

ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И СОСТАВА КАРУЯРВИНСКОЙ СВИТЫ РИФЕЯ П-ОВА СРЕДНИЙ (СЕВЕРНОЕ ПОБЕРЕЖЬЕ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА)

© 2015 г. Ю. В. Михайленко*, **О. С. Кочетков***, Н. Ф. Иванов*, С. А. Анисимова**

*Ухтинский государственный технический университет

169300, г. Ухта, ул. Сенюкова, 13

E-mail: Yulia-v-m@mail.ru

**Институт земной коры СО РАН,

664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 128

E-mail: svetanisimova@crust.irk.ru

Поступила в редакцию 30.06.2014 г.

Принята к печати 25.05.2015 г.

Рассматриваются вопросы строения, вещественного состава и вторичных изменений пород каруярвинской свиты кильдинской серии рифеид п-ова Средний. Дана характеристика строматолитовых биостромов *Stratifera* aff. *flexurata* Kom., которые впервые были обнаружены в пределах весьма узкой, приразломной полосы распространения известной рифейской строматолитовой (рифогенной) формации, обрамляющей Восточно-Европейскую эпикарельскую платформу с востока и северо-востока. Предложена схема корреляции рифейских комплексов п-ова Средний с рифеидами Среднего Тимана и Южного Урала.

Ключевые слова: Баренцевоморский регион, Кольский регион, п-ов Средний, байкалиты, пластовые строматолиты, каруярвинская свита, корреляция.

ВВЕДЕНИЕ

Верхнепротерозойские отложения побережья Кольского полуострова составляют лишь незначительную часть рифейско-вендского осадочного пояса акватории Белого и Баренцева морей и прилегающей суши, где они залегают на гнейсах и гранитах архея и обнажаются в пределах ряда обособленных площадей (Любцов, Предовский, 1998). Наиболее крупные и полные разрезы рассматриваемых отложений обнажены на п-овах Средний, Рыбачий и на о-ве Кильдин.

Взгляды на геологическое строение этого региона противоречивы. Они отражены в ряде опубликованных (В.З. Негруца, Т.Ф. Негруца, 1975; Сергеева, 1973; Коноплева, 1974; Беккер и др., 1979; Любцов и др., 1989; The bedrock geology..., 1992; Негруца и др., 1993; Митрофанов и др., 1999; Маслов и др., 2002; Roberts, Siedlecka, 2012) и фондовых работ. Несмотря на многолетний опыт исследований, дискуссионными и не решенными до настоящего времени остаются вопросы, касающиеся особенностей тектонического строения, стратиграфического положения и взаимоотношения различных серий рифейских отложений. В данной работе мы ограничимся краткой характеристикой лишь п-ова Средний, в пределах которого распространены отложения каруярвинской свиты.

Наиболее представительной из опубликованных работ является монография (Митрофанов и др., 1999). Для района п-ова Средний в ней выделяется два комплекса пород (снизу вверх): кильдинская (пярярвинская, палвинская, поропелонская, землепахтинская, каруярвинская свиты) и волоковая (куяканская и пуманская свиты) серии, разделенные перерывом и угловым несогласием. Суммарная мощность отложений указанных серий около 2000 м. Они рассматриваются в составе Кильдинской структурно-формационной зоны (СФЗ) (Сорохтин и др., 2011), формирование отложений которой "...происходило преимущественно в мелководных (умеренно и среднеглубинных) обстановках в условиях чередования стабильного и активного тектонического режима. На это указывают такие текстурные особенности отложений, как разнообразная косая слоистость, знаки ряби, подводно-оползневые и горизонтально-слоистые текстуры, присутствие строматолитовых и онколитовых карбонатных образований, признаки подводного их размыва" (Маслов и др., 2002, с. 78).

