УДК 551.735

В.П.МАТВЕЕВ, *канд. геол.-минерал. наук, доцент, wmatveev@mail.ru*
Санкт-Петербургский государственный горный институт (*технический университет*)

V.P.MATVEEV, *PhDr. g.-m. Sci, Assistant Professor, wmatveev@mail.ru*
Saint-Petersburg State Mining Institute (*Technical University*)

МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ РЕТРОСПЕКТИВНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ЗНАЧЕНИЕ СТРУКТУРНО-ТЕКТОНИЧЕСКОГО ФАКТОРА В ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИХ РЕКОНСТРУКЦИЯХ

Модели геологических объектов представлены как статическая, динамическая и ретроспективная системы. Палеогеографическая реконструкция относится к ретроспективным системам. Ее объективное построение возможно на базе систем более низкого ранга – статической и динамической. Сравнение палеогеографических реконструкций во времени позволяет определить роль тектонического фактора в формировании палеоландшафта территории. Для оценки палеоклимата необходима информация о палеобиоценозах. В основу палеогеографических и палеофациальных построений положен материал полевых наблюдений автора при геологической съемке масштаба 1: 200 000 на арх. Новая Земля.

***Ключевые слова*:** модель, геологическая система, палеогеографическая реконструкция, каменноугольный период.

COMPOSITION OF RETROSPECTIVE GEOLOGICAL SYSTEMS AND SIGNIFICANCE OF STRUCTURAL-TECTONIC FACTOR IN PALEOGEOGRAPHIC RECONSTRUCTIONS

Models of geological objects are represented as the static, dynamic and retrospective systems. Paleogeographic reconstruction relates to a typical retrospective system. Its objective composition becomes possible on the basis of the lower rank systems: static and dynamic. Comparison between paleogeographic reconstructions in time shows the significance of tectonical factor in the forming of paleolandscape of the territory. Information on paleobiocoenosis is necessary for estimation of paleoclimate. The Author's field investigation materials of the geological mapping on a scale of 1:200 000 at the Novaya Zemlya archipelago are taken as the basis of paleogeographic and paleofacies reconstructions.

***Key words*:** model, geological system, paleogeographic reconstructions, Carboniferous period.

Любая геологическая система – объект по строению архисложный. Он занимает место в пространстве, существует во времени, а элементы его сложно структурированы. Геологи-практики чаще рассматривают вещество, априори присутствующее во времени – пространстве. В зависимости от масштаба и цели исследований вес двух последних континуумов может уменьшаться, но от модели, представляющей объект исследований как систему, отказаться невозможно.

Геологические объекты могут быть классифицированы как системы статические, динамические и ретроспективные [2]. Для каждой из них характерен свой комплекс методов исследования.

Развитие геологической теории и концепции глобальной тектоники плит усилило интерес геофизиков и геологов разных спе-

циальностей к палеогеографическим реконструкциям. У первых в основу построений положен примат тектонических движений, у вторых – геологическое строение регионов, зафиксированное на геологической карте, или представление о биогеографическом районировании акваторий, полученное на основе характеристики палеонтологических находок. Однако всегда ли имеется достаточно материала для обоснованных палеореконструкций и правильно ли он используется для построений?

Первичная информация о любом геологическом объекте собирается путем наблюдений или экспериментов. Характеристика вещества или геологического тела преследует цель выделить объект по определенным наборам признаков. Если время при этом является фиксированным и рассматриваются только пространственные взаимоотношения между элементами, то такая система классифицируется как статическая. В динамической системе структура элементов обусловлена причинно-следственными связями и определяется пространственно-временными отношениями. В качестве хронометра может выступать любой периодический процесс, отражающий повторяемость событий. Особенностью обеих указанных систем является их наблюдаемость.

Ретроспективные системы – всегда системы реконструируемые. Их невозможно наблюдать и адекватно моделировать. Они вынужденно создаются на базе систем более низкого ранга – статических и динамических. Процесс построения ретроспективной системы можно разобрать на примере палеогеографических реконструкций.

