предста¬вленный узкими линзами серпентинитов, габброидами, плагиогра-нитами и базальтовыми порфиритами (Пучков, 1993), которые пе¬рекрываются толщей граувакк, относимой к хойдышорской свите, сопоставляемой с лаптопайской свитой Приполярного Урала, име¬ющей вендский возраст (Региональная стратиграфическая схема..., 1994). Эти породы имеют северо-западное простирание, т.е. соглас¬ное с <Сдоуралидами^>.

Недавно получены сведения о находках на Полярном Урале (бас¬сейн р. Харота) ультраосновных пород (пикритов), вероятно, отно¬сящихся к офиолитовой ассоциации байкалид и залегающих под ма-нитанырдской серией отложений (ез~Оі) (Шишкин, Лапшин, 1996).

Интересно, что присутствие докембрийских вулканогенных фор¬маций известково-щелочного состава, относящихся к островодуж-ной серии, отмечается только на Полярном Урале. В связи с этим В.Н.Пучков высказывает предположение, что "их появление связано с кратковременно действовавшей зоной субдукции, наклоненной на восток" (Пучков, 1993, с.21). И далее он же отмечает: "само суще¬ствование доордовикской офиолитовой сутуры, ... а также извест¬ные сведения о всеуральском перерыве и структурных несогласиях, разделяющих докембрийский и палеозойский структурные этажи, ... незрелый характер терригенных толщ позднего венда, проявления метаморфизма этого возраста позволяют говорить о проявлении на Урале умеренных по интенсивности коллизии, орогенеза, метамор¬физма и складчатости в конце венда" (Пучков, 1993, с.21).

На рубеже венда и кембрия произошел крупный перелом в тек-тонической эволюции океана Прототетис, окаймляющего континент Восточной Европы с юга, который привел к замыканию большей ча¬сти океана и причленению ее к Северной Гондване с последующим

21

превращением в молодую орогенную область (Рудаков, 1993).Эти "потрясения" кадомского этапа, скорее всего, спровоцировали те со¬бытия, о которых было сказано выше.

3" с

I ее? |7 [£3> \1 | &8Р> \3 [

]а У?ЯЯ\*

}

"fuel. Схе

ма формирова

ния риф

тогенной окра ины Печорскоі плиты. [Соста вил Н.И.Тимо НИН с использо ванием матери алов Л.Т.Беля ковой

(1988), а такж. В.С.Суркова і О.Г.Жеро (1981)).

1-границы Печорской плиты и блоков с байкальским основанием; 2-Припе-чорский и Илыч-Чикшинский разломы - границы раздела фундамента с раз¬ным формационным составом; 3-другие разломы; 4-выходы байкалид на по¬верхность; 5-участки древней (добайкальской) консолидации в составе бай¬калид севера Урала (Н - Няртинский [Николайшорский] купол, X - Харбей-

22

ский купол); 6-интрузии основного состава в фундаменте; 7-Нижнеомринский

гранодиорит-гранитный комплекс; 8-интрузии кислой вулкано-плутонической

ассоциации орогенного комплекса байкалид; 9-ультрабазиты в фундаменте;

10-направление перемещения Уват-Хантымансийского микроконтинента; 11-

движения по предполагаемым трансформным разломам ; 12-рифтовая зона;

13-предполагаемые листрические разломы; 14-современное положение Уват-

Хантымансийского микроконтинента (срединного массива) в структуре Запад-

но-Сибирской плиты.

Рифтовая стадия (Єз — Oj)

В позднем кембрии начинается новый этап развития Печорской плиты, когда в ее краевой Приуральской части начинается эпиконти-нентальный рифтогенез, соответствующий началу растяжения зем¬ной коры. Рифтогенные, или грабеновые, комплексы представляют собой обломочные, иногда молассоидные плохо сортированные кон-тинентальные и морские отложения, образовавшиеся за счет размы¬ва раздвигающихся континентальных массивов. Мощность их ме¬няется в широких пределах - от нуля до нескольких сотен метров. Особенность рифтогенных комплексов - их трансгрессивное залега¬ние на породах фундамента, чаще всего с отчетливым угловым несо¬гласием.

Рифтогенный комплекс представляет собой линзовидное чередо¬вание осадочных и вулканогенных пород. Первые представлены пес¬чаниками, гравелитами и конгломератами полимиктового и аркозо-вого состава. Начавшиеся растяжения привели к образованию рас¬колов по всему протяжению зоны раздвига, по которым происходило внедрение вулканогенных пород.

Вулканиты представлены щелочными и субщелочными базальта¬ми и андезито-базальтами, реже - липаритами и трахилипаритами. Вулканогенные породы рифтогенной стадии лучше всего изучены на Приполярном Урале, где они имеют субщелочной состав, характер¬ный для ранней стадии рифтогенеза (Голдин, 1973; Голдин, Мизин, 1974; Голдин, Пучков, 1974). Здесь в раннем ордовике формирова¬лись терригенно-вулканогенные отложения большой мощности (гру-беинская серия).

В раннем ордовике, точнее, в арениге в результате начавшего¬ся спрединга от края Восточно-Европейской платформы были от¬колоты Мугоджарский (Восточно-Уральский), Кокчетавский, Уват-Хантымансийский и, возможно, другие микроконтиненты. Их ото¬двигание от. Восточной Европы, видимо, и обусловило начало рас¬крытия Уральского палеоокеана (рис.1).

23

По мере развития рифтовой структуры увеличиваются мощно¬сти формаций, причем в них уменьшается доля осадочных пород и увеличивается - вулканогенных при постепенном уменьшении их ще-лочности. Разнообразные вулканиты со щелочным уклоном сменя¬ются более однородными низкокалиевыми толеитовыми базальтами, фиксирующими обстановку широко раскрытого рифта со сформиро-вавшейся корой океанического типа.

Разрыв континентальной коры, видимо, произошел по несколь¬ким субпараллельным зонам, заполнявшимся толщами толеитовых базальтов.

Во время рифтогенной стадии развития краевой части Восточно-Европейского континента, в центральной части Печорской плиты существовало крупное аркогенное поднятие, названное нами Печоро-Ильїчскилі поднятием. Его формирование было, видимо, спровоци¬ровано внутримантийными процессами в молодой позднерифейско-вендской складчатой области, которые вызвали тепловое возбужде¬ние мантии, ее разогрев и подъем разуплотненного мантийного ма¬териала вдоль зоны расколов рифейского заложения. Такой процесс образования аркогенных поднятий и их последующего обрушения с образованием рифтов широко обсуждался в литературе (Разваляев, 1984; Рамберг, Морган, 1984; Вуалло, 1985; Хаин, 1986; Геодинами¬ческие реконструкции, 1989 и др.).

Начавшийся спрединг вдоль восточного края континента вызвал обрушение Печоро-Илычского аркогенного поднятия с образовани¬ем Печоро-Колвинской рифтогенной зоны со сложной сетью разрыв¬ных нарушений, унаследованных от расколов рифейского заложения. В этом рифтогене образовалось два параллельных трога - Печоро-Кожвиискии и'Колвинский, разделенных узким Лайско-Лодминскгш поднятием. Все эти части рифтогена отличались временем нача¬ла прогибания и интенсивностью в течение демиссионного периода. Прогибание трогов происходило в разное время. Вероятно, раньше прогибание началось в Колвинском троге - в среднем-позднем ор¬довике, судя по времени формирования здесь платформенного чех¬ла, тогда как Печоро-Кожвинский трог запоздал с началом прогиба¬ния до силура. Одинаковая интенсивность прогибания (до 20 м/млн. лет) характерна для обоих трогов в течение Ог-Di подэтапа, тогда как в пределах разделяющего их горста интенсивность прогибания была в два раза слабее.

