УДК 56:551.734.5/.735.1(470.111.8)

## Журавлев А.В., Вевель Я.А., Иосифиди А.Г., Томша В.А.

ФГУП «Всероссийский нефтяной научно-исследовательский геологоразведочный институт» (ФГУП «ВНИГРИ»), Санкт-Петербург, Россия, micropalaeontology@gmail.com **Чермных В.А.** 

Институт Геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, Россия, institute@geo.komisc.ru

# РАЗРЕЗ ВЕРХНЕГО ДЕВОНА - НИЖНЕГО КАРБОНА НА МЫСЕ КОСТЯНОМ ОСТРОВА ВАЙГАЧ

Приведены результаты комплексного изучения разреза верхнего девона — нижнего карбона, расположенного на северо-востоке о. Вайгач. В разрезе впервые выделены трансгрессивно-регрессивные циклы, биостратиграфические подразделения по фораминиферам и конодонтам, а также магнитостратиграфические зоны. Непрерывная последовательность карбонатных отложений от среднего фамена до верхнего визе позволяет использовать разрез в качестве опорного для северо-запада Пайхойско-Вайгачской области и востока Баренцевоморского шельфа.

**Ключевые слова:** стратиграфия, верхний девон, нижний карбон, фораминиферы, конодонты, палеомагнетизм, остров Вайгач.

Геологическое изучение о. Вайгач началось только в советское время геологической экспедицией Академии наук СССР. Историю и геологическое строение острова подробно описал П.В. Виттенбург в своей монографии (1940 г.). Он впервые привел геологическую карту острова, на которой, в частности, было показано распространение палеозойских отложений. Кроме того, было отмечено, что «переход от ... верхнего девона к карбону совершается последовательно, и турнейский ярус выражен с полной отчетливостью, как и вышележащий визейский». Стратиграфическое расчленение нижнего карбона было обосновано находками брахиопод, определения которых делали Д.В. Наливкин и Б.В. Милорадович.

Один из наиболее представительных разрезов среднего палеозоя на о. Вайгач расположен в районе мыса Костяного. Этот разрез неоднократно изучался, и по фораминиферам и брахиоподам был расчленен на горизонты [Енокян, 1972а, б; Беляков, Енокян, Чермных, 1981; Курилин, Чермных, Микляев, 1985], а по конодонтам в нем были выделены слои с фауной [Журавлев, 1992].

Последнее детальное изучение разреза с отбором образцов на литологическое изучение, микрофауну и палеомагнитные исследования было проведено В.А. Чермных, В.В. Карасевым, О.В. Раевским и А.В. Журавлевым в 1988 г. По ряду причин обработка собранных материалов завершена только в 2010 г. Ниже изложены впервые полученные для

этого разреза комплексные стратиграфические данные, связывающие воедино лито-, био- и магнитостратиграфические подразделения.

#### Методы

Разрез верхнего девона - нижнего карбона на мысе Костяном был изучен комплексом методов, в который входили седиментологическое изучение, биостратиграфический анализ по фораминиферам и конодонтам и впервые проведенный для этого разреза палеомагнитный анализ ориентированных образцов.

Седиментологическое изучение разреза включало полевое описание, текстурноструктурное описание шлифов и проведение на этой основе восстановления условий осадконакопления. При характеристике условий формирования отложений использована модель М. Ирвина [Irwin, 1965; Шишлов, 2010], по которой в эпиконтинентальных бассейнах выделяются три фациальные зоны. Эти зоны, обозначенные латинскими буквами, отличаются динамикой среды седиментации: мелководная низкодинамичная зона закрытого шельфа или лагуны (Z), мелководная высокодинамичная зона открытого шельфа или барового поля (Y), относительно глубоководная низкодинамичная зона открытого шельфа (X). Признаками отложений зон Ирвина служат текстурно-структурные характеристики, состав и сохранность органических остатков. К зоне Z отнесены волнистослойчатые и массивные мад- и вакстоуны, в том числе глинистые, с остатками известковых водорослей. Отложения зоны Y представлены массивными и волнистослойчатыми пак-, грейн- и рудстоунами лито- и биокластическими, с многочисленными остатками морской бентосной фауны (брахиопод, криноидей и фораминифер). К зоне X отнесены в различной степени глинистые субпараллельнослойчатые вак- и мадстоуны с остатками брахиопод и криноидей.

Повторяющиеся в разрезе последовательности отложений различных фациальных зон интерпретировались как отвечающие трансгрессивно-регрессивным циклам. Самая полная такая последовательность включает отложения зон Z-Y-X-Y-Z. При этом условия зоны Z соответствуют максимумам регрессии, а зоны X — максимуму трансгрессии. Полнота реализации данной последовательности позволяет выделить трансгрессивно-регрессивные циклы более высокого порядка.

Палеомагнитные исследования проводились на коллекции из 50 образцов, представленных известняками и доломитами. Лабораторные исследования и обработка полученных результатов проводились по общепринятой методике [Палеомагнитология, 1982]. Выделение компонент естественной остаточной намагниченности (J<sub>n</sub>) велось методом

ступенчатого терморазмагничивания; применялась установка ТD48 (США). Измерения J<sub>n</sub> велись на рок-генераторах JR-4 и JR-5 (Чехия). При анализе полученных данных, компоненты J<sub>n</sub> устанавливались с помощью ортогональных проекций [Zijderveld, 1967], а при вычислении направлений этих компонент использовался метод наименьших квадратов [Kirschvink, 1980]. Все эти операции и представление их результатов в графической форме велось с использованием составленных ранее программ [Enkin, 1994; Chadima, Hrouda; 2006, Попов, 2007, 2008].

### Описание разреза

Изученный разрез расположен на северо-восточной оконечности о. Вайгач, на мысе Костяном (координаты 70.428° с.ш. 58.891° в.д.) и приурочен к юго-западному крылу крупной линейной синклинали. Обнаженность верхнедевонско-нижнекаменноугольного интервала очень хорошая, обнажения располагаются в береговых уступах Карского моря и лагуны (оз. Утиное), а также в картировочных канавах (рис. 1). Отложения залегают моноклинально с азимутами падения (магн.) 356°-15° и углами 40°-45°. Описание разреза приводится в нормальной стратиграфической последовательности (рис. 2, 3):

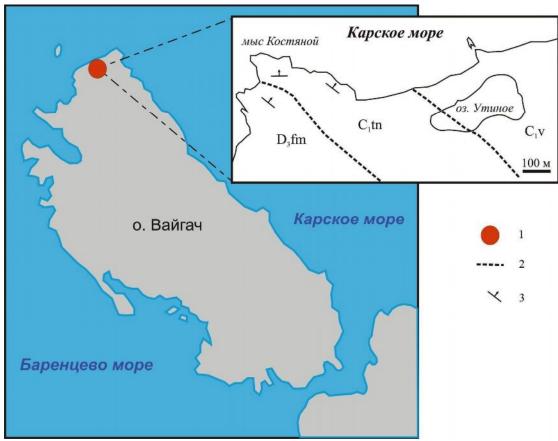


Рис. 1. Схема расположения разреза верхнего девона – нижнего карбона на мысе Костяной о. Вайгач

1 — местоположение разреза; 2 — границы ярусов; 3 — элементы залегания.

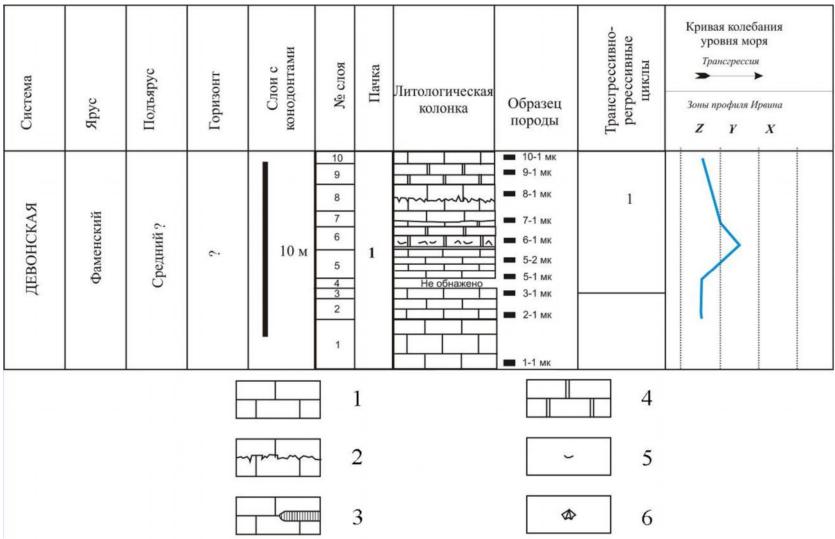
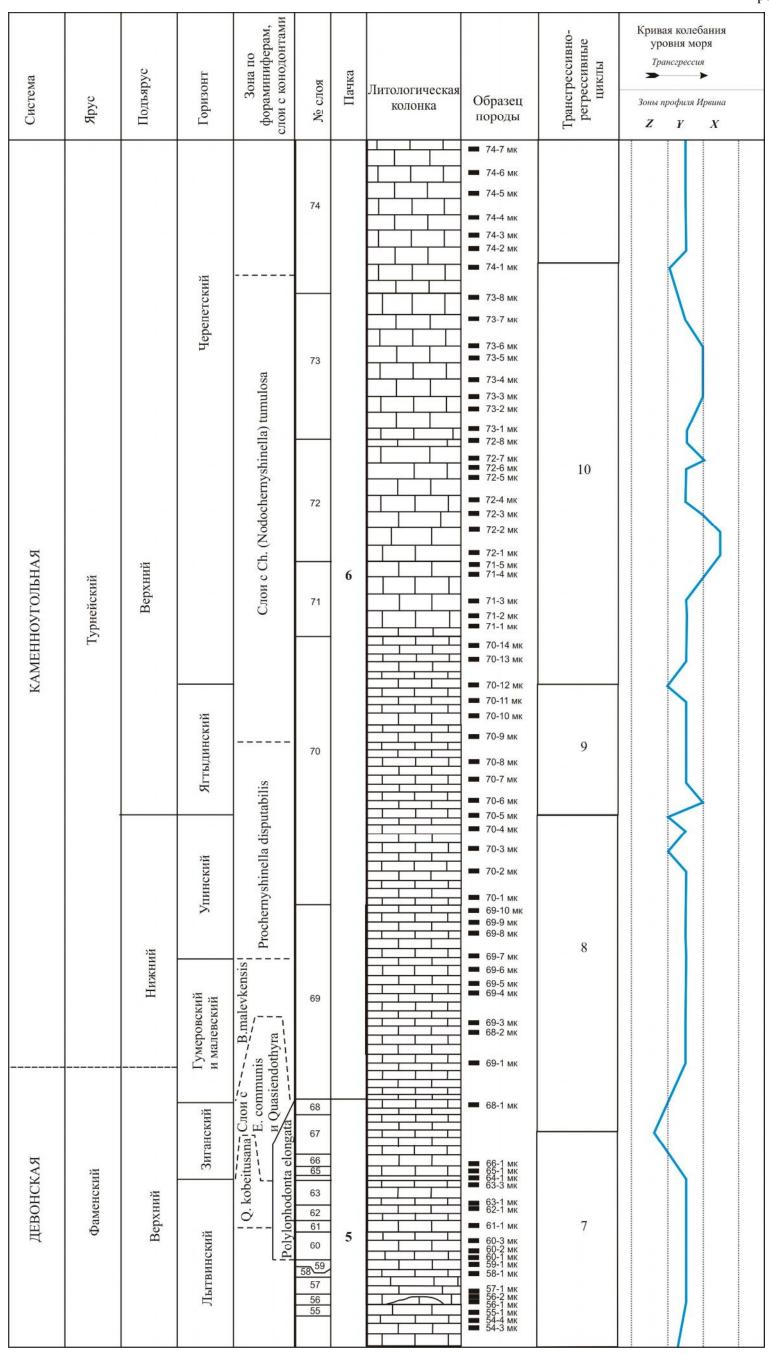