В основе предметного исследования лежат первичные наблюдения. С их помощью набирается информация для характеристики статической системы. Для палеогеографических построений такой информацией является описание геологических разрезов (рис.1). По Косыгину, разрез, как и геологическая карта, являются статическими системами. В разрезе дается вещественная характеристика однорядного (по вертикали) свойства пространства. Каждый описанный слой – точка элементарного пространства; разрез – вертикальный ряд точек с характеристикой вещества. Пространство в разрезе отражается в последовательности напластования осадков или горных пород. Использование принципа Стено – закона последовательности напластований осадочных тел, дает нам направление «стрелы времени», так как каждый перекрывающий слой моложе подстилающего слоя. Таким образом, мы получаем характеристику изменений вещественного состава слоев места наблюдений во времени на данный момент наблюдений, т.е. на фиксированное время. Но в этой же модели, благодаря принципу Стено, мы можем увидеть и «рождение» «логического времени». По Косыгину, это «время, реконструируемое как последовательность событий» [2, с.19].

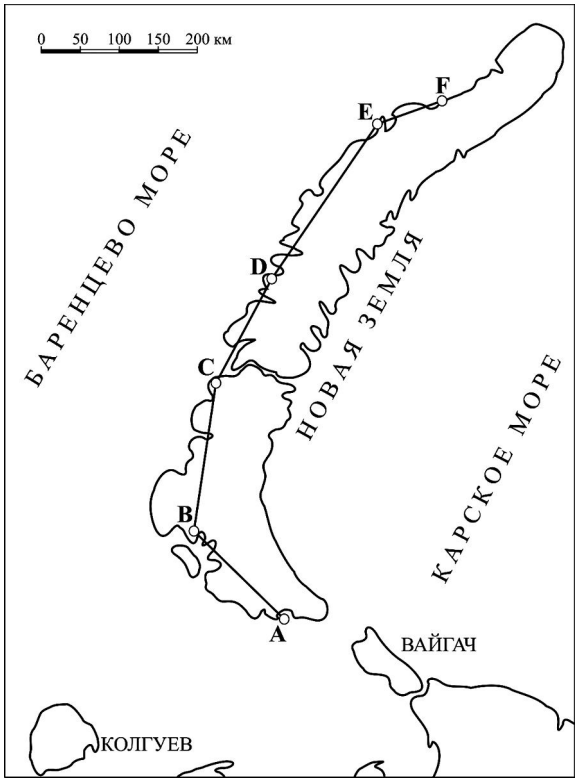


Рис.1. Местоположение групп опорных разрезов для литолого-стратиграфического профиля на архипелаге Новая Земля

Возможно «стрелу времени» правильнее понимать как одну из координат «матрицы времени», так как у геологов-стратиграфов есть и «горизонтальное время». Его характеристика определена в понятии региональный

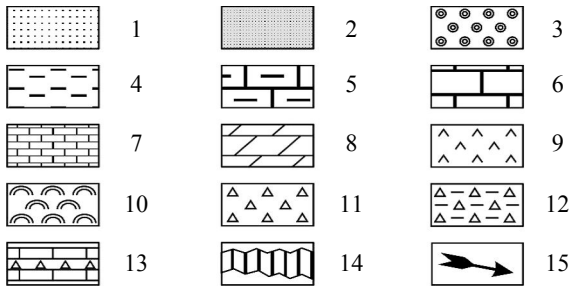


Рис.2. Условные обозначения к рис.3, 5-7

1 – песчаники мелководно-морские; 2 – песчаники глубоководно-морские; 3 – известняки преимущественно обломочные; 4 – аргиллиты; 5 – мергели; 6 – известняки мелководные; 7 – известняки глубоководные; 8 – карбонаты мелководные, преимущественно доломиты; 9 – гипсы и ангидриты; 10 – известняки каркасные; 11– кремни (лидиты, фтаниты, радиоляриты); 12 – кремни и аргиллиты; 13 – известняки и кремни; 14 – интервал перерыва осадконакопления; 15 – направление сноса из области размыва