Породы кильдинской серии распространены на п-ове Среднем и о-ве Кильдин, а также частично на юге п-ова Рыбачий. Изучение столчатых строматолитов (о-в Кильдин) и микрофитолитов в составе этой серии, а также абсолютный возраст (K-Ar метод) по глаукониту (для п-ова Средний – 1059–

619 млн лет, а для о-ва Кильдин – 1015–709 млн лет (Беккер и др., 1970)) позволили большинству исследователей отнести ее к верхнему рифею, а вышележащую волоковую серию – к верхнему рифею–венду(?) (Келлер, Соколов, 1960; Негруца, 1971; Коноплева, 1974; Раабен, 1975; Любцов и др., 1989; The bedrock geology..., 1992; Негруца и др., 1993; Любцов, Предовский, 1998; Митрофанов и др., 2004; 2009; Сорохтин и др., 2011; и др.). Однако К-Аг датировки глауконитов характеризуются значительным разбросом значений, фиксирующих нередко моменты наложения более поздних процессов, а не истинный возраст пород, что затрудняет детальную стратификацию на основе этого метода (Михайленко и др., 2014).

В настоящей работе особое внимание уделено характеристике карбонатно-терригенной каруярвинской свиты, завершающей кильдинскую серию на п-ове Средний. Ее положение в разрезе, признаки коры выветривания и впервые обнаруженные нами биостромы пластовых строматолитов подтверждают выделение в строении п-ова Средний, так же как и на Тимане, двух структурных ярусов: среднерифейского (кильдинская серия) и верхнерифейского (волоковая серия) (Кочетков, Иванов, 2009). Пластовые строматолиты были обнаружены нами в пределах полосы известной рифейской строматолитовой (рифогенной) формации, обрамляющей Восточно-Европейскую эпикарельскую платформу с востока и северо-востока (Оловянишников, 1997; 2004; Раабен, 2007; Пучков, 2010). Такое линейное распространение (на протяжении более 2000 км) карбостромовой формации, к тому же на границе мелководных и глубоководных терригенных отложений, само по себе наталкивает на мысль, что это своего рода аналоги полосы барьерных рифов, не распространяющихся далеко от указанной линии ни на юго-запад, ни на северо-восток (Пучков, 2010). Таким образом, карбостромовая формация в пределах Варангер-Канино-Тиманского региона является важным биорефером, позволяющим уверенно проводить корреляции внутри этого региона.

ОБЪЕКТ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Кильдинская СФЗ включает территорию п-ова Средний, мыса Мотка (п-ов Рыбачий) и о-ва Кильдин. В пределах п-ова Средний толщи пород кильдинской и волоковой серий характеризуются преимущественно пологим залеганием пород с падением под углом 10–15° на северо-восток, иногда на северо-запад. К северо-западу от устья руч. Выкат на протяжении 4 км по водоразделу вдоль побережья губы Большая Волоковая породы каруярвинской, куяканской и пуманской свит тектонически нарушены и залегают почти вертикально. Складчатые деформации на п-ове Средний проявлены не-

значительно: в основном это мелкие симметричные складки с падением крыльев на юго-запад и северо-восток под углом 15–20° и амплитудой до 40 м. Ориентировка их шарниров однообразна, в разных участках направлена на северо-запад с пологим (10–12°) погружением к северо-западу или юго-востоку. Наблюдается несколько разломов субмеридионального простирания, имеющих характер левых сдвигов с амплитудой перемещения, не превышающей первые сотни метров (Любцов и др., 1989). Стратифицированная толща практически не содержит прослоев эффузивных магматических пород за исключением сантиметровых слоев туфов и туффитов в разрезе палвинской свиты (Любцов и др., 1990). Среди интрузивных образований известны единичные дайки габбро-диабазов, прорывающие волоковую серию на северо-западе полуострова (Беккер и др., 1970; Любцов и др., 1990). Их возраст был определен К-Аг методом как 600 ± 20 млн лет (Беккер и др., 1970; Раабен, 1975) или 525 млн лет (Любцов и др., 1989). В зоне глубинного разлома Тролльфиорд–Комагельв–Рыбачий (разделяет п-ова Средний и Рыбачий), для которой характерна повышенная тектоническая трещиноватость, мелкая асимметричная складчатость, сжатые флексуры и катаклазированность вмещающих пород, нами обнаружен измененный габбро-норит в неке перешейка между полуостровами. Степень преобразования отложений кильдинской и волоковой серий, по одним данным, соответствует стадии глубинного катагенеза (Любцов и др., 1990; Негруца и др., 1993; Митрофанов и др., 1999; Сорохтин и др., 2011), по другим, породы кильдинской серии метаморфизованы в условиях зеленосланцевой фации, а породы волоковой серии подверглись только метагенезу (Кочетков, Иванов, 2009; Михайленко, 2011).