24

Стадия раскрытия океана и формирования пассивной окраины

(Оз-SO

В раннем - начале среднего ордоппка. вдоль края Восточной Евро¬пы продолжался спрединг, в результате чего происходит дальней¬шее раскрытие Уральского океана, окончательно формируется Ураль¬ская пассивная окраина. На этапе формирования пассивной окраины в составе Уральской зоны выделяются две структурно-формационные палеозоны - Бельско-Елецкая и Зилаиро-Лемвинская. Первая, в основном мелководная, отвечает шельфу Восточно-Европейского кон¬тинента, а вторая, преимущественно глубоководная - континенталь¬ному склону и подножью. Вдоль второй палеозоны происходит фор¬мирование комплекса меланократового основания, в котором обра¬зуется следующая последовательность (снизу вверх): ультрабазиты и продукты их метаморфизма, габбро и амфиболиты, толеитовые ба¬зальты с прослоями батиальных кремнистых и кремнисто-глинистых сланцев. Такая последовательность разреза установлена вдоль всей полосы Зилаиро-Лемвинской палеозоны Урала (Тектоника Урала, 1977; Пучков, Иванов, 1987).

На борту раскрывающегося морского бассейна начинается фор-мирование шельфа, у бровки которого образовываются барьерные рифы (рис.2), чему благоприятствовала палеогеографическая обста¬новка: в течение всего ордовика и раннего силура Уральский океан имел широтную ориентировку и был расположен в зоне экватора. Уже в среднеордовикское время были созданы условия, благопри¬ятные для образования органогенных построек. А.И.Антошкина и А.И.Елисеев (1988) указывают на наличие таких построек среднеор-довикского возраста на р.Кожым и указывают на типичные рифовые образования ашгилльского возраста на о.Вайгач, Пай-Хое и на ре¬ках Кожым и Илыч (Антошкина, 1988).

В начальный момент образования пассивной окраины приток пресной воды, поступавший в шельфовый бассейн, не компенсировал испарения, повышенного в связи с приэкваториальным положением шельфа, и в краевой части шельфа в среднеордовикское время, ви¬димо, связи с открытым морем временами прерывались, что способ¬ствовало образованию толщи эвапоритов в лагунах к западу от ба¬рьерного рифа. Такие соленосиые отложения вскрыты скважинами в нижней части платформенного чехла Косью-Роговской впадины.

Предполагается, что Уральский океан имел не одну ось спредин-га, а по крайней мере, две, разделенные микроконтинентами (Пуч¬ков, Иванов, 1987). Считая неизменной скорость спрединга (в совре¬менном Атлантическом океане она равна 2см/год), можно предполо-

25

EZ3, EZb EZb Шь Их Вг0;

Si шь ЁИ« № т,2 т,3 т»

Рис.2. Схематические профили, иллюстрирующие эволюцию Печорской • плиты в раннем и среднем палеозое. Составил Н.И.Тимонин.

ез ~ Oi -рифтогенная стадия; О2 - Di - раскалывание краевой части конти¬нента; Dj - Dg —океаническая стадия.

1—гнейсо-гранулитовый слой, 2—гранулито-метабазитовый слой,

3-океаническая кора, 4-байкальский складчатый комплекс, 5-основные раз¬ломы, 6- направление сноса обломочного материала, 7-направление спредин-га, 8-внедрение магматических пород основного состава, 9—фалаховая фор¬мация, 10-песчано-глинистая формация, И-сульфатно- доломитовая формация, 12-глинисто-известняковая формация, 13-формация рифовых известняков, 14-глубоководная кремнистая формация.

26

жить, что за ордовикское время (с 490 до 420 млн. лет) Уральский океан мог достичь ширины свыше 1500 км (Зоненшайн и др., 1990).

К концу ордовика определилась и восточная континентальная окраина Уральского океана, которой, вероятно, являлась окраина Казахстанского континента, быстро растущего путем многоэтапных аккреции микроконтинентов и активного роста за счет субдукций ко¬ры островных дуг. Преобладающая субдукция на уровне среднего и позднего палеозоя была направлена под Казахстанский континент, в результате чего по его окраине формировалась зона активного про¬явления магматизма.

В силуре в Уральском океане наиболее важным событием явилось образование мощной островной дуги, протягивающейся от Щучьин-ской зоны до южных районов Зауралья, через всю Тагильскую зону, в связи с чем происходит дальнейшее увеличение доли вулканоген¬ных образований в составе накапливающихся формаций: доля оса¬дочных пород не превышает по объему 2-5% от общей массы пород. Эта дуга, видимо, была заложена на океаническом основании, ибо известково-щелочные вулканиты местами залегают на подушечных лавах, соответствующих базальтам срединно-океанических хребтов.

Развитие островодужных комплексов в Тагильской зоне началось в конце лландовери - начале венлока. С этой ранней островодуж-ной стадией связаны излияния андезитовых, андезито-базальтовых, плагиориолит-дацит-андезитовых лав и формирование плагиогра-нитных комплексов,особенно крупных на Полярном Урале (Язева, Бочкарев, 1995).

Реликты островодужных комплексов известны на Приполярном Урале, в зоне Главного Уральского надвига, где они в виде чешуи и пластин надвинуты на рифей-вендские образования Центрально-уральского поднятия. Здесь в узкой зоне Главного Уральского на¬двига скучены альпинотипные и платиноносные гипербазиты и габ¬бро, океанические толеиты среднего ордовика и островодужные то-леиты раннего силура.

В силуре в шельфовой зоне Печорской плиты накапливались кар-бонатные и глинисто-карбонатные осадки, причем в раннем венло-ке происходит разрушение рифовых построек лландовери по краю шельфа и перемещение рифообразования на запад, в сторону Сан-дивея - Средней Макарихи. Возобновление рифообразования по бровке шельфа началось в позднем венлоке (р. Кожым) и продол¬жалось до начала трансгрессии в пржидоле. Наиболее крупные ри¬фовые сооружения (мощностью до 450-500 м) формировались в луд-ловское время от р. Илыч (Северный Урал) до мыса Белый Нос (Пай-Хой) (Антошкина, Елисеев, 1988; Чувашов, Шуйский, 1990). О

27

существовании в лудловское время крупного рифового барьера по бровке шельфа говорит накопление специфического комплекса отло¬жений в обширном зарифовом водоеме с нарушенным водообменом, где, по мнению указанных исследователей, накапливались слойча¬тые и узорчатые доломиты и известняки со своеобразным бентосным сообществом.

К началу девона произошло два важных события: Северная Аме¬рика столкнулась с Европой, закрыв океан Япетус, и широко рас¬крылся Уральский океан. В результате закрытия океана Япетус вдоль зоны столкновения образовался мощный складчато-надвиговый пояс, включающий каледониды Скандинавии, Шпицбергена и Во¬сточной Гренландии. В результате этого столкновения Северо-Американский континент соединяется с Восточной Европой и обра¬зуется единый Еврамериканский континент (Зоненшайн, Городниц-кий, 1978).

В раннедевонское время в Уральском океане общая обстановка становится более дифференцированной. На завершивших свое фор-мирование вулканах образуются рифы. Мощность нижнедевонских рифовых построек в Щучьинском районе, по данным В.А.Дедеева (1959), достигает 700-750 м. В Южном Зауралье в раннем девоне происходит обдукция офиолитов, которая обусловлена столкновени¬ем Сакмарской силурийской островной дуги с Восточно-Уральским микроконтинентом.

Рассматриваемый период относится к переходной стадии раз¬вития Уральского океана, характеризующегося сложным строени¬ем: сочетанием разных типов коры с базальтовым слоем изменчивой мощности, локальным развитием гранитно-метаморфического слоя, резкими колебаниями мощности вулканогенно-осадочного слоя.

В современной структуре земной коры этой стадии развития от¬вечаю! структуры типа островных дуг, краевых морей и глубоко¬водных желобов, геодинамическая обстановка которых определяет¬ся преобладанием неравномерного и неповсеместного сжатия и ску-чивания, особенно нарастающего к концу этапа.