«горизонт». Граница горизонта изохронна и фиксирует в веществе одновременность проявления какого-либо события. Событием в коррелируемых разрезах считается появление одинаковой (одновозрастной) фауны. При полевых наблюдениях, геологической съемке корреляция разрезов осуществляется по вещественному признаку. В разрезе выделяется совокупность слоев, образующая геологическое тело, распространение которого и прослеживается по площади. Здесь умышленно не рассматривается процедура выделения геологического тела, проведение его границы. У геологов-практиков этот процесс формализован, хотя субъективно-объективный характер геологической границы – вопрос, нуждающийся в дальнейшей разработке. Следует заметить, что любая граница – это изменение свойств объекта в пространстве-времени.

Формальная топология геологического пространства на данном этапе наблюдений уже может давать представление о геологической структуре. По характеристике вещества с выделением геологических тел и *реконструированием* (мы не можем изучить пространство в каждой точке и вынуждены проводить экстраполяцию) их взаимоотношений по латерали исследователем может быть построена литофациальная модель (рис.2, 3).

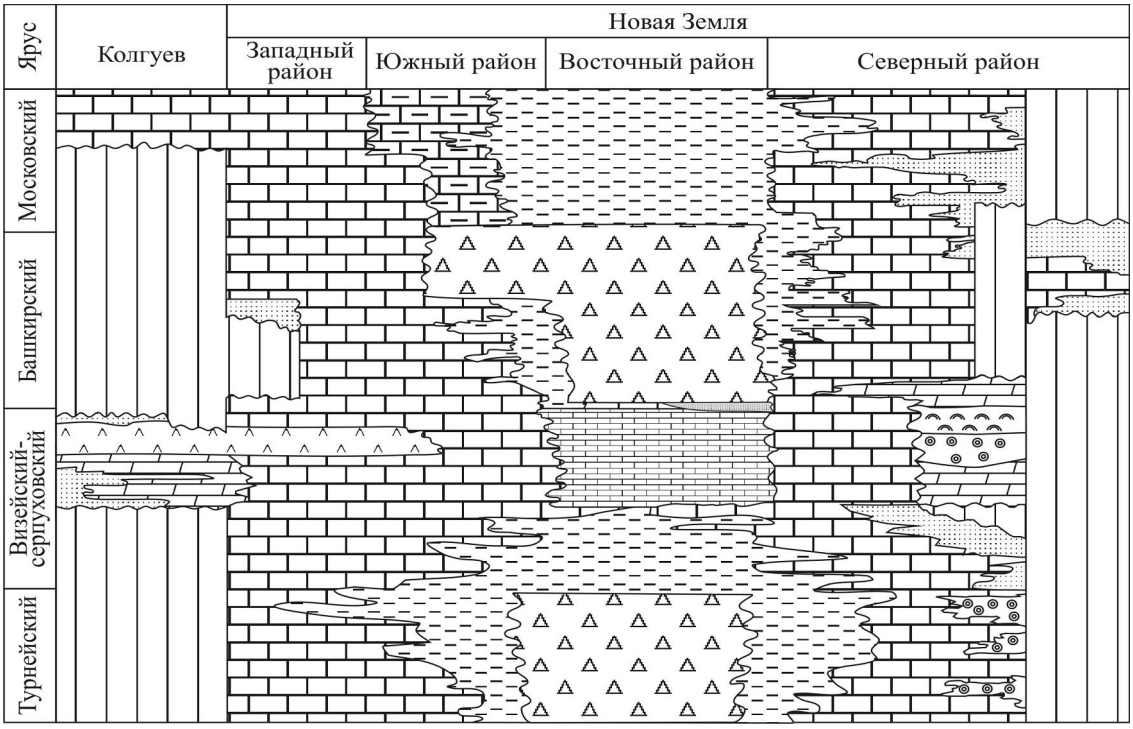


Рис.3. Схема литолого-фациальных комплексов на турнейский – московский века для Новоземельского архипелага и Печорского моря