Рис. 2. Детальная стратиграфическая колонка разреза на мысе Костяной о. Вайгач

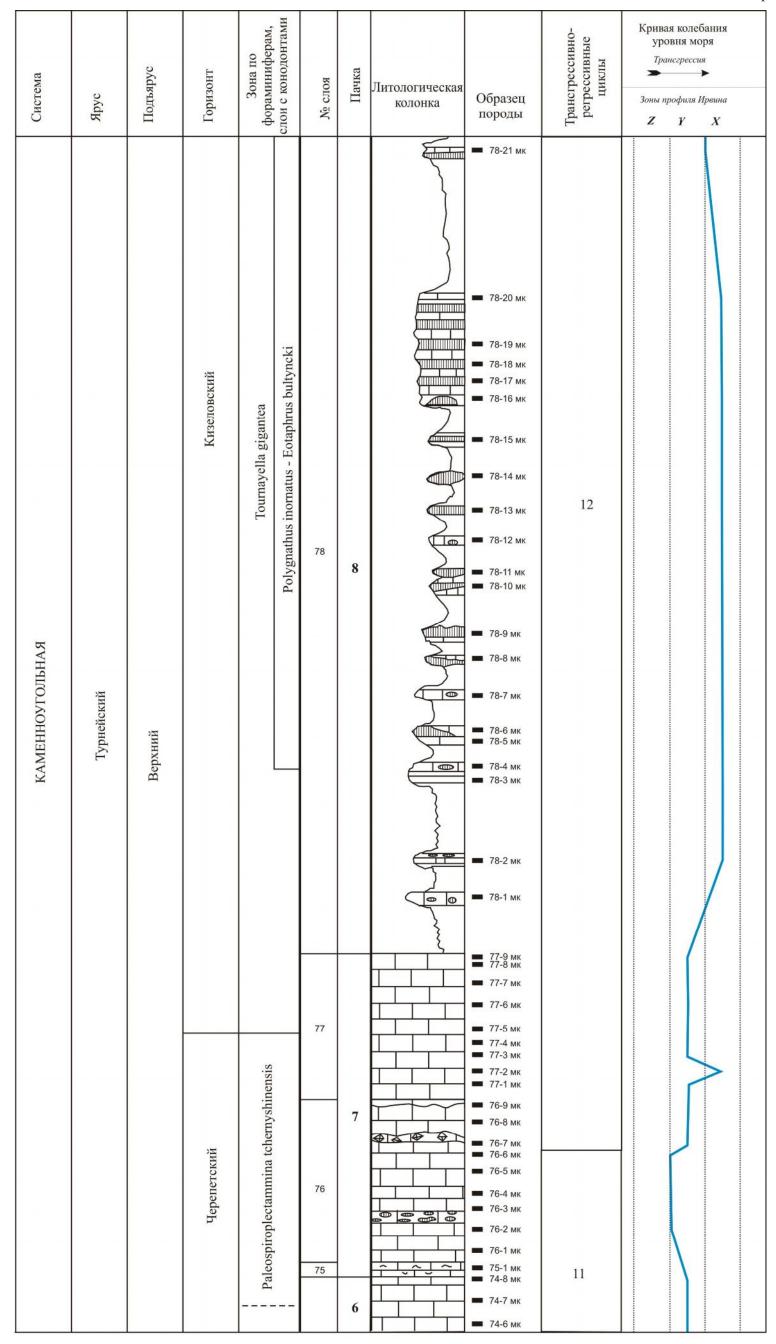
1 — известняки; 2 — известняки со стиллолитами; 3 - известняки с окремнением; 4 — доломиты; 5 — раковинный детрит; 6 — раковины брахиопод. Продолжение рис. 2 см. на стр. 5-12.

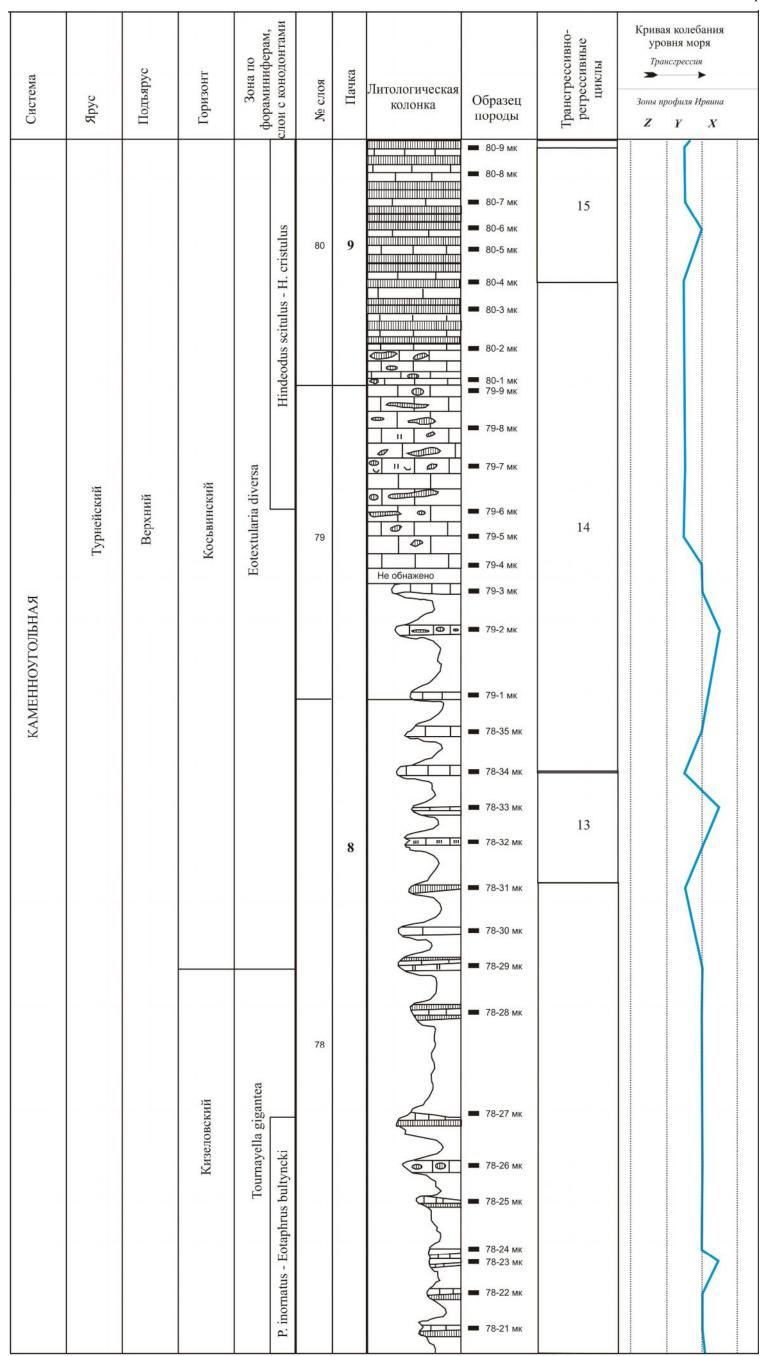
Продолжение рис. 2

Система	Ярус	Подъярус	Горизонт	Слои с конодонтами	№ слоя	Пачка	Литологическая колонка	Образец породы  ■ 54-3 мк	Транстрессивно- ретрессивные циклы	Кривая колебания уровня моря  Трансгрессия  Зоны профиля Ирвина  Z Y X
ДЕВОНСКАЯ	Фаменский	Средний?	?	Bispathodus ziegleri	54  53  52  51  50  49  48  45  44  43  42  41  40  39  38  37  36  35  34  33  32  31  30  29  28  27  26  25  24  23  22  21  20  19  18  17  16  15  14	4		51-1 MK 50-1 MK 49-1 MK 49-1 MK 48-1 MK 41-1 MK 42-2 MK 41-1 MK 42-1 MK 41-1 MK 43-1 MK 33-1 MK 33-1 MK 33-1 MK 33-1 MK 33-1 MK 33-1 MK 31-1 MK 29-1 MK 29-1 MK 22-1 MK 22-1 MK 21-1 MK 21-2 MK 21-1 MK 21-2 MK 21-1 MK	<ul><li>7</li><li>6</li><li>5</li><li>4</li><li>3</li></ul>	