Каруярвинская свита, отвечающая верхней части кильдинской серии, имеет локальное развитие на северо-западе и широкое – вдоль северо-восточного побережья п-ова Средний. Она согласна залегают на отложениях землехатинской свиты со слабо выраженным, частично “тектонизированным” контактом (Негруца и др., 1993). Свита сложена преимущественно ритмично переслаивающимися выветрелыми пестроцветными (от красных до зеленовато-серых) метаалевролитами, глинизированными метасланцами и темно-серыми доломитами, которые при выветривании приобретают палевую окраску. Последние включают пластовые строматолиты, которые четко выделяются на общем фоне своей волнисто-слоистой текстурой (Михайленко, 2011; Михайленко, Иванов, 2011; Кочетков и др., 2014). Нижние слои свиты скрыты под уровнем моря. Видимая мощность изученного разреза по полевым наблюдениям составляет около 70 м (Михайленко, 2014). На пестроцветах каруярвинской свиты с угловым несогласием зале-

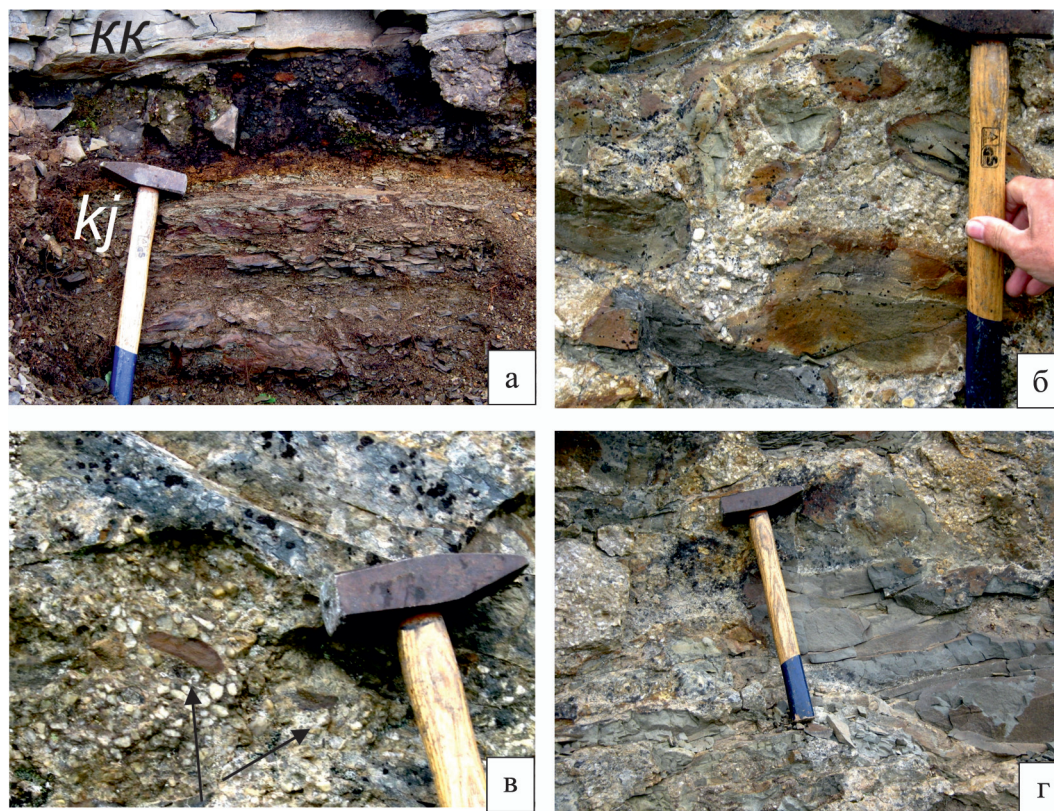


Рис. 1. Контактная зона между каруярвинской и куяканской свитами.

а – общий вид контакта в обн. 510: kk – куяканская свита, kj – каруярвинская свита; б, г – крупные отторженцы метаалевролитов каруярвинской свиты в базальной части куяканской свиты; в – гальки красноцветов (указаны стрелками) в куяканской свите.

Fig. 1. The contact zone between Karuyarvinskaya and Kuyakanskaya suites.

а – a general view of the contact in outcrop 510: kk – Kuyakanskaya suite, kj – Karuyarvinskaya suite; б, г – large xenoliths metaaleurolite Karuyarvinskaya suite in the basal part of Kuyakanskaya suite; в – red color pebbles (indicated by arrows) in Kuyakanskaya suite.

гают куяканские фосфоритонесные конгломерато-брекчии (Любцов и др., 1990) с крупными обломками (0.2–1.0 м) подстилающих пород, в том числе и с красноцветной галькой метаалевролитов (рис. 1), что свидетельствует о широком развитии в позднекильдинское время в этом регионе красноцветной коры выветривания и поверхности выравнивания, на что впервые указал В.З. Негруца (1975). Мощность базальной пачки конгломерато-брекчий около 2 м.