Условные обозначения см. рис.2

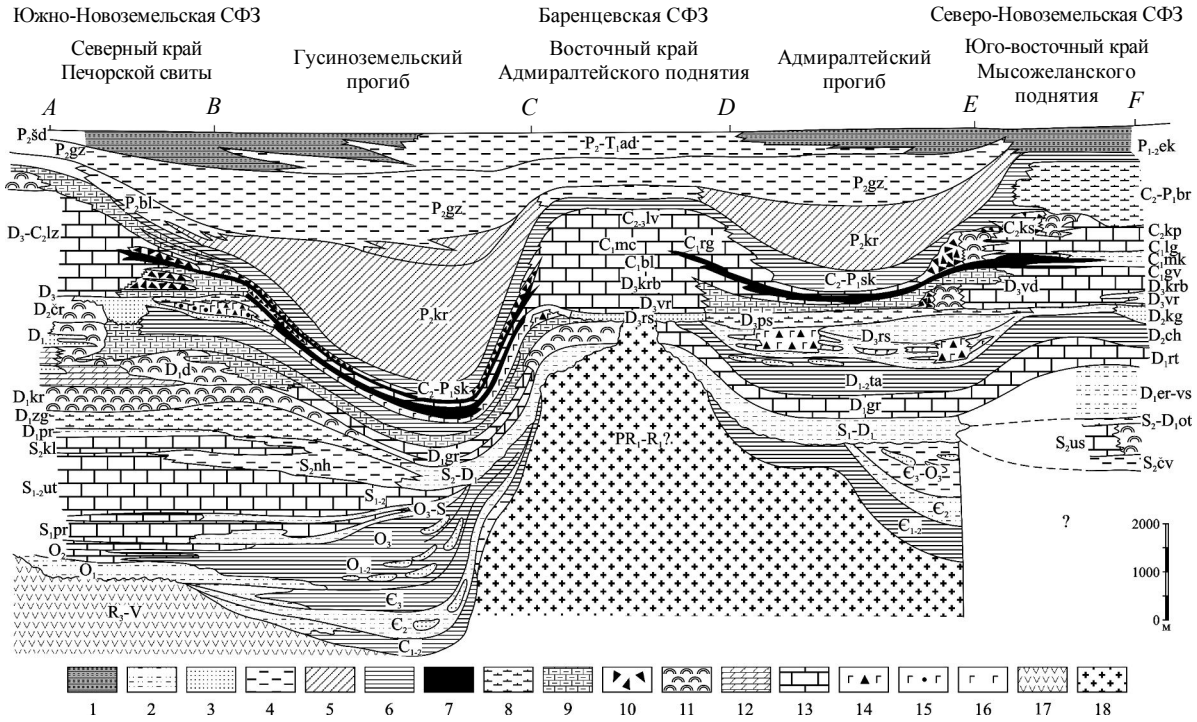


Рис.4. Литолого-стратиграфический профиль вдоль западного побережья Новой Земли (по В.П.Матвееву и Н.Н.Соболеву)

1 – песчаники и конглогмераты с линзами углей; 2 – алевролиты, преимущественно песчаники; 3 – песчаники; 4 – песчаники, преимущественно алевролиты; 5 – песчаники, алевролиты, аргиллиты; 6 – преимущественно аргиллиты; 7 – кремни, преимущественно аргиллиты; 8 – известняки алевролиты, песчаники; 9 – мергели, аргиллиты; 10 – карбонатные брекчии; 11 – карбонатные органогенные постройки; 12 – доломиты; 13 - известняки; 14 – лавобрекчии; 15 – туфы базальтов; 16 – базальты; 17 – байкальский фундамент; 18 – карельский фундамент

На ней отражена форма геологической структуры региона на сегодняшний момент в виде разреза вещественных геологических тел. Их можно отнаблюдать и зафиксировать, но при этом масштаб наблюдений будет значительно меньшим, чем при описании элементарных геологических разрезов.