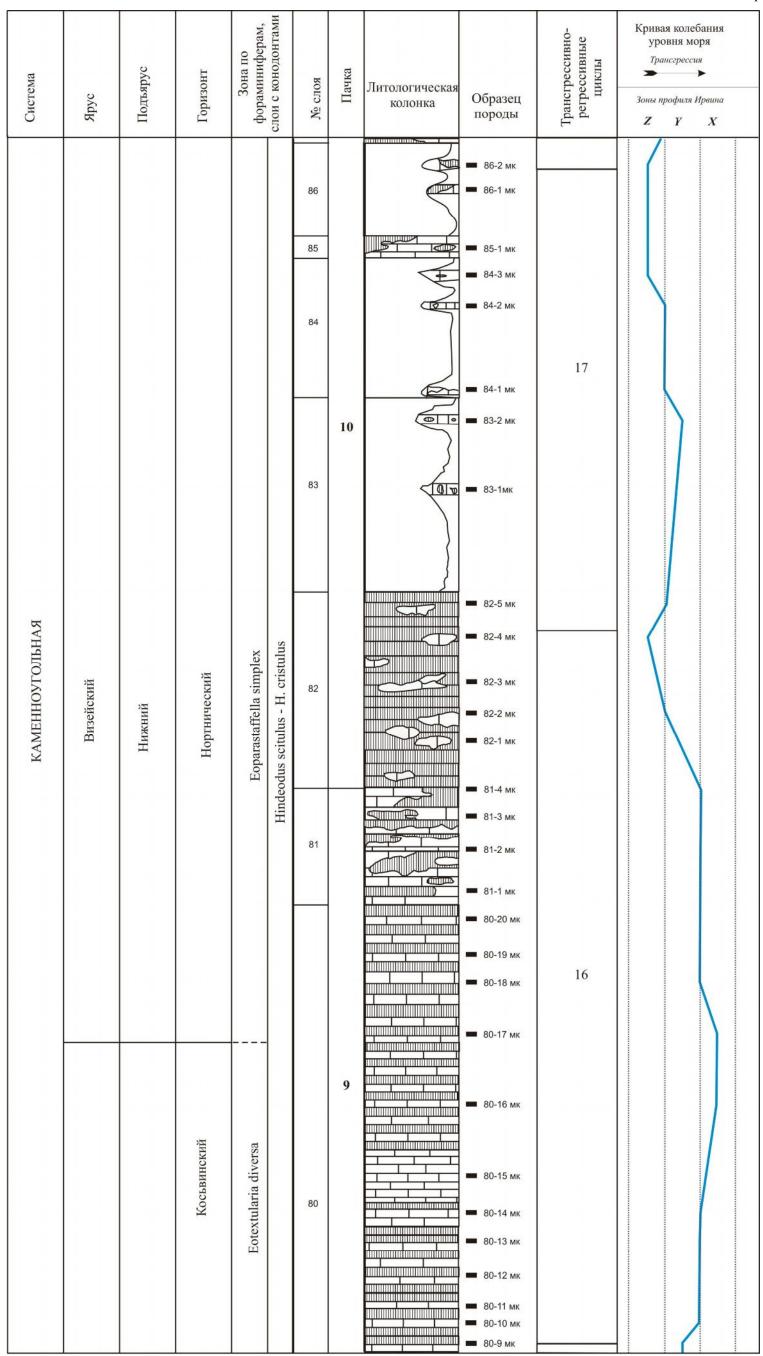


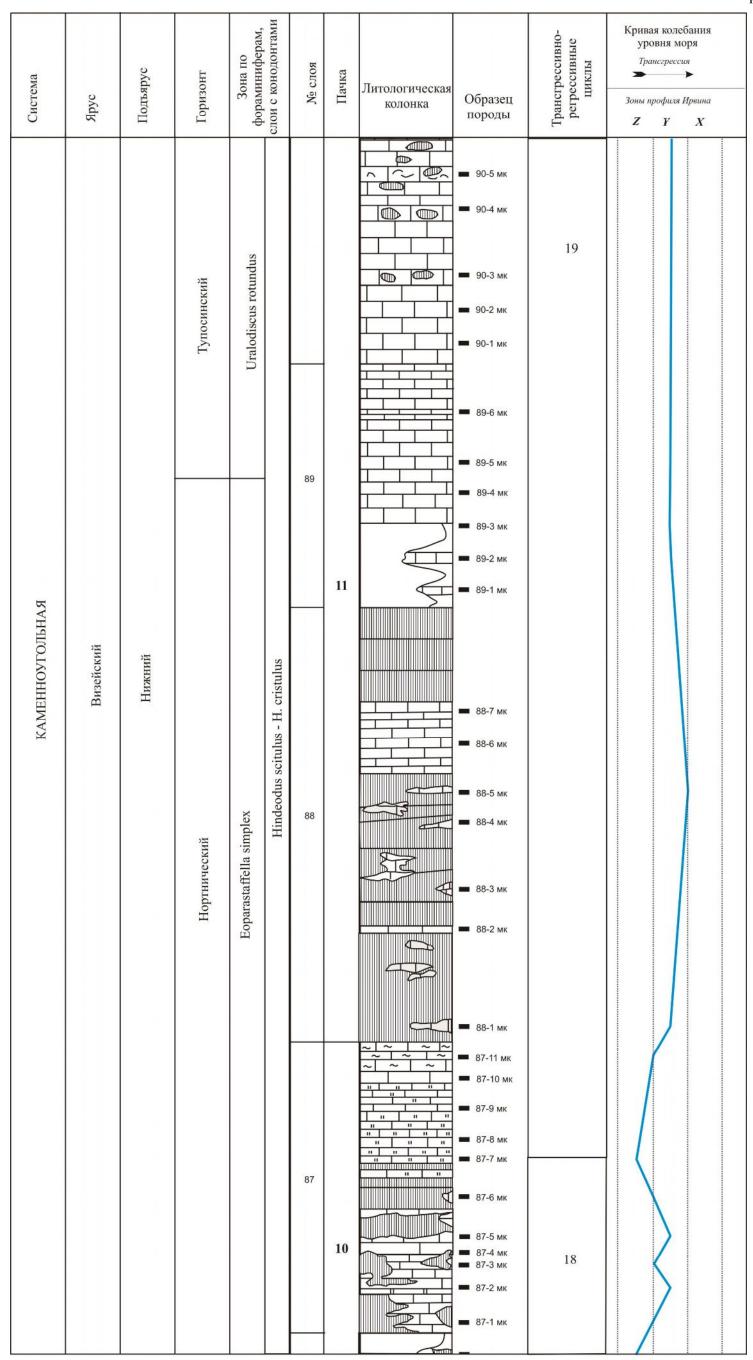
Продолжение рис. 2

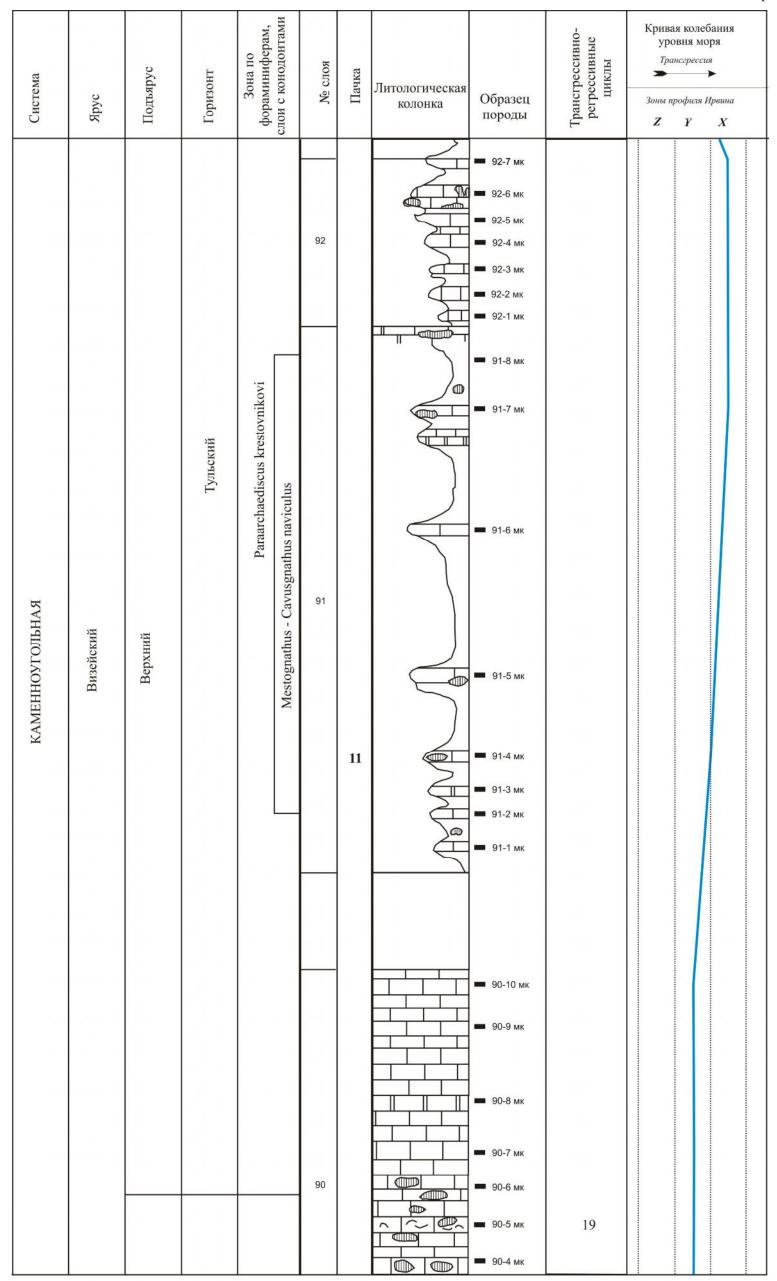


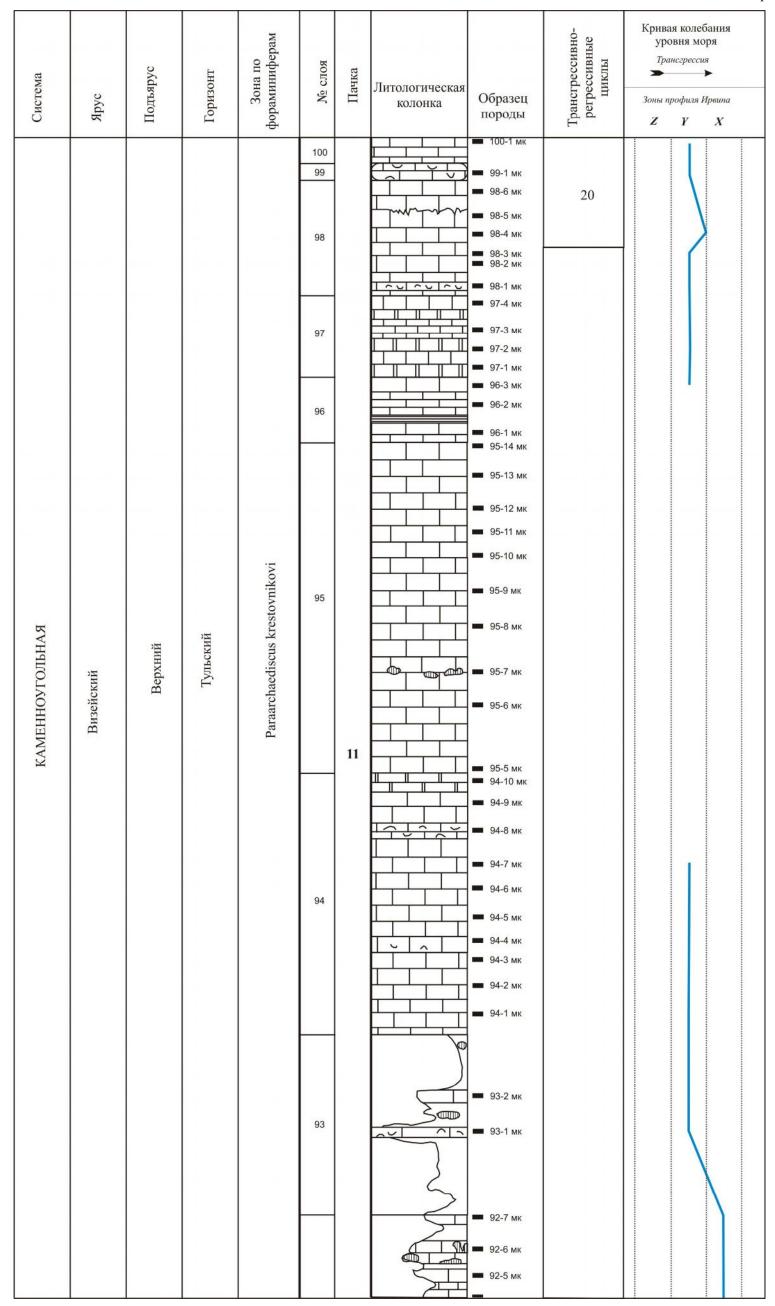


Продолжение рис. 2









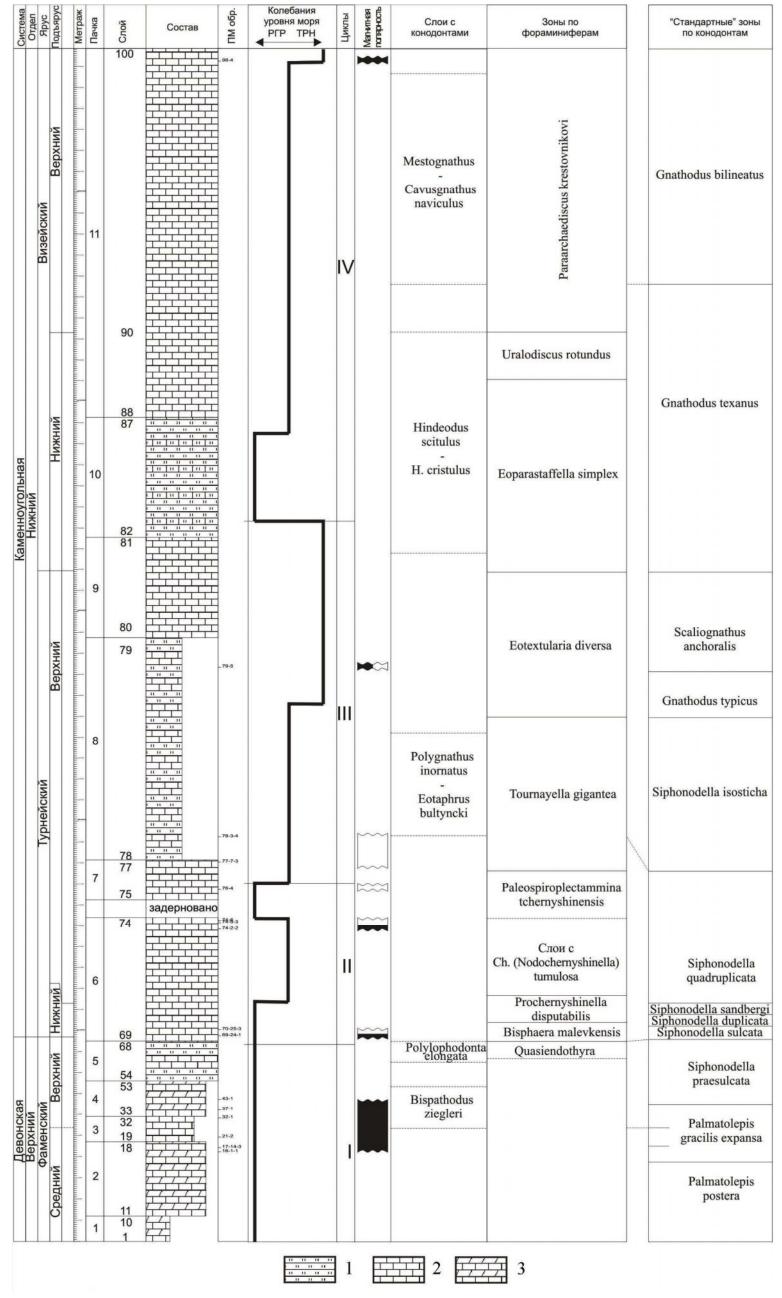


Рис. 3. Сопоставление лито-, био- и магнитостратиграфических данных по разрезу на мысе Костяной о. Вайгач

1 – кремнистые породы; 2 – известняки; 3 – доломиты и доломитовые известняки.

- 1. Пачка известняков, местами доломитизированных (до вторичных доломитов), темно-серых, с выделениями кальцита в виде желваков, и стиллолитовыми швами по поверхностям напластования. Микроскопически преобладают водорослево-сгустковые ваки мадстоуны с редкими прослоями пакстоунов (слой 7). Отложения преимущественно отвечают фациальной зоне Z. Встречено много однокамерных фораминифер Parathurammina cushmani Sul., P. suleimanovi Lip., Calcisphaera ponderosa Reitlinger, Archaesphaera minima Sul. и единичные многокамерные Eoqasiendothyra bella primitiva Durk., Eoendothyra cf. communis f. chomatica Durk.., Eoendothyra sp., Septatournayella rauserae Lip., зеленые водоросли Катаепа delicata Antr.(слой 2). Мощность пачки 12 м (слои 1-10).
- 2. Пачка известняков доломитовых (вторичные доломиты), серых, с желваковидными выделениями кальцита. Местами сохранились реликты первичной микротекстуры и микроструктуры известняка пак-грейнстоун. В 6,5 м от кровли пачки маломощный конкреционный прослой черного фтанита. Отложения предположительно отвечают фациальной зоне Y. Верхи пачки богаты микрофаунистическими остатками: остракодами и фораминиферами. Из фораминифер определены Vicinisphaera squalida Antr., Bisphaera irregularis Bir. Встречены также водорослевые образования Radiosphaera basilica Reitl., R. irregularis Reitl., и единичная зеленая водоросль Катаепа tenuis (Mamet) (слой 7). Мощность пачки 35 м (слои 11-18).
- 3. Пачка известняков доломитистых, детритовых, содержащих в незначительном количестве терригенный материал, слоистых, серого цвета. Местами есть выделения кальцита. В пачке широко распространены согласные со слоистостью стиллолиты. В верхней части пачки многочисленны перекристаллизованные раковины брахиопод. Микроскопически известняки представлены чередованием вак- и пакстоунов, отвечающих фациальным зонам У и Z. Из отложений выделен позднефаменский комплекс конодонтов: Apatognathus varians varians Branson et Mehl, Ap. varians klapperi Druce и Bispathodus ziegleri Rhodes et al. Фораминиферы встречены в отдельных прослоях. Среди них определены редкие Bisphaera irregularis Bir., Septatournayella rauserae Lip., Rauserina notata Antr., Parathurammina cushmani Sul., Vicinisphaera squalida Antr. В слое 23 отмечены редкие зеленые водоросли родов Катаепа, Exvotarisella и Issinella. В слое 24 определены фораминиферы Eoendothyra communis Raus. simplex, Archaesphaera minima Sul, зеленые водоросли Катаепа sp., Issinella devonica Reitl.; в слое 28 фораминиферы Bisphaera irregularis Bir., B.malevkensis

Bir., Septatournayella rauserae Lip., Eotuberitina reitlingerae M.-Maclay. Мощность пачки 12 м (слои 19-32).

- 4. Пачка известняков доломитовых, детритовых, местами водорослевых, выделениями кальцита И кремнистыми стяжениями В средней части пачки. Микроскопически известняки представлены чередованием вак- пак- и грейнстоунов, в нижней и средней части пачки измененных до вторичного доломита (слои 34, 40, 42-44). Отложения преимущественно отвечают фациальной зоне Y в нижней части, и зоне Z в верхней части. В верхах пачки многочисленны брахиоподы и кораллы. Определены конодонты Apatognathus varians klapperi Druce, «Ар.» cristatus Spasov, Bispathodus ziegleri Rhodes et al. позднего фамена. В слое 49, верхней части пачки, найдены фораминиферы Parathurammina cushmani Sul., P. suleimanovi Lip., Calcisphaera ponderosa Reitlinger. Мощность пачки 17 м (слои 33-53).