В течение силура - раннего девона интенсивность вулканических проявлений в Уральском океане была максимальной, причем состав вулканических пород последовательно менялся. Подводные лавовые трещинные излияния пород основного состава преобладали в ран¬нем силуре, в позднем силуре в связи с прогрессирующим развитием вулканических островных дуг усилилась роль вулканов центрально¬го типа с сопутствующей эксплозивной деятельностью, состав про¬дуктов вулканизма стал более кислым. В раннем девоне появились щелочные лавы и туфы, возросла роль дацитов, и зародившиеся в

28

этот период вулканические дуги вступили в зрелую стадию своего развития.

В итоге обстановка растяжения, которая преобладала в нача¬ле этого этапа и благодаря которой происходило интенсивное про¬гибание трогов Печоро-Колвинской рифтогенной зоны и Варандей-Адзьвипской зоны, сменилась сжатием, что отразилось и в смене состава терригенных осадочных толщ, большую роль стали играть грубообломочные фации.

В шельфовой зоне трансгрессия пржидольского века привела к разрушению лудловских рифовых построек и формированию в кра¬евой части шельфа слоистых известняков и доломитов с прослоями конглобрекчий, где обломки представлены биогермньши известня¬ками.

Пришедшая в конце силурийского времени регрессия привела к существенному обмелению бассейна и возобновлению в краевой части шельфа формирования органогенных построек. В пражско-раннеэмсское время мощные рифовые массивы (мощностью до 1000 м) образовывались вдоль всего крал Печорской плиты - от вер¬ховий р. Печоры (лог Иорданского) до мысов Белый и Пырков Нос на Пай-Хое (Антошкина, Елисеев, 1988), и даже на Южном о-ве Но¬вой Земли в разрезе раннего девона преобладали органогенные из¬вестняки (Тектоника и металлогения..., 1992).

Средний девон. После эпохи тектонической активизации, которая проявилась в конце раннего девона в форме отдельных поднятий, средний девон начинается возобновлением и усилением погружений на всей территории Печорской плиты. На территории Пай-Хоя, По¬лярного, Приполярного и Северного.Урала средний девон залегает трансгрессивно и с более или менее резким несогласием на отло¬жениях от нижнего девона до рифея с конгломератами или песча¬никами в основании. Наиболее интенсивное прогибание отмечено в этот период в Печоро-Кожвинском троге (более 100 м/млн.лет), ме¬нее интенсивно (до 50 м/млн.лет) прогибалась краевая часть плиты (Приуральское перикратонное опускание). Сформировались трого-вые опускания на Северном и Среднем Тимане, в которых накопи¬лись терригенные осадки мощностью более 300 м. Приподнятыми в среднедевонское время оставались Большеземельский свод и южная часть Лайско-Лодминского горста.

В начале позднего девона на Печорской плите проявилась вспыш¬ка магматической активности. Излияния базальтовой магмы и вне¬дрения силлов отмечены в это время в трогах Тиманской гряды, в Печоро-Кожвинском рифтогене и его продолжении на севере Ура¬ла, а также на Пай-Хое, о-ве Вайгач и Новой Земле. Магматизм

29

носил субщелочной характер и был типичным для континентальных рифтов.

Активизация тектонических движений является важной особен¬ностью девонского периода развития Восточно-Европейской плат¬формы (Леонов, 1976), когда здесь происходило формирование си¬стемы грабенообразных прогибов, сопровождаемое вулканической деятельностью, причем эпоха наиболее активного проявления этих процессов имела место во второй половине среднего девона и закон¬чилась к концу кыновского времени. Не исключено, что эти процес¬сы связаны с заключительными этапами орогенической фазы, проте¬кающей в связи с закрытием океана Япетус и формированием скан¬динавского пояса каледонид.

В целом в течение эмсско-турнейского подэтапа Уральский океан пережил три фазы своего развития. В первую (живетско-франскую) и в третью (турнейско-ранневизейскую) здесь существовали актив¬ные вулканические дуги, а в их тыловых частях - окраинные моря. Дуги были связаны с субдукцией, направленной на восток, под Ка¬захстанский континент (Пучков, Иванов, 1987) и Тагильскую остров¬ную дугу. В промежутке между этими островодужными фазами, в фаменское время, проявилась фаза общего сжатия и скучивания, с которой на Южном Урале связывают образование флишоидной тер-ригенной зилаирской формации (D\~C\), осадки которой впервые вы¬плеснулись на шельф.

Стадия закрытия Палеоуральского океана и процессы

коллизии

В течение девона шельф пассивной континентальной окраины ис¬пытал два трансгрессивно-регрессивных цикла с максимумами ре¬грессий в такатинское и пашийское время. В течение первого из упомянутых циклов, с лохкова до раннего эмса по бровке шельфа возродился барьерный риф, протянувшийся вдоль всего края пли¬ты. В среднем девоне он распадается, а в начале франского време¬ни рифы вновь образуют цепочки, но их положение резко меняется, что связано с интенсивным погружением континентальной окраины и заложением на ней позднедевонско-турнейских относительно глубо¬ководных прогибов типа Камско-Кинельских (Кушнарева, 1958; Бе¬ляева, 1988). Эту зону прогибания и окаймляли рифовые барьеры, смещенные вглубь платформы.

В целом среднедевонско-турнейский этап характеризуется боль¬шей неустойчивостью по сравнению с предыдущими этапами. Ре¬грессии неоднократно сменялись трансгрессиями, неоднократно про¬исходила перестройка структурного плана. Этот этап отражает са-

30

мостоятельяыи цикл развития от предэмсского тектогенеза до конца турнейского времени, когда здесь произошел переход к орогенному режиму.

В каменноугольный период тектоническое развитие в Южном и Северном секторах Уральского океана шло по различному пути. На юге события были связаны с косоориентированным сближением Восточно-Европейского и Казахстанского континентов, а на севере - со сближением Восточной Европы и Сибири, в котором принимал участие и Уват-Хантымансийский микроконтинент.

В середине визе вулканизм в Уральском океане прекратился, и на всей его площади в позднем визе и в течение башкирского века накапливались мелководные карбонатные осадки.

В южном секторе Зауралья в раннем карбоне океаническое ложе между Магнитогорской дугой и краем Восточно-Европейского кон¬тинента было подавлено, но оставалось океаническое пространство между этой дугой с поддвинутым под нее Мугоджарским микрокон¬тинентом и Казахстанским континентом, где начинает формировать¬ся новая, Валерьяновская островная дуга, погружающаяся под Ка¬захстанский континент. На протяжении визе и среднего карбона про¬исходило сближение Казахстана и окраины Восточно-Европейского континента, к которой была припаяна отмершая Магнитогорская ду¬га.

Палеомагнитные данные свидетельствуют, что Казахстанский континент в этот период находился напротив Среднего Урала, и только в пермское время занял современное положение (Зоненшайн и др., 1990; Пучков, 1996).

Первые свидетельства коллизии между Казахстанским и Восточ¬но-Европейским континентами обнаружены на Южном Урале в фа-менских образованиях. Столкновение континентальных блоков про¬исходило по зоне Главного Уральского глубинного надвига, кото¬рый в настоящее время маркируется глобальной зоной меланжа -тектонических брекчий с серпентинитовым цементом (Геодинамиче¬ская модель ..., 1987, Петров, Пучков, 1994).

К началу среднего карбона в северном секторе Зауралья в зону поддвига и скучивания вовлекаются батиальные осадки континен¬тального склона и подножья с подстилающими их образованиями субконтинентального типа, что привело к ускорению роста ороге-на и, следовательно, усилению его размыва и увеличению объема орогенных формаций. К этому времени относится рост гранито-гнейсовых куполов, формирование гранитных батолитов, сильное воздыманйе всей территории и образование горно-складчатого со¬оружения. Уральская система вступила в орогенную стадию сво-

31

его развития.