Каруярвинская свита в процессе полевых работ была изучена и опробована в естественных обнажениях как на водоразделе (обн. 157, абс. отм. 79.0–115.0 м), так и вдоль юго-восточного побережья губы Большая Волоковая (обн. 80 (511), 166, 79–76 (506–510) и вдоль северо-западного побережья п-ова Средний – обн. 126, 127 (рис. 2). Детальное описание свиты выполнено на примере обн. 166. Другие обнажения уточняют строение разреза и характеризуют фациальную изменчивость свиты. По

результатам исследования составлен сводный разрез свиты (рис. 3). Залегание его вдоль побережья губы изменчивое, с преобладающим падением слоев на северо-восток под углом 4–20° (рис. 4).

По разрезу было отобрано более 100 точечных проб для исследования вещественного состава пород, включающего минералого-петрографический анализ (выполнен в лаборатории Ухтинского государственного технического университета О.С. Кочетковым и Ю.В. Михайленко), рентгено-структурный, микрозондовый, дифференциально-термический анализы (выполнены в лаборатории ИГ КомиНЦ УрО РАН, г. Сыктывкар), спектральный полуколичественный анализ – в Бронницкой геолого-геохимической экспедиции (Москва). Первичное изучение пластовых строматолитов для характеристики их текстурно-структурных особенностей производилось на основе исследования штучков, пришлифовок, аншлифов и ориентированных прозрачных шлифов Ю.В. Михайленко и

Н.Ф. Ивановым. При дальнейшем исследовании полученного материала в Институте земной коры СО РАН С.А. Анисимовой установлена принадлежность пластовых строматолитов к виду *Stratifera* aff. *flexurata* Kom. (табл. I).

ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗРЕЗА КАРУЯРВИНСКОЙ СВИТЫ

Разрез каруярвинской свиты вдоль побережья губы Большая Волоковая характеризуется четким ритмичным строением в отличие от разреза на водоразделе. Здесь выделяются трехчленные ритмы мощностью около 3–3.5 м каждый (см. рис. 3). Общее количество ритмов не менее 20, т.е. видимая мощность каруярвинской свиты около 70 м. Повторяемость хорошо структурированных циклов свидетельствует о кратковременных колебаниях уровня моря во время формирования отложений свиты.