Кроме того, модель может дать информацию о генезисе отложений, об их пространственно-временной последовательности, что приближает ее к динамической модели по Ю.А.Косыгину. Геологическая структура проявляется здесь в виде формы выполнения – «ландшафта» погребенной поверхности. Ее пассивность или активность может быть раскрыта частично только через фациальный (формационный?) анализ, учитывая, что активизация тектонических движений приводит к увеличению в доле осадков объема обломочной составляющей по отношению к хемогенным и биогенным отложениям или выпадению, размыву, осадков определенного возраста при восходящих движениях. Таким образом, при анализе модели мы уже используем принцип актуализма и, как отмечено выше, не можем уйти от реконструкций в пространстве. Данные признаки принадлежат ретроспективной (по Косыгину) геологической системе.

Динамическая составляющая геологического пространства более отчетливо проявляется в модели литолого-стратиграфического профиля (рис.4) через структурно-фациальные зоны (СФЗ). Используя анализ мощностей и фиксируя положение структуры геологического пространства на определенное время, можно выявить первичную форму геологической структуры. Например, это линия поверхности кровли фундамента или линия *ABCDEF*, фиксирующая форму прогиба, уже заполненного осадками. Так же на данной модели мы уже можем анализировать направленность и скорость тектонических движений. Менее определенные дан-

ные о скорости тектонических движений мы получим в случае некомпенсированного осадконакопления [1] и формирования хемогенных и биогенных отложений в связи с их существенными изменениями при диагенезе, но ошибка будет общей для площади и времени. Время присутствует в данной модели более очевидно, чем в первичных разрезах. Здесь оно зафиксировано в индексах относительного возраста геологических тел и существует как логическое время, что сближает модель с ретроспективными системами Косыгина. Модель отражает геологическое строение региона на позднепермскую эпоху.

Таким образом, статические модели позволяют относительно адекватно охарактеризовать вещество, занимающее пространство, а через геологические тела – форму выполнения пространства. Однако уже в модели литофациальных комплексов у ее элементов присутствуют пространственно-временные отношения и причинно-следственные связи, а в ее потенциале, как и в элементарном разрезе, заложено логическое время (пусть и примитивное – раньше-позже). Если учесть, что пространственная модель подобного типа всегда реконструкция, то в данной модели есть признаки и ретроспективных систем. С ее помощью можно оценить роль тектоники (здесь – движений поверхности земной коры), а по модели литостратиграфического профиля – определить форму структуры (здесь – геологического тела, не изменившего свою первоначальную форму) в палеогеологическом пространстве. Данные модели построены на принципах актуализма и непрерывности развития, а информация об активности тектонических движений базируется на принципе определенности причинно-следственных взаимоотношений. Касаясь признаков систем следует заметить: очень хорошо, если признак однозначно характеризует выделяемый объект. Но тот же признак может характеризовать и разные объекты (системы), только его вес и значение могут изменяться: из главного он может стать второстепенным, из прямого – косвенным и так далее.

В классификации Ю.А.Косыгина динамическая система понимается как процесс, протекающий по законам физики и химии. Для тектонических процессов важными параметрами будут скорость и сила. Но напрямую данные параметры в предложенных моделях не зафиксированы. В данной работе в качестве динамических систем автор предлагает рассмотреть сами палеогеографические схемы. Они выполнены на основе топологии геологического пространства через статические системы – геологические разрезы, квазистатические (?) системы – литофациальные схемы и ретроспективные системы – модели литолого-стратиграфических профилей. Новую абстрактную динамическую систему мы создаем, но не фиксируем, методом сравнения палеогеографических схем в процессе логического мышления. В ней на матрице времени мы отмечаем изменения на площади (в пространстве) изучаемого объекта. Они четко проявляются в изменении фаций (рис.5-7). Анализ каждой ретроспективной реконструкции и объединение данных реконструкций в динамическую систему позволяет создать ретроспективную модель истории геологического развития региона на фиксированный отрезок времени. Палеореконструкции, как уже отмечалось, включают в себя системы более низкого уровня – статическую и динамическую.