В позднем карбоне воздымания усилились и вся восточная часть Уральской системы, а также Центрально-Уральская зона были под¬няты выше уровня моря и лишь узкие приразломные грабены за¬полнялись-грубой континентальной молассой. Однако восточный край шельфа и Западно-Уральская зона продолжали испытывать устойчивое погружение с сохранением морских условий седимен¬тации. Исключение представляет лишь крайний северо-восточный край шельфа, где карбонатное осадконакопление прекратилось в среднем карбоне и отложения среднего карбона без видимых следов размыва перекрываются породами мергелистого горизонта нижней перми, сформировавшимися в глубоководных условиях, охарактери¬зованных редкими находками пелагической фауны.

Над этим моментом истории развития Печорской плиты следует остановиться несколько подробнее. В середине башкирского века, по мнению В.Н.Пучкова (1993), произошло прекращение субдукции, на смену которой пришла коллизия - столкновение легких плавучих краев континентов, не способных к субдукции. Начало этого про¬цесса отчетливо видно в краевой части Печорской плиты на грани¬це башкирского и московского веков сменой формационного облика отложений, что отмечается многими исследователями. В сланце¬вой зоне толща детритовых известняков, переслаивающихся с аргил¬литами и алевролитами, охарактеризованная фауной фораминифер башкирского и раннемосковского возраста, сменяется флишоидной толщей кечьпельской свиты (Елисеев, 1973, 1978). Во многих раз¬резах краевой части шельфа отложения верхней части московского яруса отсутствуют или же сменяются толщей известняковых брек¬чий.

Начало коллизионного процесса выражено появлением во второй половине башкирского века на краю континента узкого размываемо¬го поднятия, поставлявшего терригенный материал на территории обоих склонов Урала, благодаря которому образовались толщи по-лимиктовых песчаников в среднем карбоне восточных разрезов Лем-винской зоны (Елисеев, 1973, 1978) и, возможно, толща сланцев и грубозернистых песчаников, отнесенных К.Г.Войновским-Кригером (1963) к райизской свите, возраст которых установлен в последние годы, благодаря исследованиям В.А.Салдина (1993, 1996), как позд-нетурнейский.

Первый период столкновения континентов сопровождался интен¬сивной складчатостью во внутренних зонах Урала. Тектонические движения захватили и более внутренние районы Печорской плиты -здесь началась инверсия в трогах Печоро-Колвинского авлакогена,

32

и на их месте начинается формирование валообразных поднятий -будущих Печоро-Кожвинского и Колвинского мегавалов.

События, вызвавшие процесс образования Предуральского крае¬вого прогиба, происходили на Урале с разной степенью интенсивно¬сти и с существенным запаздыванием в северных частях по сравне¬нию с южными. Как было отмечено выше, поступление терригенно-го материала с востока на эападный склон Урала, что знаменовало собой начало заложения краевого прогиба, началось в южном За¬уралье еще с фамена. Здесь краевому прогибу предшествовал по времени позднедевонско-раниекаменноугольный граувакковый про¬гиб остаточной природы, возникший на месте батиальной зоны пас¬сивной континентальной окраины (Пучков, 1979). К началу визе этот прогиб стал смещаться на запад, захватывая краевую часть шельфа.

Аналогичная картина перерастания остаточного прогиба бати¬альной зоны в краевой обнаруживается в северной части Урала, на широте Лемвинской зоны, где появление граувакк на восточном борту остаточного глубоководного прогиба началось с небольшим запозданием по сравнению с Южным Уралом, а именно в окско-серпуховское время. Этот остаточный прогиб заполнялся в течение среднего и позднего карбона, а в шельфовую зону Печорской плиты терригенные осадки с восточного источника сноса проникли лишь в ранней перми (Пучков, 1996; Юдин, 1994).

Таким образом, обнаруживается определенная асинхронность со¬бытий, связанных с началом образования Предуральского краевого прогиба, что можно связать с особенностями коллизионного процес¬са, в частности с косоориентированной коллизией Восточной Евро¬пы с Казахстанским континентом, в связи с чем происходит запаз¬дывание появления граувакк в структурных зонах Западного склона Урала В'северном направлении, в этом же направлении изменяется интенсивность коллизионного процесса, которая своего максимума достигает в полярной части Урала лишь к кунгурскому времени.

К поздней перми - началу триаса в результате коллизии на Ура¬ле возник горный складчато-надвиговый пояс. К этому времени от¬носится образование надвигов и шарьяжей т.н. Фронтальной зоны и Главной Западноуральской зоны надвигов (по В.В.Юдину) и пере¬мещение пластин Пентрально-Уральской и Лемвинской зон на обло¬мочные толщи краевого прогиба.

Наиболее существенной позднепермско-триасовая эпоха оказа¬лась для крайней северо-восточной (Пайхойской) части Печорской плиты, где началась коллизия в связи со сближением Сибирского и Еврамерийского континентов. В коллизии участвовала, по мнению В.В.Юдина (1994), Байдарацкая островнная дуга, сформированная в

33

Карской реликтовой зоне Уральского палеоокеана (Зоненшайн, На-тапов,1987; Устрицкий, 1985). В результате этих коллизионных про¬цессов происходит образование пологого периферического вздутия, называемого палеосводом Зенченко, в Варандей-Адзьвинской струк¬турной зоне и на территории Коротаихинской впадины.

На территории Пай-Хоя в триасе и ранней юре происходило мощ¬ное поддвигание пассивной окраины континента под Байдарацкую островную дугу и интенсивное формирование складчато-надвиговых орогенных структур. Эти коллизионные процессы на древнекимме-рийском этапе привели к формированию Пайхойско-Новоземельской складчатой системы (Кораго и др., 1989; 'Тектоника и металлоге¬ния..., 1992).

Между периодами позднепалеозойской и раннеюрской коллизии в триасе существовал этап ослабления складчатых деформаций, причем на границе перми и триаса существовал эпизод растяжения, во время которого север Урала и сопредельные территории ока¬зались на окраине области рассеянного рифтогенеза (Эволюция..., 1989) и траппового магматизма, включающей территории Западной Сибири и Таймыра.

Известно, что в пермский период начался планетарный процесс возбуждения мантии на обширной территории Северного полуша¬рия Земли, вызвавший нарушение изостатического равновесия и по¬гружение крупных участков коры. Под воздействием мантии в от¬дельных участках, где консолидация коры произошла сравнительно недавно (Западная Сибирь), произошел раскол литосферы с обра¬зованием серии рифтовых зон (Сурков, 1989). Одна ветвь расколов проникла и в Северное Приуралье, вызвав излияние толеитовой маг¬мы в раннетриасовое время.

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Печорская плита обладает уникальным сочетанием самых раз-нообразных видов минерально-сырьевых ресурсов. По набору этих видов она не имеет аналогов в других регионах Мира.

Проведенный в работе анализ истории геологического развития Печорской плиты и рассмотрение ее структурных особенностей по¬казали наличие условий для проявления самых различных геологи¬ческих и рудообразующих процессов, пригодных для открытия прак¬тически любых видов минерального сырья, связанных с осадочными и магматическими формациями.

34

К настоящему времени в пределах плиты более или менее удовле-творительно разведаны энергетические ресурсы (нефть, газ, уголь, горючие сланцы). Ведется добыча поваренной соли, различных ви¬дов технического и камнесамоцветного сырья, благородных метал¬лов,разнообразных стройматериалов, начата разработка боксито¬вых месторождений; подготовлены к освоению крупные месторожде¬ния титана, баритов. Имеются реальные перспективы и ведутся ра¬боты по подготовке промышленных запасов хрома, марганца, железа, меди, полиметаллов, редких и рассеянных элементов, серы, фосфо¬ритов, флюорита, керамического и многих других видов сырья.