- 5. Пачка известняков доломитистых, органогенно-детритовых, местами окремненных, темно-серых, с раковинами брахиопод, особенно многочисленными в верхней части пачки. Микроскопически преобладают пак- и грейнстоуны, соответствующие зоне Y. Конодонты малочисленны, из них определены Pseudopolygnathus brevipennatus Ziegler (слой 62), Bispathodus costatus costatus (Branson) (слой 63) и Polylophodonta cf. P. elongata Druce (слой 60), а также Polylophodonta cf. elongata Druce (слой 68). Фораминиферы многочисленны лишь в отдельных прослоях. В слое 60 определены фораминиферы Quasiendothyra kobeitusana Rauser, Q. kobeitusana typica Brazhn., Q. kobeitusana substricta Con. et Lys, Q. smekhovi Leb., Eoendothyra communis regularis Lip., Septaglomospiranella primaeva (Raus.). Выше, в слое 62, определены Quasiendothyra kobeitusana Rauser, Eoendothyra communis typica Brarhn., E. communis regularis Lip., E. communis simplex Brazhn., Bisphaera malevkensis Bir., а также Q. konensis Leb., Q. konensis cuboides Brazhn., Klubovella konensis Leb. По комплексу конодонтов и фораминифер слои 60-63 отнесены к верхнему фамену, интервалу конодонтовых зон expansa-praesulcata. Мощность пачки 19 м (слои 54-68).
- 6. Пачка известняков доломитистых, циклично построенная. Элементарный циклит состоит из слоя известняка органогенно-детритового, желвакового, оскольчатого, серого, с многочисленными раковинами брахиопод и гастропод, и слоя известняка органогенно-детритового, более массивного, с раковинами брахиопод и остракод. В средней части пачки многочисленны одиночные ругозы. Микроскопически известняки преимущественно представлены водорослево-фораминиферовыми пак-грейнстоунами, прослоями

биолитокластическими, отвечающими фациальной зоне Y. В меньшей степени распространены отложения зон X и Y, представленные вакстоунами.

В слое 69 определены фораминиферы: Parathurammina sp., Bisphaera malevkensis Bir., B. minima Lip., B. irregularis Bir., Earlandia moderata Mal., Eotournayellina primitiva Lip., Chernyshinella (Eoshernyshinella) triangula Lip., Ch. (Eoch.) triangula Lip. f. tournayelloides Durk mns., Ch. (Eoch.) crassitheca Lip., Chernyshinella (Prochernyshinella) disputabilis Dain, Radiosphaera ponderosa Reitl.

В слое 70 - Baituganella vulgaris Lip., Parathurammina suleimanovi Lip., Bisphaera malevkensis Bir., B. irregularis Bir., B. compressa Reitl., Eotournayellina sp., Glomospiranella sp., Neoseptaglomospiranella endothyroides endothyroides (Dain), N. endothyroides quadriloba (Dain), N. karakubensis Brazhn., Septaglomospiranella nana Reitl., Septatournayella segmentata Dain, Septabrunsiina minuta (Lip.), Chernyshinella (Eochernyshinella) spinula Brazhn., Ch. (Prochernyshinella) disputabilis Dain; Ch. (Proch.) paradoxa Durkina.

В слое 71 –Vicinisphaera squalida Sul, Parathurammina cushmani Sul., Bisphaera malevkensis Bir., B. irregularis Bir., Earlandia minima (Bir.), Brunsia pulchra Mikh., Tournayella discoidea Dain, Septaglomospiranella kazakhstanica Reitl., Chernyshinella (Prochernyshinella) disputabilis Dain, Ch. (Ch.) glomiformis (Lip.), Ch. (Nodochernyshinella) tumulosa (Lip.).

В слое 72 - Parathurammina cushmani Sul.,\_Tournayella discoidea Dain, Earlandia minima (Bir.), Chernyshinella (Chernyshinella) triangula (Lip.), Ch. (Ch.) glomiformis (Lip.), Ch. (Nodochernyshinella) tumulosa (Lip.), Neoseptaglomospiranella endothyroides endothyroides (Dain), Tournayellina beata (Mal.).