В турнейский век Новоземельский бассейн представлял собой субмеридианально вытянутую трогообразную относительно глубоководную впадину с тенденцией к формированию застойных зон (см. рис.5).

В визе-серпухове прогиб выполнен карбонатными отложениями. Как видно, палеоструктура квазистационарна. Отсутствуют явно заметные следы активных тектонических движений. Из обломочных пород фиксируется лишь линзообразное тело на востоке бассейна у тылового шва в подножье склона палеопрогиба (рис.6). В башкирском веке тип фаций сходен с турнейскими, но площадь их распространения изменяется, а следов изменения палеоструктуры найти не удалось (рис.7).

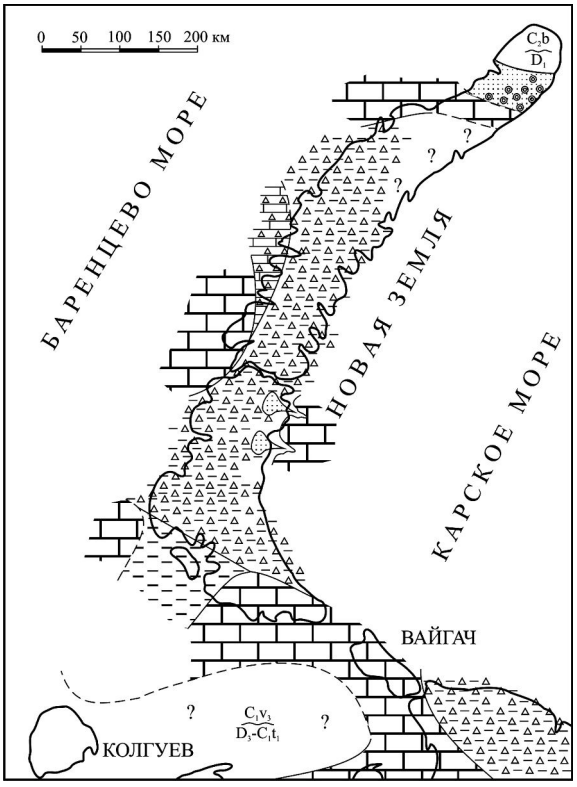


Рис.5. Палеогеографическая схема на турнейский век для Новоземельского архипелага и Печорского моря (по В.П.Матвееву и Н.Н.Соболеву)