Разведанность потенциальных ресурсов полезных ископаемых со-ставляет: по нефти - 52, газу - 40, углю - 7.5, бокситам - 41, титану - 57, марганцу - 57, баритам - 42, меди - 1% и т.д. (Воровинских и др., 1994).

Все эти данные свидетельствуют, что выявленные запасы мине¬рально-сырьевых ресурсов составляют надежную базу для создания различных горнодобывающих и перерабатывающих производств.

Анализ тектонического развития Печорской плиты в фанерозое позволяет установить определенную связь между характером разви¬тия плиты на отдельных ее этапах и набором полезных ископаемых, связанных с накоплением осадочных формаций.

Демиссионный период развития характеризуется значительными темпами и объемом накопившихся пород (более 1,0 млн.м3), из ко¬торых не менее 40% претерпели жесткие условия катагенетического преобразования ОВ, что способствовало его эмиграции из пород. В этот период для большей части плиты свойственны условия полного онтогенеза нефти и газа.

В эмерсионный период условия осадконакопления и характер тек-тонического режима меняются. Неоднократные переформирования структурного плана с образованием новых ловушек, образование высокоемких гранулярных коллекторов, перераспределение залежей нефти и газа - такими особенностями развития отличается этот пе¬риод. В эмерсионный период происходит образование и накопление новых видов полезных ископаемых (каменных углей, горючих слан¬цев, солей и т.д.).

35

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФАНЕРОЗОЙСКОЙ

ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ ЭПИПОЗДНЕПРОТЕРОЗОЙСКИХ ПЛИТ МИРА

Рассмотрены Сахарская и Аравийская плиты, расположенные на Африканском континенте, а также Мизийская и Среднеевропейская плиты - на Восточноевропейском континенте.

В платформенном чехле эпирифейских плит отмечены несогла¬сия: на границе ордовика и силура (Сахарская и Мизийская пли¬ты), силура- раннего девона (Аравийская, Среднеевропейская пли¬ты), в раннем карбоне, обычно на границе турне и визе (Мизийская, Сахарская, Печорская плиты), ранней перми, ранней юре (на всех рассматриваемых плитах, причем в Сахарской, Мизийской и Печор¬ской плитах на последнем стратиграфическом рубеже сформирова¬лись угловые несогласия, что связано с активными проявлениями раннекиммерийского тектогенеза).

Стратиграфическая полнота и мощности осадков, слагающих тот или иной структурный ярус в отдельных плитах, безусловно, отли¬чаются. При этом более полными и мощными являются структур¬ные ярусы, сформировавшиеся синхронно с наиболее активным пе¬риодом развития соседней подвижной зоны. Для Печорской плиты это ордовикско-нижнедевонский структурный ярус, отвечающий на¬чальному, наиболее активному периоду развития Палеоуральского океана и связанному с этим временем периоду активного прогибания Приуральского перикратонного опускания. Самые верхние струк¬турные ярусы, начиная с триасового и особенно юрско-мелового вре¬мени, наоборот, редуцированы, их мощности в пределах континен¬тальной части плиты имеют невелики, что нельзя сказать об аквато-риальной части плиты, примыкающей к интенсивно погружающейся части Баренцевоморского шельфа.

На основании формационного анализа выявлена еще одна особен¬ность платформенных чехлов рассматриваемых плит - существен¬но терригениыи состав структурных ярусов, сформировавшихся на ранних этапах развития Мизийской, Среднеевропейской, Сахарской и Аравийской плит. Набор формаций доальпийской части разреза указывает на определенное тождество истории развития этих плит.

Следует заметить, что в эпипозднепротерозойских плитах до¬вольно редка полная согласованность структурных планов фунда¬мента и чехла. Чехол плит формируется под непосредственным вли¬янием подвижных поясов (новообразованных океанов), занимающих как правило, секущее положение по отношению к структурам фунда¬мента. В качестве примеров можно привести уралиды и доуралиды

36

в Печорской плите, атласиды и сахариды в Сахарской плите, загро-сиды и арабо-нубиды в Аравийской плите и т.д.

На определенной стадии развития эпипозднепротерозойской пли¬ты в ее теле образуется зона растяжения, перерастающая в риф-тогенную зону (авлакоген) - удлиненную, ограниченную длительно развивающимися разломами грабенообразную депрессию с высоки¬ми скоростями и градиентами погружения. Авлакогены являются единственным типом платформенных прогибов, которые подверже¬ны инверсии, в результате чего на месте прогнутой структуры воз¬никает пологое валообразное сооружение. Чаще всего авлакогены раскрываются в соседнюю подвижную океаническую зону (геосин¬клиналь).

Заложение авлакогенов обычно происходит на ранних этапах развития плиты, когда ее фундамент еще обладает довольно высокой подвижностью. Примеры подобных структур известны во всех рас¬смотренных плитах. На Печорской плите это Печоро-Колвинский и Варандей-Адзьвинский авлакогены, на Сахарской плите - Угарта, на Среднеевропейской плите - Поморско-Куявский авлакоген.

Авлакогены раннего этапа заложения обычно в течение палео¬зоя претерпевают повторную рифтогенную активизацию, часто со-провождаемую высокой магматической активностью. В Печоро-Колвинском авлакогене такая активизация имела место в среднем девоне, синхронно с Припятско-Лонецким авлакогеном и заверши¬лась в начале франа.

Кроме того, в пределах плит могут развиваться более поздние авлакогены, возникающие в фазы активизации движений плиты на рубеже очередных тектонических циклов в соседних подвижных зо¬нах (поясах). Для примера можно рассмотреть авлакоген Пальми¬ра в северной части Аравийской плиты. Его заложение и наиболее интенсивное погружение связаны с интенсивным прогибанием аль¬пийского Средиземноморского пояса в поздней юре, а инверсию он испытал перед олигоценом в связи с началом орогенических движе¬ний в альпийской системе.

В большинстве рассмотреннных авлакогенов на завершающих этапах процессы растяжения, как было отмечено выше, сменяются сжатием, что приводит к формированию зон инверсионных подня¬тий.

37

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные результаты анализа истории геологического развития Печорской плиты в фанерозое и сравнение с особенностями фане-розойской истории развития других эпипозднепротерозойских плит Мира сводятся к следующему.

При проведении структурно-формационного расчленения всего комплекса осадочного выполнения Печорской плиты нами выделено два крупных периода в развитии осадочного чехла плиуы;демиссион-ный (бз - Р\о.\) и эмерсионный (Рі<і2-Ап), каждый из которых подраз¬деляется на ряд этапов и подэтапов в ранге структурных ярусов и подъярусов.

Для каждого из выделенных ярусов присущи свои типы тектони¬ческих движений и характеры тектонических структур. Так, для нижнего, позднекембрийско - нижнедевонского яруса характерны преимущественно линейные структуры, подчиненные ориентировке структурных линий в фундаменте. В эмсско-триасовое время про¬исходили в основном глыбово-блоковые движения фундамента пли¬ты, которые вызвали в чехле образование округлых или линейных структур, часто осложненных крупными тектоническими нарушени¬ями, но в меньшей степени отражающих внутреннее строение фун¬дамента. Структуры верхнего, среднеюрско-антропогенового струк¬турного этажа еще в меньшей степени подвержены влиянию строения фундамента; они лишь подчинены общей ориентировке структурного плана фундамента. Это в основном пликативные пологие округлые, изометричные, реже слабо вытянутые поднятия и впадины неболь¬шой интенсивности и амплитуды, значительно реже нарушенные раз¬ломами.