В слое 73 – Earlandia minima (Bir.), Parathyrammina sp., Chernyshinella (Chernyshinella) glomiformis (Lip.), Ch. aff. paucicamerata (Lip.), Ch. (Nodochernyshinella) tumulosa (Lip.), Tournayellina beata (Mal.), Neoseptaglomospiranella sp.

В слое 74 — Vicinisphaera squalida Sul., Baituganella vulgaris Lip., Parathurammina suleimanovi Lip., Brunsia pulchra Mikh., B. spirillinoides (Grozd. et Gleb.), Chernyshinella (Chernyshinella) glomiformis (Lip.), Ch. (Nodochernyshinella) tumulosa (Lip.), Palaeospiroplectammina sp., Endothyra (Tuberendothyra) sp., E. (T.) tuberculata (Lip.).

Мощность пачки 59 м (слои 69–74).

Перерыв в обнажении - около 8,5 м по мощности.

7. Пачка известняков доломитистых, органогенно-обломочных, серого цвета, массивных, с прослоями обогащенными раковинами гастропод и брахиопод. В 3-4 м от

подошвы пачки наблюдаются конкреционные линзы и прослои черного фтанита. Микроскопически известняки представлены в различной степени перекристаллизованными грейнстоунами фациальной зоны Y. В слое 77 определены фораминиферы: Parathurammina sp., Earlandia minima (Bir.), Brunsia pulchra Mikh., Chernyshinella (Prochernyshinella) disputabilis Dain, E. (Latiendothyra) latispiralis Lip. (много), Palaeospiroplectammina tchernyshinensis Lip., Spinoendothyra sp., S. recta (Lip.), Tournayella sp., Eoforshia aff. gigantea var. minoris (Lip.). Мощность пачки 19 м (слои 75-77).

- 8. Пачка чередования известняков доломитистых, углисто-глинистых, темно-серых, и замещающих их фтанитов черных, массивных. В ряде прослоев известняка есть раковины брахиопод и гастропод, одиночные ругозы, а также колониальные кораллы и хететиды. Микроскопически известняки представлены преимущественно мад-вакстоунами фациальной зоны X и пак-грейнстоунами фациальной зоны Y. Из нижней части толщи выделен комплекс конодонтов позднетурнейского возраста: Pseudopolygnathus pinnatus Voges, Bispathodus aculeatus anteposicornis (Scott), Eotaphrus bultyncki (Groessens). Из верхней части пачки выделены: Polygnathus inornatus Br. et M., Hindeodus scitulus (Hinde). В слое 78 определены фораминиферы: Earlandia moderata Mal., Rectoparaendothyra cf. uralica Chermn., Omphalotis sp., Brunsia pulchra Mikh., Pseudoglomospira ovalis Mal., Dainella aff. callosa Vdov., Eoforshia gigantea (Lip.), Eogloboendothyra sp., Eotextularia diversa (N.Tchern.), Tetrataxis sp. B слое 79 Brunsia pulchra Mikh., Urbanella miranda (N.Tchern.), Spinoendothyra sp., Bessiella sp. Мощность пачки 106 м (слои 78-79).
- Известняки органогенно-детритовые, светло-серые, co слоевидными И линзовидными конкрециями кремня черного, оскольчатого. Текстура массивная. Микроскопически известняки преимущественно представлены пак-вакстоунами фациальных зон Х и Ү. Из макрофауны наблюдались брахиоподы, трилобиты, ругозы и хететиды. Конодонты представлены следующими формами: Polygnathus inornatus inornatus Branson, P. longiposticus Branson et Mehl, Hindeodus scitulus (Hinde). В слое 80 определены фораминиферы: Dainella elengatula Brazh., D. manifesta Gan., Dainella amenta Gan., Pseudolitutubella multicamerata Vdov., Eoparastaffella simplex Vdov., Planoendothyra theikmanica Mal., E. (Similisella) similis Raus. et Reitl., Rectoparaendothyra sp., Eoforshia gigantea (Lip.), Eotournayella kisella Mal., Endospiroplectammina sp., «Planoarchaediscus» eospirillinoides Brazhn., Eogloboendothyra orelica Vdov., Neobrunsiina finitima (Grozd. et Leb.), Tetrataxis sp., T. aff. subcylindricus Con. et Lys. B слое 81 – Omphalotis samarica (Raus.), Dainella elengatula Brazhn.,

«Planoarchaediscus» eospirillinoides Brazhn., Tournayella discoidea Dain. Мощность пачки 48 м (слои 80–81).

10. Силициты светло-серые, замещающие органогенно-детритовые известняки (вакпакстоуны). Наблюдаются реликтовые прослои и пятна известняков. Ряд прослоев обогащен
члениками криноидей и ругозами. Преобладают отложения фациальных зон Y и Z. В пачке
встречены конодонты Polygnathus thomasi Druce, P. lobatus Druce, P. inornatus inornatus
Branson, а в верхней части — еще и редкие Polygnathus mehli Thompson и Kladognathus tenius
(Branson et Mehl). Из фораминифер в слое 82 определены Eogloboendothyra sp., Tetrataxis sp.;
в слое 83 — Omphalotis sp., T. aff. subcylindricus Con. et Lys., Forshia sp.; в слое 84 —
Globoendothyra sp., Eoparastaffella simplex Vdov.; в слое 85 и в слое 86 — многочисленные
Globoendothyra sp.; в слое 87 — Omphalotis sp. и Dainella sp. Мощность пачки 57 м (слои 82—
87).

11. Известняки серые, доломитистые, органогенно-детритовые (преимущественно пакгрейнстоуны фациальной зоны Y), с раковинами брахиопод (скопления в верхней части толщи), гастропод, остракод, следами Zoophycos, ругозами и члениками криноидей. Наблюдались конкреционные прослои и линзы темно-серых кремней. Конодонты представлены следующими формами: в нижней части Mestognathus beckmanni Bischoff, Gnathodus cf. G. texanus Roundy, Cavusgnathus cf. C. naviculus (Hinde), Hindeodus cristulus (Youngquist et Miller); в средней части Mestognathus bipluti Higgins, Hindeodus scitulus (Hinde).

Фораминиферы в данной пачке многочисленны и разнообразны. В слое 88 определены следующие фораминиферы: Brunsia aff. pulchra Mikh., Brunsia irregularis (Moeller), «Planoarchaediscus» eospirillinoides Brazhn., Eoforschia sp., Eoendothyranopsis sp., E. donica Brazh. et Rost., Globoendothyra sp., Globoendothyra ex gr. globulus (Moeller), Eoparastaffella simplex Vdov.. В слое 89 — Pseudoammodiscus sp., Magnitella porosa Mal., Pseudoglomospira quadrata (Mal.), Pseudoplanoendothyra rotayi obscura (Brazhn.), Endothyranopsis paraconvexa Brazhn. et Rost., Omphalotis samarica (Raus.), Endothyra cf. geniculata Gan., Globoendothyra ex gr. globulus (Moeller), Eoparastaffella simplex Vdov., Uralodiscus sp., Haplophragmella sp., Haplophragmella cf. irregularis Raus.. В слое 90 - Magnitella porosa Mal., Pseudoglomospira quadrata (Mal.), Pseudoplanoendothyra intermedia (Brazhn.), Pseudoplanoendothyra druzhininaensis (Post.), Eoendothyranopsis donica Brazhn. et Rost., Globoendothyra sp., Uralodiscus rotundus (N.Thern.), Glomodiscus regularis (Brazhn.), Uralodiscus rotundus var. elongata (Con.1 et Lys), Uralodiscus rotundus var. inflata (Con. et Lys), Paraarchaediscus ex gr. grandiculus (Shlykova),

Paraarchaediscus koktjubensis (Raus.), Forshiella prisca Mikh., Eoforshia parvula (Raus.), Mstinia orientalis N. Tchern., Dainella aff. staffelloides Brazhn., Planoarchaediscus spirillinoides (Raus.), Tetrataxis sp. В слоях 91, 92, 93 фораминиферы не обнаружены. В слое 94, 95 — мало фораминифер, обнаружены только Paraarchaediscus koktjubensis (Raus.), Paraarchaediscus sp. (94); Earlandia elegans (Raus. et Reitl.) (95). Также мало или нет фораминифер и в вышележащих слоях — 96, 97. В слое 98 Parathurammina sp., Globoendothyra sp., разнообразные Parastaffella sp. В слое 99 - Mediocris mediocris (Viss.), М. (Gan.), Globoendothyra ex gr. globulus (Moell.), Archaediscus sp., Paraarchaediscus sp., Parastaffella candida Ganelina, P. struvei (Moell.), Eostaffella mosquensis Viss. В обр. 100-1 определены следующие фораминиферы: Endothyranopsis compressa (Rauser et Reitlinger), Globoendothyra ex gr. globulus (Moell.), Palaeotextularia sp., Parastaffella candida Ganelina, Brunsia spirillinoides (Grozd. et Gleb.). Мощность толщи 176 м (слои 88–100).

### Биостратиграфические данные

### Конодонты

Специфика конодонтовых ассоциаций, найденных в разрезе Мыс Костяной, не позволяет выделить на их основе «стандартные» конодонтовые зоны. Поэтому в разрезе выделены слои с конодонтами, имеющие несмыкающиеся границы (см. рис. 2, 3). В верхнем фамене это слои с Bispathodus ziegleri (пачки 3 и 4) и слои с Polylophodonta elongata (верхняя часть пачки 5). Для слоев с Bispathodus ziegleri, кроме вида-индекса, характерны многочисленные Apatognathus varians Branson et Mehl, приуроченные преимущественно к отложениям фациальной зоны Y. В слоях с Polylophodonta elongata, кроме вида-индекса, встречены Pseudopolygnathus brevipennatus Ziegler и Bispathodus costatus (Branson). Комплексы конодонтов позволяют сопоставить слои верхнего фамена с интервалом «стандартных» зон от верхней подзоны зоны Palmatolepis gracilis expansa до зоны Siphonodella praesulcata включительно (см. рис. 3).

Непосредственно пограничный интервал девонской и каменноугольной систем конодонтами не охарактеризован. Первые находки турнейских конодонтов, по которым выделяются слои с Polygnathus inornatus - Eotaphrus bultyncki, отвечают уже верхнетурнейскому подъярусу (нижняя часть пачки 8) и приблизительно сопоставляются со «стандартной» зоной Siphonodella isosticha (см. рис. 3). Наиболее разнообразны конодонты в отложениях фациальной зоны X, а в отложениях зоны Y встречены лишь представители рода Pseudopolygnathus. Примечательно, что границы слоев с Polygnathus inornatus -

Eotaphrus bultyncki примерно совпадают с интервалом преимущественного развития отложений фациальной зоны X и, скорее всего, фациально обусловлены.

Залегающие выше слои с Hindeodus scitulus – Hindeodus cristulus охватывают широкий стратиграфический диапазон (нижнее визе, пачка 10 и нижняя часть пачки 11) и характеризуются обилием полигнатид и представителей рода Hindeodus, а также присутствием Kladognathus tenius (Branson et Mehl) (слой 86). Следует отметить, что многочисленные полигнатиды для нижневизейских отложений, как правило, не характерны. Уровни же находок хиндеодусов, скорее всего, в данном разрезе фациально обусловлены – они приурочены, преимущественно, к отложениям фациальной зоны X, и не могут служить надежным биостратиграфическим репером.