Условные обозначения см. рис.2

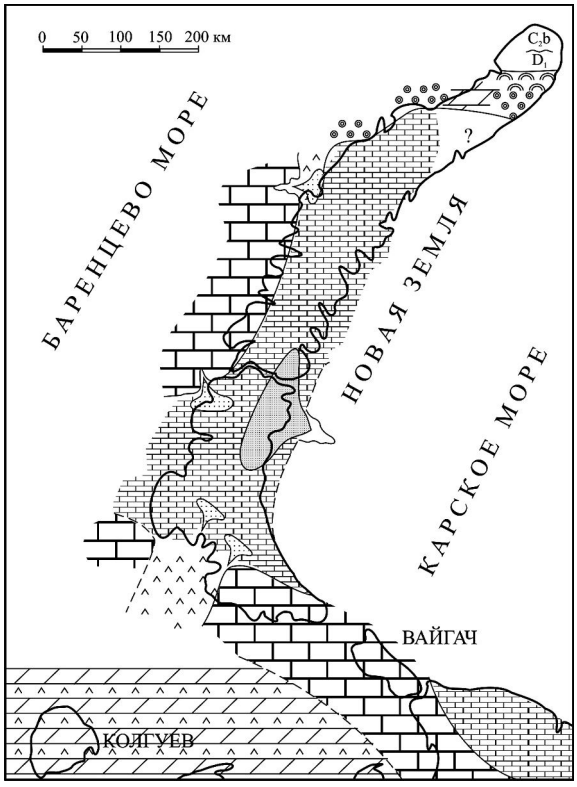


Рис.6. Палеогеографическая схема на визейский и серпуховский века для Новоземельского архипелага и Печорского моря (по В.П.Матвееву и Н.Н.Соболеву)

Условные обозначения см. рис.2

Анализируя данную динамическую систему как процесс палеогеографических изменений, можно оценить в ней вес структурно-тектонического фактора. Как видно, он незначителен, а фациальные изменения следует объяснять, исходя из колебаний уровня морского бассейна и (или) климатических изменений [3]. Следует отметить, что оценка значения структурно-тектонического фактора в геологических системах разных типов указала на возможность определения его веса в палеогеографических реконструкциях, что само по себе представляет значительный интерес.

Итак, построение палеореконструкций начинается с анализа вещества и формы. Геологическая структура как первоначальная вещественная (на породно-минералогическом уровне) форма пространства фиксируется и изучается в статической модели, однако она может быть изменена во времени тектоническими процессами. Поэтому ее первоначальная форма и генезис могут быть интерпретированы и установлены только геологическим методами. Геофизические методы выделения структур дают информацию лишь о ее современной форме и являются моделями типичных статических систем.

Динамическая система – система-процесс, и проявление ее тектонической составляющей – это уже анализ вещества (фациальный анализ), выполняющего форму, т.е. анализ содержания, заполняющего структуру. Для определения мощности отложений здесь необходим ввод континуума времени, чтобы охарактеризовать скорость тектонического движения. В системе более высокого уровня организации структурно-тектонический фактор может быть (и должен быть) учтен для адекватной интерпретации ретроспективных систем – моделей палеогеографических карт, возможно, на

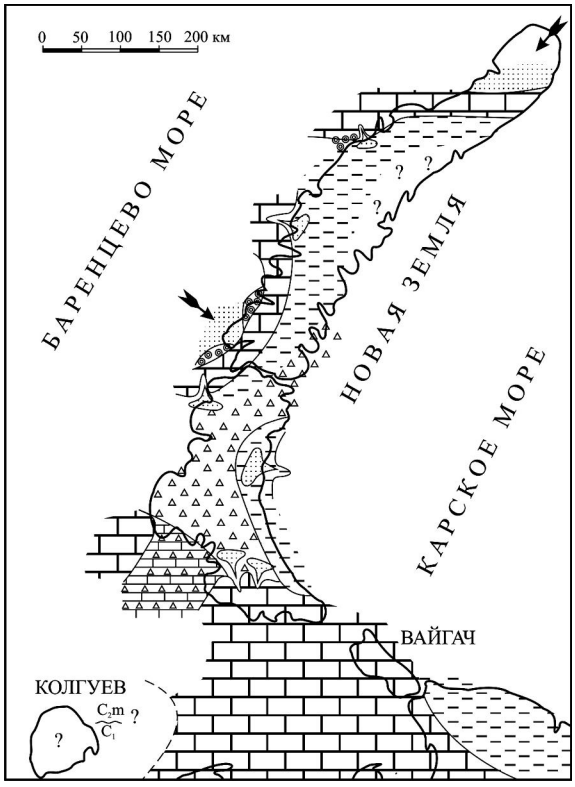


Рис.7. Палеогеографическая схема на башкирский век для Новоземельского архипелага и Печорского моря (по В.П.Матвееву и Н.Н.Соболеву)

Условные обозначения см. рис.2

основе метода сравнения. Информация о динамике развития палеоструктуры позволяет точнее ответить на вопрос, что здесь контролировало фации – тектонические движения или климат и колебания уровня моря. Для более объективных палеореконструкций учет двух последних факторов необходим. Он особенно важен для характеристики среды осадконакопления, поэтому на данном этапе исследования применяются геохимические, биостратиграфические и биофациальные методы.