Установлены определенные особенности геологического разви¬тия Баренцевоморского шельфа в фанерозое, выразившиеся в том, что он образовался над остаточным океаническим бассейном ран-непалеозойского океана Япетус (Устрицкий, 1988), отличающимся пятнистым расположением участков, лишенных "гранитного" слоя. Своеобразие этого участка выражается в том, что он имеет огром¬ные мощности (более 12 км) осадков, накопившиеся в позднем палео¬зое и раннем мезозое, сносимые с размывающихся уралид и с ороге-на, сформировавшегося севернее Земли Франца-Иосифа, причем ме¬зозойская толща осадков оказалась переслоенной многочисленными интрузивными телами, зафиксированными в сейсмическом разрезе в виде неких "странных" горизонтов (Алехин, 1988).

В ордовике вдоль восточной края Печорской плиты (в совре¬менных координатах) заложился Уральский океан, прошедший все

38

стадии своего формирования и развития: от эпиконтинентально-го рифтогенеза и заложения океана (поздний кембрий - ордовик), через полное его раскрытие (силур - девон), и до его закрытия (поздний девон - ранний карбон) и образования на краю плиты складчато-покровного сооружения на коллизионном этапе (средний карбон - ранняя юра). В начальные этапы впиконтинентального рифтогенеза от края Восточно-Европейского континента отколол¬ся Уват-Хантымансийский блок, дрейфовавший позже в Уральском палеоокеане, а на коллизионом этапе "застывший" в теле Западно-Сибирской плиты (Тимонин, 1997).

В начальные эпизоды эпиконтинентального рифтогенеза на Ураль¬ском краю Восточно-Европейского континента, в позднем кембрии-начале ордовика сформировалась рифтовая окраина, где накапли¬валась характерная серия осадков - прибрежные грубообломочные терригенные отложения, сменяемые мелководными кварцевыми пес¬чаниками, которые с резким несогласием залегают на метаморфитах рифей-вендского возраста и сопровождаются магматическими про¬явлениями щелочного состава, типичными для рифтогенеза, предше¬ствующего раскрытию Уральского океана.

Уральский океан существенным образом влиял на развитие окра¬инной части Печорской плиты. В течение всего времени своего существования этот океан ограничивался с одной стороны пассив¬ной окраиной Восточно-Европейского (Еврамерийского) континен¬та, а с другой - активной окраиной Казахстанского (Казахстанско-Киргизского) континента. Последний возник в конце ордовика в ре¬зультате столкновения и аккреции ряда мелких микроконтинентов.

В Уральском океане вдоль всей Уральской зоны в силурийское время сформировалась мощная Тагильская островная дуга, которая в конце палеозоя эволюционировала в Палеоуральский коллизион¬ный ороген.

Изучение источников сноса обломочного материала позволило установить момент, когда к сносу со стороны континента добавился, а затем и заменил его снос с растущего складчатого пояса. Этот момент, имевший место на Южном Урале в фамене, и на Полярном - в раннем карбоне, фиксирует начало закрытия Уральского океана.

Установлена сложная эволюция орогенного этапа развития пас¬сивной окраины Еврамерийского континента. Выявлено, что Ураль¬ский ороген не протягивался севернее Байдарацкого разлома, где образовался в конце коллизионной стадии Северо-Карский остаточ¬ный океанический бассейн.

Зона субдукции постоянно погружалась под Тагильскую остров¬ную дугу и Казахстанский континент, благодаря чему этот конти-

39

нент быстро аккретировал, постепенно сближаясь с Еврамерийским. Непар&ллельность окраин Еврамерийского и Казахстанского конти¬нентов приводила к тому, что коллизионные процессы проходили по косым направлениям, часто со сдвиговой составляющей и запазды¬ванием'этих процессов вдоль зоны коллизии (Пучков, 1996). Такая косоориентированная коллизия привела и к определенным структур¬ным осложнениям в краевой части плиты, в частности, в виде по¬явления сдвиговых дислокаций (поднятие Чернышева, Колвинский мегавал, Варандей-Адзьвинская структурная зона и т.п.)

На пассивной окраине развивалась шельфовая зона с периоди¬чески формировавшимися по бровке шельфа барьерными рифами, а также батиальная зона. Тектонические процессы в шельфовой обла¬сти Печорской плиты происходили более или менее синхронно с со¬бытиями в Уральском океане. Вдоль края континента сформирова¬лась Приуральская зонаперикратонного опускания, длительное вре¬мя являющаяся ареной активного прогибания и накопления отложе¬ний преимущественно карбонатного состава. Разрез континенталь¬ного шельфа от верхнего ордовика почти до верхнего девона сложен в основном мелководными карбонатными осадками, в том числе и рифогенными. Барьерные рифы, формирующиеся на бровке конти¬нентального шельфа, сменяются при движении в сторону Уральского океана турбидитными обломочными толщами и далее пелагически¬ми тонкими кремнистыми образованиями.

Летально охарактеризован механизм формирования и эволюции структур Печоро-Колвинского авлакогена- от момента формирова¬ния Печоро-Илычского сводообразного поднятия, вероятно, проис¬шедшего еще в венд-кембрийское время, с размерами, достигавшими 300x1100 км, последующего обрушения в позднем кембрии-ордовике во время начавшегося спрединга на рифтогенной окраине Уральско¬го ограничения Восточно-Европейского континента с образованием системы узких параллельных трогов (рифтов), унаследовавших по¬ложение и ориентировку рифейских разломов - Печоро-Илычского, Припечорского и Колвинского. Интенсивность начального этапа прогибания трогов, разделенных Л айско-Верхнелодминским подня¬тием, в течение ордовикско - раннедевонского времени не была оди¬наковой. В среднедевонское время отмечается повторная рифто-генная активизация трогов Печоро-Колвинского авлакогена, во вре¬мя которой несколько увеличиваются размеры трогов, а в паший-ское и кыновское время троги были охвачены трапповым субщелоч¬ным магматизмом, характерным для континентального рифтогенеза (Припятско-Донецкий авлакоген). Тралповый магматизм в это вре-

40

мя проявился и на территории Тимана, Пай-Хое, Вайгаче и Новой Земле, где чаще всего формировались силлы диабазов.

В преддоманиковое время (370 млн.лет назад) завершился про¬цесс рифтогенеза в Печоро-Колвинском авлакогене, территория ко¬торого была вовлечена в спокойное равномерное погружение. В среднем карбоне началась инверсия тектонических движений в авла¬когене с образованием валообразных поднятий на месте трогов. Ин¬версия завершилась в ранней перми (около 270 млн.лет назад) с образованием Печоро-Кожвинского и Колвинского мегавалов. Пе¬рерыв между этими рубежами составляет около 100 млн.лет, что вполне сопоставимо с аналогичными рубежами развития внутрикон-тинентальных авлакогенов (Шахновский, 1996).

Механизм и кинематика формирования Печоро-Колвинского авла-когена вполне соспоставимы с кинематикой развития Припятско-Лонецкого авлакогена(Гарецкий, Клушин, 1987, 1989; Шишкин, Шиш¬кина, 1989). Печоро-Колвинскийавлакоген, как и Припятско-Донецкий, ограничен по бортам серией листрических сбросов, рассекающих верхнюю кору, и местами проникающих до раздела Мохо, предста¬вляя таким образом пути проникновения траппорой магмы на по¬верхность. Под Печоро-Колвинским рифтогеном кора построена по типичному авлакогеновому типу (Дедеев, Запорожцева, 1985).

Формирование рифтогенных структур некоторыми исследовате¬лями (Е.Е.Милановский, Г.Буалло, И.Н.Шахнопский и др.) объяс¬няется наличием под ними разуплотненного астеносферного высту¬па, рост которого сопровождался растяжением земной коры и про¬явлениями процессов рифтогенеза. Взаимосвязь процессов растя¬жения земной коры с подъемом аномального мантийного материала во многом еще дискуссионна, но ясно одно, что особенности эволю¬ции рифтогенных структур обусловлены в основном термическим со¬стоянием аномальной мантии, которой определяется интенсивность и длительность прогрева и последующего остывания литосферы в основании рифтов. Остывание литосферы и прогибание ложа риф-тогена происходят поэтапно. Вначале следует достаточно быстрое опускание ложа рифтовой долины, связанное с процессами быстрого отвердевания аномальной мантии, затем опускание замедляется, что обуславливается охлаждением литосферы.