В верхневизейских отложениях (средняя и верхняя части пачки 11) выделены слои с Mestognathus - Cavusgnathus naviculus, примерно сопоставляемые со «стандартной» конодонтовой зоной Gnathodus bilineatus (см. рис. 3). Эти слои также имеют фациально обусловленные границы – они приурочены к отложениям фациальной зоны X.

Таким образом, границы слоев с конодонтами в нижнекаменноугольном интервале предположительно имеют экологическую природу и, скорее всего, не маркируют изохронные уровни. Их корреляция со «стандартной» зональной последовательностью весьма приблизительна.

### Фораминиферы

В разрезе Мыс Костяной на основе имеющегося материала удалось выделить зоны и слои с фораминиферами, сопоставляемые с горизонтами региональных стратиграфических схем Русской платформы и Урала (см. рис. 2, 3).

В верхнефаменской части разреза по квазиэндотирам установлены слои с Quasiendothyra kobeitusana (верхняя часть лытвинского горизонта) и слои с Eoendothyra communis и Quasiendothyra (зиганский горизонт), охватывающие верхнюю часть пачки 5.

В пачке 6 выделяются следующие подразделения:

Слои с Bisphaera malevkensis (от обр. 69-1 – до обр. 69-5) устонавливаются по положению в разрезе между слоями с Eoendothyra communis и Quasiendothyra и зоной Chernyshinella crassitheca - Ch. disputabilis. Отвечают малевскому и, вероятно, гумеровскому горизонтам.

Зона Prochernyshinella disputabilis (образцы 69-7 – 70-8) выделяется по появлению примитивных чернышинелл и сопоставляется с упинским горизонтом.

Слои с Ch. (Nodochernyshinella) tumulosa (Lip.) (образцы 70-9 – 73-8). Выделяется по появлению Ch. (Nodochernyshinella) aff. tumulosa (Lip.) (обр. 70-9) и развитию чернышинелл групп Chernyshinella (Ch.) glomiformis (Lip.), Ch. (Nodochernyshinella) tumulosa (Lip.), Septatournayella segmentata Dain, Tournayella discoidea Dain. Отвечают нижней части черепетского горизонта. Следует отметить появление в обр. 70-6 единичной Ch. (Eoch.) spinula Brazhn., впервые описанной из Донбасса из отложений зоны  $C_1^t$  b (каракубского горизонта), и, возможно, нижнюю границу черепетского горизонта можно проводить нижес уровня обр. 70-6, а не обр. 70-9.

В прикровельной части пачки 6 подошва слоев с Palaeospiroplectammina tchernyshinensis (верхняя часть черепетского горизонта) проводится по появлению эндотир группы Е. (Tuberendothyra) tuberculata Lip., Palaeospiroplectammina tchernyshinensis Lip., Chernyshinella (Ch.) glomiformis (Lip.).

По появлению в пачке 7 (обр. 77-5) Spinoendothyra sp., Tournayella sp., Eoforshia aff. gigantea var. minoris (Lip.) и развитию Е. (Latiendothyra) latispiralis Lip. проводится нижняя граница слоев с Spinoendothyra и кизеловского горизонта.

По появлению в пачке 8 (уровень обр. 78-29) зонального вида-индекса Eotextularia diversa (N.Tchern.) проводится нижняя граница фораминиферовой зоны Eotextularia diversa и косьвинского горизонта.

Внутри пачки 10 по первой находке (уровень образца 84-3) Eoparastaffella simplex Vdov. проведена нижняя граница одноименной зоны и визейского яруса.

В пачке 11 по фораминиферам выделяются:

Зона Uralodiscus rotundus (обр. 89-5 — обр. 90-4). Нижняя граница проведена по первому появлению уралодискусов. Зона соответствует тупосинскому горизонту.

Зона Paraarchaediscus koktjubensis (обр. 90-5 и выше). Нижняя граница проведена по первому появлению вида-индекса. Зона отвечает тульскому горизонту.

## Циклостратиграфические данные

На основе анализа вещественного состава, макро- и микро- тестурно-структурных характеристик отложений, а также содержащихся в них органических остатков, в изученном интервале разреза удалось выделить 20 трансгрессивно-регрессивных циклов (см. рис. 2). При этом для первых восьми циклов (средний фамен – раннее турне) характерно изменение условий в диапазоне от зоны Z до зоны Y. Такой же диапазон наблюдается в циклах 11 (позднечерепетской время позднего турне), 17 и 18 (ранненортническое время раннего визе).

Наибольшая амплитуда трансгрессивно-регрессивных циклов — от зоны Z до зоны X — реконструирована для циклов 9, 10 (начало позднего турне), 12 (кизеловское время позднего турне) и 19 (конец раннего — начало позднего визе). Самые мористые последовательности, включающие только условия фациальных зон Y и X, отмечены в циклах с 13 по 16 (косьвинское время позднего турне) и в цикле 20 (позднее визе). По последовательностям циклов с различным фациальным диапазоном, разделенными существенными максимумами регрессии, в изученной части разреза можно выделить два полных и два неполных трансгрессивно-регрессивных цикла более высокого порядка (см. рис. 3). Первый (неполный) цикл охватывает диапазон от среднего фамена до границы девона и карбона, второй — от начала раннего турне до конца раннечерепетского времени позднего турне, третий — от позднечерепетского до косьвинского времени позднего турне, а четвертый (неполный) — от раннего до позднего визе.

Ряд установленных в разрезе на мысе Костяном трансгрессивных и регрессивных максимумов удается идентифицировать в других разрезах Пайхойско-Североуральского палеобассейна и ТПП [Еременко, Вевель, Журавлев, 2008]. Достоверность этой идентификации подтверждается биостратиграфическими данными. Трансгрессивный максимум цикла 7 соответствует верхней части слоев с Polylophodonta elongata в разрезе Мыс Костяной (см. рис. 2), верхней части слоев с Palmatolepis gracilis в разрезе на р. Кожым, верхней части зоны expansa в разрезе на р. Подчерем (урочище Кузь-Яма). Трансгрессивный максимум цикла 8 сопоставляется с верхней частью зоны duplicata в разрезе на р. Подчерем (урочище Кузь-Яма). Трансгрессивный максимум цикла 9 опознается в нижней части зоны quadruplicata в разрезах на р. Кожым и руч. Константинов. Регрессивный максимум на границе 9 и 10 циклов прослеживается в нижней части зоны quadruplicata в разрезах на р. Кожым и руч. Константинов. Трансгрессивный максимум цикла 10 опознается в зоне quadruplicata в разрезе на р. Кожым. Трансгрессивный максимум цикла 12 отвечает слоям с Polygnathus inornatus – Eotaphrus bultyncki в разрезе Мыс Костяной, а также опознается в конодонтовой зоне isosticha разреза на р. Кожым и в фораминиферовой зоне Cf2 разреза на р. Изъяю [Saltzman, Groessens, Zhuravlev, 2004]. В этих же разрезах он примерно сопоставляется с изотопной аномалией по соотношению изотопов углерода [Saltzman, Groessens, Zhuravlev, 2004]. Максимумы регрессии в кровлях циклов 16, 17 и 18, отвечающие слоям с Hindeodus scitulus – H.cristulus в разрезе Мыс Костяной, опознаются в зоне Scaliognathus anchoralis в разрезе на р. Кожым (нортническая свита). Максимум трансгрессии

цикла 19, отвечающей нижней части слоев с Mestognathus – Cavusgnathus naviculus в разрезе Мыс Костяной, прослеживается в нижней части зоны Mestognathus bipluti в разрезе на р. Кожым.

Циклы более высокого порядка также прослеживаются в разрезах севера Вашуткино-Талотинской зоны надвигов, Центрального Пай-Хоя (по материалам Т.В. Дмитриевой и др., ФГУП «ВНИГРИ»), запада Русской платформы, а также хорошо сопоставляются с глобальной эвстатической цикличностью [Ross, Ross, 1988]. Таким образом, они позволяют проводить надежную межрегиональную и даже глобальную корреляцию.

#### Палеомагнитные данные

Проведенные лабораторные исследования показали, что Jn имеет двухкомпонентный состав (рис. 4). Выделены три компоненты Јп. Компонента А прямой полярности (выделяется в диапазоне 100-250°C, 325°C), послескладчатая и имеет среднее направление, близкое к современному направлению геомагнитного поля (D<sub>c</sub>=26°, I<sub>c</sub>=81°), что отражает процесс магнитовязкого перемагничивания пород. Вторая, биполярная, компонента Б выделяется в интервале температур 250-400°C и 250-510°C. Распределение этой биполярной компоненты показано на рис. 5 б, г, а её направление в табл.1 (строки 5 и 8). Выделение характерной высокотемпературной компоненты  $J_n$  в остальных случаях осложняется химическими изменениями в ходе нагрева и наличием вторичной позднепалеозойской компоненты (рис. 4, образец 745). Выделение компоненты Б по части коллекции проводилось методом кругов размагничивания. Распределение нормалей к кругам размагничивания и полученное направление представлены на рис. 5 в, г и в табл. 1 (строки 3 и 6). Средний палеомагнитный полюс по компоненте Б -  $\Phi$ =21°N,  $\Lambda$ =166°E, dp=4°, dm=8°. Компонента Б имеет положительные тесты складки [Enkin, 2003] и обращения [McFadden, McElhinny, 1990]. Таким образом, есть основания полагать, что выделенная характерная компонента естественной остаточной намагниченности отражает поведение геомагнитного поля во время образования пород.

Средний палеомагнитный полюс по вторичной компоненте В ( $\Phi$ =47°N,  $\Lambda$ =177°E, dp=7°, dm=10) расположен вблизи позднекаменноугольного участка траектории миграции палеомагнитного полюса (APWP) для Восточно-Европейской платформы [Smethurst, Khramov, Pisarevsky, 1998]. Имеющиеся отклонения координат полюсов для компонент Б и В связаны с поворотом изученных структур против часовой стрелки при складчатонадвиговых деформациях в триасовое и юрское время.

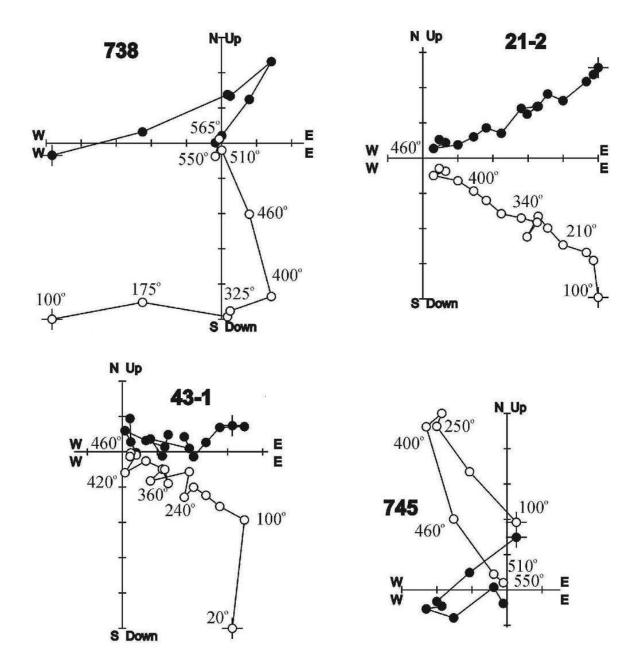


Рис. 4. Примеры размагничивания девонских (образцы 21-2, 43-1) и каменноугольных (образцы 74-5, 73-8) образцов горных пород нагревами

Пустые кружки - проекция вектора в вертикальной меридиональной плоскости; залитые кружки - проекция вектора в горизонтальной плоскости; стратиграфическая система координат. Диаграммы Зийдервельда построены с использованием программы Remasoft [Chadima, Hrouda, 2006].