Комплексный палеобиотический анализ каменноугольных отложений в регионе, проведенный автором, показывает, что литологический контроль фаций – недостаточно тонкий метод. В одних и тех же литотипах во времени фиксируются отличные друг от друга комплексы органических остатков, различие которых невозможно объяснить только эволюционными изменениями. Палеобиоценозы более чутко фиксировали климатические изменения, а палеоэкологический характер размещения сообществ биоты по площади указывает, скорее, на изоляцию впадин в связи с колебаниями уровня моря, чем на усложнение геологической структуры. Более точно ответить на вопросы такого масштаба, как изменения климата или колебание уровня моря, можно только тогда, когда комплексные данные наблюдений будут собраны в многочисленных пунктах на обширном пространстве.

Первые выводы, сделанные в данной работе по использованию геологических систем для палеогеографических реконструкций, подтверждают необходимость выделения двух классов систем: по наличию или отсутствию оригинала. Как отмечает Ю.А.Косыгин, первые всегда могут быть проверены, вторые – только реконструированы. Степень достоверности последних может быть оценена только по непротиворечивости оригиналу систем первого класса.

Определение принадлежности рабочих моделей – разрезов, литофациальных и литостратиграфических профилей, используемых для палеогеографических реконструкций, к статическим или динамическим системам пока вызывает затруднения как субъективного (неразработанность вопроса), так и объективного характера. Последнее относится к самой сущности топологии пространства. Изучая его в ограниченном количестве точек, используемых для палеореконструкций, мы вынуждены само пространство реконструировать путем экстраполяции зафиксированных признаков.

Для классификации систем, по-видимому, важными являются масштаб процесса и используемые методы исследования. Литофациальный профиль, выполненный геофизическими методами, – типичная статическая система, а в интерпретации геолога получается квазистатическая система с признаками ретроспективной. По-видимому, так в геологических объектах отражается их диалектическая суть, заложенная самой

природой. Даже статическую систему формировал процесс, и в зависимости от его масштаба статическая система занимает место в пространстве – времени и потенциально несет в себе признаки ретроспективных систем. Если использовать разные методы исследования системы, можно более полно раскрыть хранящуюся в ней информацию. Выделение систем среди природных объектов – искусственный прием расчленения единой природы. Объективно выделяются системы наблюдаемые и абстрактные, что отражает гносеологический характер исследований природных объектов. А сами объекты, изучаемые геологами, расположены на разных уровнях организации геологического пространства – времени от элемента до планеты.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Белоусов В.В.* Основные вопросы геотектоники. М.: Госгеолтехиздат, 1954. 606 с.

2. *Косыгин Ю.А.* Основы тектоники. М.: Недра, 1974. 216 с.

3. *Матвеев В.П.* Структурно-тектонический фактор в палеогеографии карбона на архипелаге Новая Земля // Верхний палеозой России: стратиграфия и палеогеография. Материалы Всероссийской конференции, 25-27 сентября 2007 г. Казань: Изд-во Казанск. гос. ун-та. 2007. С.205-208.

REFERENCES

1. *Belousov V.V.* Main aspects in geotectonics. M.: Gosgeoltechizdat. 1954. 606 p.

2. *Kosygin Yu.A.* Foundations of tectonics. M.: Nedra, 1974. 216 p.

3. *Matveev V.P.* Structural-tectonic factor in paleogeography of carbon on the archipelago Novaya Zemlya. // Upper Paleozoic of Russia: stratigraphy and paleography: Mat. Allrussian Conference, 25-27 September 2007. Kazan: Publishers of Kazan State University. 2007, pp.205-208.