В сответствии с изложенным выше материалом рассмотрены пер-спективы нефтегазоносности и фанерозойская металлогения Печор¬ской плиты. Металлогенический профиль Западно-Уральской и Новоземельско-Пайхойской зон характеризуется оруденением, отве¬чающим условиям пассивных окраин континентов, в которых преоб¬ладающую роль играют: медистые песчаники, фосфориты, бариты,

41

орудепение стратиформного типа (марганец и полиметаллы), угли, эвапориты, и, конечно же, нефть и газ. Каждому из генетических типов полезных ископаемых отвечает определенный формационный комплекс.

Подводя итоги вышесказанному, эволюцию Печорской плиты в фанерозое можно кратко обрисовать следующим образом:

1. поздний кембрий-ранний ордовик - континентальный рифтоге-

нез двух типов:

А - краеплитный на восточном краю (в современных координа¬тах) Восточно-Европейского континента, приведший к расколу кон¬тинента, отделению Уват-Хантымансийского и других микроконти¬нентов; началу спрединга, образованию пассивной окраины с фор¬мированием геоморфологической триады (континентальный шельф, котнтинентальный склон и подножье) (рис.1);

Б - внутриплитный рифтогенез, приведший к раскалыванию Печо-ро-Илычского аркогенного поднятия, образованного в венде-раннем кембрии, как следствие коллизионного тектогенеза; формирование трогов, на месте которых в ранней перми сформировались инверси¬онные Печоро-Кожвинский и Колвинский мегавалы (рис. 2);

2. средний-поздний ордовик - начало раскрытия Уральского оке¬ана, накопление первой морской осадочной толщи; начало образова¬ния барьерных рифов по бровке шельфа, затрудняющих связь моло¬дого шельфа с открытым океаном; формирование толщи эвапоритов в основании осадочного клина Приуральского перикратонного опус¬кания, вследствие образования застойных явлений при повышенном испарении воды при формировании осадков в приэкваториальных условиях; начало заполнения трогов Печоро-Колвинского рифтоге-на (авлакогена);

3. верхний силур-девон - существование широкого открытого оке¬ана; формирование Тагильской островной дуги вдоль всей ураль¬ской окраины континента, под которую происходит субдукция океа¬нической коры палеоокеана; начало образования коры переходного типа;

4. средний девон - повторная рифтогенная активизация Печоро-Колвинского авлакогена, трапповый магматизм в трогах плиты;

5. верхний девон (додоманиковый период) - завершение процес¬сов рифтогенеза в Печоро-Колвинском авлакогене;

6. конец раннего-средний карбон - начало инверсионных движе¬ний в Печоро-Колвинском авлакогене; начало коллизионных процес¬сов в Полярноуральской части;

7. ранняя пермь - окончательное оформление Печоро-Кожвин-

ского и Колвинского мегавалов, завершение инверсии Печоро-Кол-

42

виненого авлакогєна;

8. конец ранней перми - начало отложения моласс в формиру¬ющемся Предуральском краевом прогибе, начало формирования на Урале покровно-складчатого комплекса;

9. поздняя пермь - образование в Карском секторе Уральского палеоокеаиа Вайдарацкой островной дуги(?), ориентированной под прямым углом к Тагильской дуге;

10. поздняя пермь-триас - поддвигание Пайхойской пассивной

окраины под Байдарацкую островную дугу, сопровождаемое фор¬

мированием на этой территории интенсивных складчато-надвиговых

структур;

11. конец триаса-начало юры - завершение коллизии, образова¬

ние Новоземельско-Пайхойского складчатого сооружения; в ранней

юре - поддвигание края Печорской плиты под структуры Уральской

складчато-надвиговой области, сопровождавшееся образованием ре¬

гионального послойного срыва по некомпетентным верхнеордовик¬

ским соленосным отложениям, приведшим к образованию крупных

бескорневых структур типа поднятий Чернышева и Чернова; завер¬

шение коллизионных процессов с образованием левосторонних сдви¬

говых дислокаций на Тимане и в Северном Приуралье.

Основные работы автора, опубликованные по теме диссертации:

Монографии:

1.Атлас литолого-палеогеографическях карт палеозоя и мезозоя Се-верного Приуральл/ Отв.ред В.А.Чермиых.- Л.: Наука, 1972; 46 карт, 25 п.л. (в соавторстве с В.Н.Пучковым, В.А. Чермиых, Н.Н.Кузькоковоіі " др-);

2. История геологического развития Северного Нрпуралъп в палео¬зое и мезозое (Объяснительная записка к Атласу лптолого-палеогеогра-фических карт). - Л.: Наука; 1972, 7.1 п.л.(108 с.) (в соавторстве с В.Н.Пучковым, А.И.Першпной, Н.П.Кузькоковоп и др.);

3. Тектоника гряды Чернышева. -Л.: Наука; 1975, 16,4 п.л.(130 с);

4. Структура платформенного чехла Европейского Севера СССР.

- Л.: Наука, 1982; 20,9 п.л.(198 с.) (в соавторстве с В.А.Дедеевым,

В.Г.Геценом, П.В.Запорожцевой и др.);

5.Тектонические критерии прогноза нефтегазоносности Печорской плиты. -Л.: Наука, 1986; 15,1 п.л.(216 с.) (в соавторстве с В.А.Дедеевым, Л.З.Амнновым, В.Г.Геценом и др.);

43

б.Новоземельский мемориал. - Сыктывкар, 1995; 17,8 п.л. (297 с). 7.Печорская плита: история геологического развития в фанерозое. -Екатеринбург, 1998; 17 п.л. (в печати).

Научные доклады и рекомендации:

8. Перспективы нефтегазоносности западного склона Северного,

Приполярного и Полярного Урала и севера Предуральского краевого

прогиба. - Сыктывкар, 1975. - 50 с. (Докл. на Президиуме Ко¬

ми филиала АН СССР; сер. "Научные рекомендации - народному

хозяйству", вып. 5) (в соавторстве с А.И.Елисеевым, В.Н.Пучковым,

Я.Э.Юдовичем, В.В.Юдиным) ;

9. Рудные формации и проблемы металлогении Вайгач-Южноново-

земельского антиклинория. - Сыктывкар, 1975.-48 с. ; (Докл. на Пре¬

зидиуме Коми филиала АН СССР; сер."Научные рекомендации - народ¬

ному хозяйству", вып. 6) (в соавторстве с Н.П.Юшкиным, М.В.Фишма-

ном);

10. Прогноз нефтегазоносности Тпмано-Печорской провинции. -Сыктывкар, 1981- 48 с; (Докл. на Президиуме Коми филиала АН СССР; сер.''"Научные рекомендации - народному хозяйству, вып. 27) (в соавторстве с В.А.Дсдсевым, Л.3.Амиловым, Г.Д.Удотом и др.);

11. Тектоническая карта Печорской плиты. - Сыктывкар, 1985.-12 с; (Докл. на Президиуме Коми филиала АН СССР; сер. "Науч¬ные доклады", вып.142) (в соавторстве с В.А.Дедеевым, В.В.Юдиным, В.И.Богацким и др.);

12. Фанерозойская геодинамика Печорской плиты (доорогенный пе¬

риод). - Сыктывкар, 1997.- 36 с. (Докл. па Президиуме Коми НЦ УрО

РАН); (сер. "Научные доклады", вып. 390);

Карта:

13. Структурно-тектоническая карта Тнмано-Печорской нефтегазо¬

носной провинции, м-б 1:1 000 000 (на 2-х листах); - М.: Мингео СССР,

1988 (в соавторстве с В.И.Богацким, А.С.Голованем, В.И.Громекой и

лр-У,

Научные статьи:

14. К истории тектонического развития севера Урала и Приуралья в

пермский период // Матер, к Первой Уральской конф. молодых геоло¬

гов и геофизиков. - Свердловск, 1967 (в соавторстве с В.Н.Пучковым);

44

15. Тектоника Среднего Тимана и его отображение на аэрофото-

схемах// Тектоника и древние толщи Тимана и Приполярного Урала.-

Сыктывкар, 1968.- С.27-39 ; (Труды Ип-та геологии Коми филиала АН

СССР, вып. 8) (в соавторстве с В.А.Разнпцыным);

16. Некоторые черты тектоники Приполярного Урала и гряды Чер-нышева, отражающиеся на аэрофотосхемах// Тектоника и древние тол¬щи Тимана и Приполярного Урала.- Сыктывкар, 1968.- С.40-49 ; (Тру¬ды Ян-та геологии Коми филиала АН СССР, вып. 8) (в соавторстве с В. Н. Пучковым);

17. Шарьлж па гряде Чернышева. (Северное Прпуралье)// Докл. АН СССР, 1968- Т. 186.- №1, с. (в соавторстве с Г.М.Фпрером);

18. К истор/ш тектонического развития территории севера Урала и Яриуралья в пермский период // Вопросы геологии и магматизма Урала, - Свердловск, 1970- с.71-74 (в соавторстве с В.П.Пучковым);

19. Особенности тектоники гряды Чернышева //Геология и полез¬ные ископаемые Северо-Востока европейской части СССР и севера Ура¬ла. - Сыктывкар, 1971.- С. 367-371 (Труды Y1I геол. конференции Коми АССР, т.1);

20. Пермо-трпасовый базальтовый магматизм Северного Прпуралья // Магматизм, метаморфизм и металлогения Севера Урала и Пай-Хоя. - Сыктывкар, 1972.- С.60-62,

21. Новые данные о средне- и верхпекаменноугольных отложениях южной оконечности гряды Чернышева // Ежегодник-1971 Ин-та геоло¬гии Коми филиала АН СССР. - Сыктывкар, 1972- С.40-44 (в соавтор¬стве с А.П.Елисеевым, З.П.Михайловой);

22. Новые данные по стратигафип среднего и верхнего карбона

острова Вайгач // Геология и полезные ископаемые Северо-Востока

Европейской части СССР (Ежегодник - 1973 Ин-та геологин Коми фи¬

лиала АН СССР). - Сыктывкар, 1974- С. 74-79 (в соавторстве с

П.В.Калашниковым, 3.П.Михайловой);

23. Тектоническое развитие восточной части Большеземельской тун-дры в связи с перспективами нефтегазоносности // Геология и нефте-газоносность Тимано-Яечорскои провинции. - Сыктывкар, 1975.- С. 99-104;

24. Палеотектонический анализ территории северных впадин Пре-дуральского краевого прогиба // Яефтегазоносность Северо-Востока Европейской части СССР и севера Урала. -Сыктывкар, 1977.-С. 15-22 (Труды YIII геол. конф. Коми АССР, т.ІІІ);

25. Возраст базальтов гряды Чернышева (север Предуральского кра-евого прогиба) // Геология и палеогеография Северо-Востока Европей¬ской части СССР. - Сыктывкар, 1977'.-С'.26-28;

45

26. Основные черты тектоники и особенности геологического раз¬

вития Южиоиовозємєльско-Вайгачского антиклпноріїя // Тектоника и

нефтегазоносность Тнмано-Печорской провинции и ее структурных об¬

рамлений. - Сыктывкар, 1978- С. 16-29 (Труды Ин-та геологии Коми

филиала АН СССР, вып.26);

27. Новые данные о проявлениях барита и серного колчедана в сред-

недевонскпх отложениях Пай-Хоя // Литология и геохимия палеозой¬

ских формаций Севера, Урала и Пай-Хоя. - Сыктывкар, 1979.- С. 43-56

(Труды Ин-та геологии Коми филиала АН СССР, вып.28,) ( в соавтор¬

стве с Я.Э.Юдовичем, А.Б.Юдиной, Л.П.Павловым );

28. Тектонические критерия прогноза нефтегазоиосности западно¬го склона Севера Урала // Геология месторождений горючих ископае¬мых Европейского Северо-Востока СССР. - Сыктывкар, 1981.- С. 7-14 (Труды IX геол. конференции Коми АССР, т. 2) (в соавторстве с В.В.Юдиным);

29. Основные проблемы геологии севера Урала и Пай-Хоя в связи с прогнозом нефтегазоиосности // Проблемы геологии Севера Урала. - Сыктывкар, 1983- С. 3-2.3 ; (Труды Ин-та геологии Коми филиала АН СССР, вып. 42) (в соавторстве с В.А.Дедеевым, А.И.Елисеевым, Р.Г.Тимониной, М.В.Фншмапом);

30. Тектоническая эволюция Печорской плиты в фанерозое // Геоло¬

гия и полезные ископаемые Европейского Севера СССР. - Сыктывкар,

1983.- С. 36-37 (Труды Ин-та геологии Коми филиала АН СССР. вып.

44) (в соавторстве с В.А.Дедеевым);

31. Тектонические аспекты прогноза нефтегазоиосности западно¬

го склона севера Урала и Пай-Хоя // Тектоника и нефтегазоносность

складчатых поясов. - Фрунзе, 1984.- С. 245-252 ( в соавторстве с

В.А.Дедеевым, В.В.Юдиным, А.Н.Елисеевым);

32. Тектонические условия размещения углеводородов в Печорском

бассейне // Печорский нефтегазоносный бассейн (литология и текто¬

ника). - Сыктывкар, 1984. (Труды Пп-та геологии Коми филиала

АН СССР, вып. 47) (в соавторстве с В.А.Дедеевым, Л.З.Амииовым,

Н.А.Малышевым, А.З.Паневой);

33. Восточное ограничение Печорской плиты // Тектоника, маг¬

матизм, метаморфизм и металлогения зоны сочленения Урала и Вост.-

Европ. платформы. - Свердловск-Afnacc, 1985.-С. 12-14 (о соавторстве

с В.А.Дедеевым, И.В.Запорожцевой, В.В.Юдиным);

34. Научная основа развития поисково-разведочных работ на нефть

и газ в Тимано-Печорской провинции // Минерально-сырьевые ресурсы

Европейского Северо-Востока СССР. - Сыктывкар, 1986- С. 72-86

(Труды X геол. конф. Коми АССР) (в соавторстве с В.А.Дедеевым,

Л.З.Амииовым, В.А.Горбань и др.);

46

35. Тектоническая эволюция Печорской эппбайкальской плиты //

Геотектоника ЕвропейскогоСеверо-Востока СССР. -Сыктывкар, 1988.-

С. 5-9 (Труды X геол. коиф. Коми АССР) (в соавторстве с В. А.Дедеевым);

36. Тектоническая эволюция эпирнфейских плит в фаиерозое // Минерально-сырьевые ресурсы Европейского Северо-Востока СССР. -Сыктывкар, 1090.-С. 79-83 (Труды XI геол. коиф. Коми АССР);

37. Средне-позднедевонскпе структуроформпрующие движения на Печорской плите и их последствия // Геология девона Северо-Востока европейской части СССР. - Сыктывкар, 1991- С. 78-79;

38. Геологические исследования Новой Земли в ХУЛ - первой по¬ловине XX в. // История геологических исследований на Европейском Северо-Востоке. - Сыктывкар, 1991.- С. 26-39;

39. Среднекаменноугольные отложения в зоне сочленения Пай-Хоя и Полярного Урала // Геология Севера Урала. - Сыктывкар, 1992.- С. 50-60 (Труды Лн-та геологии Коми ІЩ УрО РАН, вып. 78).

&—

Заказ № 112 Тираж 150

Участок оперативной полиграфии Коми научного центра УрО РАН 167610, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 48