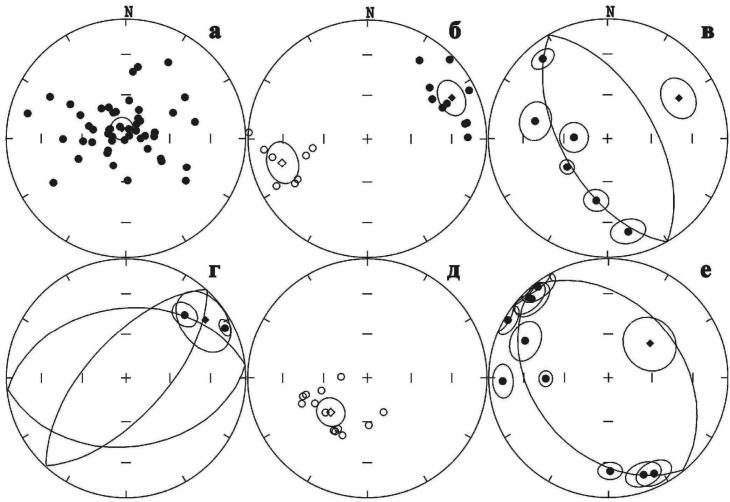


Рис. 5. Распределение направлений характерных компонент естественной остаточной намагниченности после проведения чисток а - компонента A;  $\delta$ - компонента B;  $\theta$ ,  $\theta$ - компонента  $\theta$ ;  $\theta$ - компонента  $\theta$ . Стереопроекции распределения компоненты  $\theta$ - приведены  $\theta$ - географической, для остальных компонент  $\theta$ - стратиграфической системе координат; пустые (залитые) кружки - проекции векторов на верхнюю (нижнюю) полусферу.

Таблица 1 Палеомагнитные направления и полюсы для позднедевонских и раннекаменноугольных отложений, о. Вайгач (70,4°N, 58,8°E)

№	Возраст пород	Комп. $J_n$ (интервалы выделения, ${}^{\circ}$ С)	С.К.	N/n	D°	I°	K	α <sub>95</sub> °	Ф°,N	Λ°, E	dp°	dm°	$\phi_m^{o}$	тест
1	$D_3$ f- $C_1$ t- $v$	A(100-250,325°C)	Γ	49/49 -	338	83	7	8	82	22	15	16	76	F-,0,1±0,8
	11(100 230,323 C)	c	T2/T2	31	44	6	9							
$2$ $D_3f$	$D_3$ f- $C_1$ t	Б+ (250-460°С)	Γ	10/15 -	83	54	11	15						
	D31-C1t		c	10/13	64	22	17	12						$F+,0,9\pm0,7$
3*		Б (250-400°C)	Γ	6/6 -	87	71	σ=19							
3.			c	0/0 -	60	32	σ=13							
4		Б- (250-400°С)	Γ	8/8 -	287	-48	17	14						
4	4		c		254	-27	16	14						F~
5** D <sub>3</sub> f-C <sub>1</sub> t	D f C f	Б (2+3+4)	Γ	24/29 -	94	55	13	8						
	$D_3$ I- $C_1$ t		c		67	26	19	7	21	166	4	8	14	$R+, \gamma=10, \gamma_{cr}=15$
6** C <sub>1</sub> v	Б(250-460°С)	Γ	4/4 -	71	62	28	20							
		c		54	20	34	19	21	180	10	20	10	F~	
$7$ $D_3$ f- $C_1$ t- $v$	D. f. C. 4	B(250-510°C)	Γ	13/13	343	-79	10	14						
	$D_3$ I- $C_1$ t-V		c	_	227	-55	16	11						$F+,1,1\pm0,7$
8* D <sub>3</sub> f-C	D f C +	B(250-420°C)	Γ	10/10	131	83	σ	=25						
	$D_3$ I- $C_1$ I-V		c	<del></del>	51	53	σ=	=18						
9** D <sub>3</sub> f-C	D.f.C.	B(8+9)	Γ	22/22	341	-80	12	9						
	$D_3$ f- $C_1$ t- $v$		c	23/23 -	228	-55	20	7	47	177	7	10	36	
						_				D0 10				

N - число штуфов; n - число образцов; с.к. — система координат (z - географическая, c - стратиграфическая);  $D^o$ ,  $I^o$  - склонение и наклонение средних направлений компонент; K - кучность векторов;  $\alpha_{95}^o$  - радиус круга доверия при 95% вероятности для среднего направления;  $\Phi^o$ ,  $\Lambda^o$  - широта и долгота палеомагнитного полюса;  $dp^o$ ,  $dm^o$  - полуоси овала доверия;  $\phi_m^o$  — палеомагнитная широта; \* - направление получено методом кругов перемагничивания;  $\sigma$  - стандартное угловое отклонение от большого круга; \*\*- среднее направление получено по методу McFadden P.L., McElhinny M.W. (1988); F+(-, $\sim$ ) - тест складки положителен (отрицателен) по Енкину [Enkin, 2003]; R - тест обращения полярности + (-) положителен (отрицателен) по McFadden P.L., McElhinny M.W. [McFadden, McElhinny, 1990]; статистика на уровне штуфов (для компоненты A на уровне образцов).

## Магнитостратиграфия

Положение выделенных по биполярной компоненте магнитных зон показано на рис. 4, 5 и 6. Наиболее значимы выделенные зоны прямой и обратной полярности в среднемверхнем фамене и турнейском ярусе. Несмотря на фрагментарность выделенных магнитозон сравнение полученных результатов с общей магнитостратиграфической шкалой [Дополнения к Стратиграфическому..., 2000] и GTS 2004 [А Geologic Time..., 2004] показывают удовлетворительную сходимость полученных результатов для интервала поздний девон - ранний карбон. Как видно из рис. 6, зоны магнитной полярности в нижней части изученного разреза укладываются во временной интервал 361-350 млн. лет.

Эту оценку можно подтвердить, сравнивая положение палеомагнитного полюса компоненты Б с раннекаменноугольным - позднедевонским участком траектории миграции полюса для Восточно-Европейской платформы. Учитывая поворот против часовой стрелки на  $7^{\circ}$ , оцененный по отклонению полюса вторичной компоненты В, палеомагнитный полюс для компоненты Б получит координаты  $19^{\circ}$ N,  $\Lambda$ = $158^{\circ}$ E, отвечающие, в пределах погрешности определений, возрасту 350 млн. лет (среднее для нижней части разреза).

Более детальные оценки возраста, основанные на привязке полученного магнитостратиграфического разреза к GTS2004 (см. рис. 6), ввиду фрагментарности материала, могут иметь лишь иллюстративный характер.

#### Заключение

Уникальная непрерывная последовательность карбонатных отложений от среднего фамена до визе включительно позволяет использовать разрез Мыс Костяной на о. Вайгач в качестве опорного для северо-запада Пайхойско-Вайгачской области и востока Баренцевоморского шельфа. Разработанная на основе этого разреза комплексная стратиграфическая схема (рис. 6) может быть использована для датирования различными методами по керну скважин нефтегазоносных толщ и локальных покрышек северо-востока ТПП (Коротаихинская впадина) и восточной части Баренцевоморского региона со сходным фациальным типом разреза. Впервые для региона в схему, наряду с бистратигафическими данными, внесены материалы по магнитостратиграфии и осадочной цикличности.

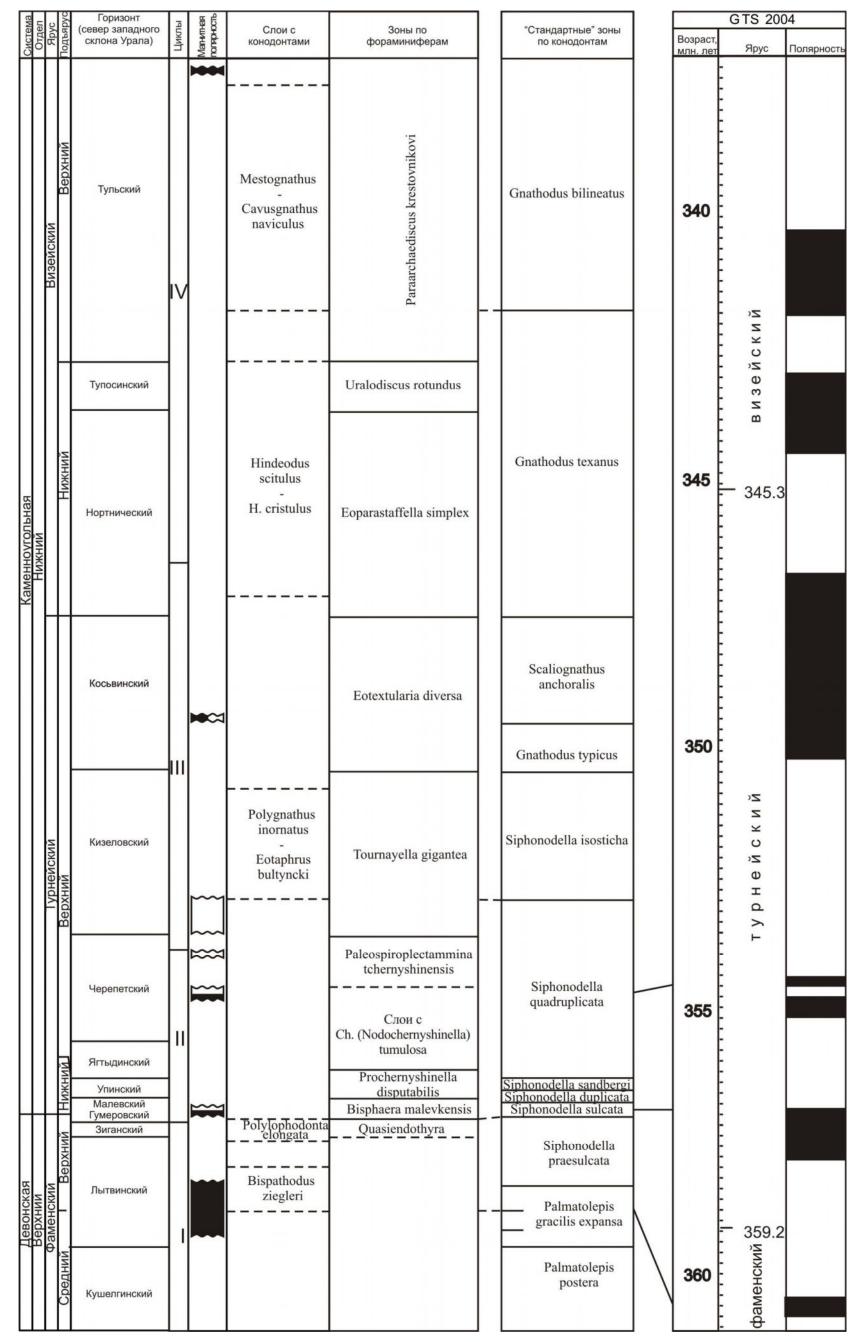


Рис. 6. Комплексная стратиграфическая схема для среднефаменско-верхневизейского интервала о. Вайгач

### Литература

*Беляков Л.Н., Енокян Н.В., Чермных В.А.* Каменноугольные отложения Пай-Хоя и острова Вайгач // Стратиграфия палеозоя северо-востокаевропейской части СССР. Тр. ин-та геологии. Коми филиала АН СССР. - Вып. 37. — Сыктывкар, 1981. - С. 33-52.

Дополнения к Стратиграфическому кодексу России. Отв. ред. А. И. Жамойда. - СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2000. - 112 с.

*Енокян Н.В.* О границе девона и карбона на северо-восточном побережье о.Вайгач // Материалы по геологии и полезным ископаемым Северо-Востока европейской части СССР. - Сб. 7. — Сыктывкар, 1972а. - С. 113-116.

Eнокян H.B. Этапность развития брахиопод как основа для биостратиграфического расчленеия каменноугольных отложений острова Вайгач // Тезисы докл. XVIII сессии Всес. палеонт. об-ва. –  $\Pi$ ., 1972б. - C. 35-37.

*Еременко Н.М., Вевель Я.А., Журавлев А.В.* Интерфациальная корреляция морских раннетурнейских отложений севера Урала и востока Тимано-Печорской плиты – литостратиграфический подход // Сборник материалов Международной научно-практической конференции. Литологические и геохимические основы прогноза нефтегзоносности. – СПб.: ВНИГРИ, 2008. - С. 600-605.

Журавлев А.В. Комплексы конодонтов верхнефаменско-нижневизейских отложений ова Вайгач // Фанерозой европейского севера СССР. - Тр. ИГ. - Т. 75, 1992. - С. 42-47.

*Курилин В.И., Чермных В.А., Микляев А.С.* Турнейские отложения острова Вайгач // Расчленение и корреляция фанерозойских отложений Европейского севера СССР. - Тр. инта геологии. - Вып. 54, 1985. - С. 34-45.

Палеомагнитология / Храмов А.Н. и др. - Л.: Недра, 1982. - 312 с.

Попов В.В. Программа-интерфейс для магнитометра JR-4, 2007. - http://paleomag.ifz.ru/soft.html.

*Попов В.В.* Программа-интерфейс для магнитометра JR-5, 2008. - http://paleomag.ifz.ru/soft.html.

*Шишлов С.Б.* Структурно-генетический анализ осадочных формаций. – СПб.: СПбГГИ, 2010. - 276 с.

A Geologic Time Scale / Edited by F. M. Gradstein, J. G. Ogg, and A. G. Smith. - Cambridge University Press, 2004. - 589 p.

Chadima M., Hrouda F. Remasoft 3.0 – a user-friendly paleomagnetic data browser and analyzer // Travaux Géophysiques, XXVII, 2006. - P. 20–21.

*Enkin R.J.* A computer program package for analysis and presentation of palaeomagnetic data // Pacific Geoscience Centre, Geol. Survey Canada. – Sidney, 1994. - 16 p.

*Enkin R.J.* The direction - correction tilt test: an all-purpose tilt/fold test for paleomagnetic studies //Earth Planet. Sci. Lett., 212, 2003. - P. 151-166.

*Irwin M.L.* General theory of epeiric clear water sedimentation // Bull.Amer. Assoc. Petrol. Geol. 49, 1965. - P. 445-459.

*Kirschvink J.L.* The least-squares line and plane and the analysis of paleomagnetic data // Geophys. J. Astronom. Soc. - V.62, 1980. - P.699-718.

*McFadden P.L., McElhinny M.W.* Classification of reversal test in palaeomagnetism // Geophys. J. Int., 103, 1990. - P. 725-729.

*Ross C.A., Ross J.R.P.* Late Paleozoic transgressiveregressive deposition / in Wilgus, C.K., Hastings, B.S., Kendall, C.G.St.C., Posamentier, H.W., Ross, C.A., and Van Wagoner, J.C., eds., Sea-level Changes: an Integrated Approach: Tulsa, Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication 42, 1988. - P. 227-247.

Saltzman M.R., Groessens E., Zhuravlev A.V. Carbon cycle models based on extreme changes in  $\delta 13C$ : an example from the lower Mississippian // Palaeongeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. - 213, 2004. - P. 359-377.

Smethurst M.A., Khramov A.N., Pisarevsky S.A. Palaeomagnetism of the Lower Ordovician Orthoceras Limestone, St.Petersburg, and a revised drift history for Baltica in the early Palaeozoic // Geophys.J.Int., 133, 1998. - P. 44-56.

Zijderveld J.D.A. A.C. Demagnetization of rocks: analysis of results // Methods in Palaeomagnetism, Ed. Collinson D.W., Amsterdam, Elsevier, 1967. - P. 254-286.

**Рецензенты:** Храмов Алексей Никитич, доктор физико-математических наук, профессор; Киричкова Анна Ивановна, доктор геолого-минералогических наук.

## Zhuravlev A.V., Vevel' Ya.A., Iosifidi A.G., Tomsha V.A.

All-Russia Petroleum Research Exploration Institute (VNIGRI), St. Petersburg, Russia, micropalaeontology@gmail.com

## Chermnykh V.A.

Geology Institute of Komi Scientific Center, Syktyvkar, Russia, institute@geo.komisc.ru

## UPPER DEVONIAN – LOWER CARBONIFEROUS SUCCESSION, KOSTYANOY CAPE, VAYGACH ISLAND

Results of multidisciplinary study of the Upper Devonian – Lower Carboniferous succession of the NE of the Vaygach Island are described. T-R cycles, biostratigraphical units based on foraminifers and conodonts, and magnitostratigraphic zones have been identified in the section for a first time. Due to complete carbonate succession of the Middle Famennian – Upper Visean, the section is considered as a key one of the NW of the Pay-Khoy – Vaygach region and the east of Barents Sea shelf.

**Key words:** stratigraphy, Upper Devonian, Lower Carboniferous, Foraminifera, Conodonta, palaeomagnetism, Vaygach Island.

#### References

*Belâkov L.N., Enokân N.V., Čermnyh V.A.* Kamennougol'nye otloženiâ Paj-Hoâ i ostrova Vajgač // Stratigrafiâ paleozoâ severo-vostokaevropejskoj časti SSSR. Tr. in-ta geologii. Komi filiala AN SSSR. - Vyp. 37. – Syktyvkar, 1981. - S. 33-52.

Dopolneniâ k Stratigrafičeskomu kodeksu Rossii. Otv. red. A. I. Žamojda. - SPb.: Izd-vo VSEGEI, 2000. - 112 s.

*Enokân N.V.* O granice devona i karbona na severo-vostočnom poberež'e o.Vajgač // Materialy po geologii i poleznym iskopaemym Severo-Vostoka evropejskoj časti SSSR. - Sb. 7. – Syktyvkar, 1972a. - S. 113-116.

*Enokân N.V.* Ètapnost' razvitiâ brahiopod kak osnova dlâ biostratigrafičeskogo rasčleneiâ kamennougol'nyh otloženij ostrova Vajgač // Tezisy dokl. XVIII sessii Vses. paleont. ob-va. – L., 1972b. - S. 35-37.

*Eremenko N.M., Vevel' Â.A., Žuravlev A.V.* Interfacial'naâ korrelâciâ morskih ranneturnejskih otloženij severa Urala i vostoka Timano-Pečorskoj plity – litostratigrafičeskij podhod // Sbornik materialov Meždunarodnoj naučno-praktičeskoj konferencii. Litologičeskie i geohimičeskie osnovy prognoza neftegzonosnosti. – SPb.: VNIGRI, 2008. - S. 600-605.

*Žuravlev A.V.* Kompleksy konodontov verhnefamensko-nižnevizejskih otloženij o-va Vajgač // Fanerozoj evropejskogo severa SSSR. - Tr. IG. - T. 75, 1992. - S. 42-47.

*Kurilin V.I.*, *Čermnyh V.A.*, *Miklâev A.S.* Turnejskie otloženiâ ostrova Vajgač // Rasčlenenie i korrelâciâ fanerozojskih otloženij Evropejskogo severa SSSR. - Tr. in-ta geologii. - Vyp. 54, 1985. - S. 34-45.

Paleomagnitologiâ / Hramov A.N. i dr. - L.: Nedra, 1982. - 312 s.

*Popov V.V.* Programma-interfejs dlâ magnitometra JR-4, 2007. - http://paleomag.ifz.ru/soft.html.

*Popov V.V.* Programma-interfejs dlâ magnitometra JR-5, 2008. - http://paleomag.ifz.ru/soft.html.

*Šišlov S.B.* Strukturno-genetičeskij analiz osadočnyh formacij. – SPb.: SPbGGI, 2010. - 276 s.

A Geologic Time Scale / Edited by F. M. Gradstein, J. G. Ogg, and A. G. Smith. - Cambridge University Press, 2004. - 589 p.

Chadima M., Hrouda F. Remasoft 3.0 – a user-friendly paleomagnetic data browser and analyzer // Travaux Géophysiques, XXVII, 2006. - P. 20–21.

*Enkin R.J.* A computer program package for analysis and presentation of palaeomagnetic data // Pacific Geoscience Centre, Geol. Survey Canada. – Sidney, 1994. - 16 p.

*Enkin R.J.* The direction - correction tilt test: an all-purpose tilt/fold test for paleomagnetic studies //Earth Planet. Sci. Lett., 212, 2003. - P. 151-166.

*Irwin M.L.* General theory of epeiric clear water sedimentation // Bull.Amer. Assoc. Petrol. Geol. 49, 1965. - P. 445-459.

*Kirschvink J.L.* The least-squares line and plane and the analysis of paleomagnetic data // Geophys. J. Astronom. Soc. - V.62, 1980. - P.699-718.

*McFadden P.L., McElhinny M.W.* Classification of reversal test in palaeomagnetism // Geophys. J. Int., 103, 1990. - P. 725-729.

*Ross C.A., Ross J.R.P.* Late Paleozoic transgressiveregressive deposition / in Wilgus, C.K., Hastings, B.S., Kendall, C.G.St.C., Posamentier, H.W., Ross, C.A., and Van Wagoner, J.C., eds., Sea-level Changes: an Integrated Approach: Tulsa, Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication 42, 1988. - P. 227-247.

Saltzman M.R., Groessens E., Zhuravlev A.V. Carbon cycle models based on extreme changes in  $\Box 13C$ : an example from the lower Mississippian // Palaeongeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. - 213, 2004. - P. 359-377.

Smethurst M.A., Khramov A.N., Pisarevsky S.A. Palaeomagnetism of the Lower Ordovician Orthoceras Limestone, St.Petersburg, and a revised drift history for Baltica in the early Palaeozoic // Geophys.J.Int., 133, 1998. - P. 44-56.