В нижних частях ритмов преобладают бордово-красные сильнотрещиноватые оскольчатые, металаевролиты, иногда с зеленоватыми пятнами очень разнообразной формы – результат наложенного оглеения. Мощность их в пределах каждого ритма изменяется от 0.5 до 1.5 м. На поверхностях наложения металаевролитов видны симметричные знаки ряби, разномасштабные трещины усыхания и глиптоморфозы каменной соли, что свидетельствует о прибрежном характере седиментации с повышенной соленостью вод в лагуне, чередующейся с периодами длительного осушения и красноцветного выветривания. Выше по разрезу ритма бордово-красные породы сменяются зеленовато-серыми, пятнистыми металаевролитами. Их мощность изменяется в пределах 0.3–1.5 м. Переходы в большинстве случаев постепенные, с сохранившейся текстурой и структурой бордово-красных пород. Верхняя часть ритмов (трансгрессивная) завершается пачками сероцветных доломитов с биостромами пластовых строматолитов. Фиксируются постепенные переходы от металаевролитов к тонко- (до 0.2 см) и толстослоистым (до 3–10 см) доломитам с многочисленными трещинами усыхания и знаками волновой ряби. Биостромы (0.5–1.5 м) четко выделяются в составе доломитовых пачек своей тонкой волнистой слоистостью и бугристой поверхностью (рис. 5в). Прослои метапесчаников встречаются крайне редко. Породы вдоль побережья рассечены многочисленными тонкими (до 1–2 см) прожилками кварц-кальцитового состава. Часто в них присутствует пирит.

Хорошая обнаженность пород во время отлива позволяет составить непрерывный послойный разрез свиты (обн. 166, снизу вверх):

1) металаевролиты выветрелые пятнисто-окрашенные в зеленые и коричневые цвета трещиноватые с прослоями серых металаевролитов, с крупными пятнами оглеения причудливо-округлых

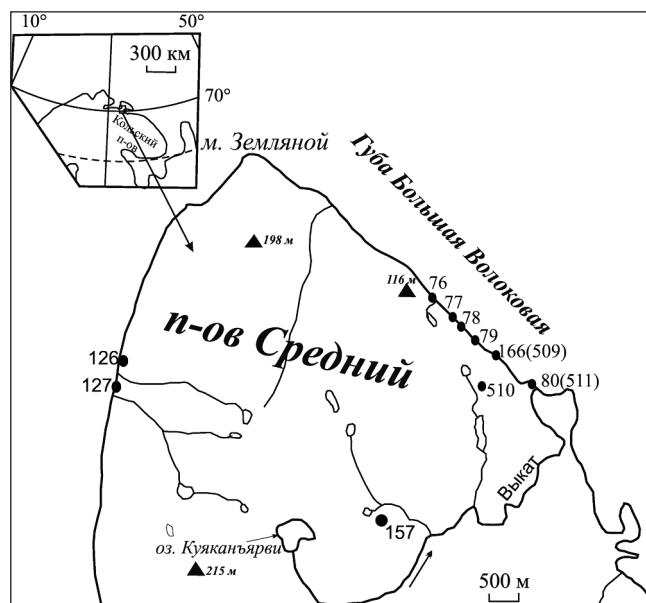


Рис. 2. Расположение точек наблюдения выходов пластовых строматолитов.

Fig. 2. Location of the stromatolite formation outcrops.

очертаний, с трещинами усыхания – мощность 0.5 м;

2) доломиты мраморизованные светло-серые плитчатые (0.2–0.3 м) – мощность 1.5 м;

3) переслаивание металаевролитов голубовато-серых крепких с включениями мелкокристаллического пирита в кровле трещиноватых и металаевролитов темно-серых с коричневыми пятнами слоистых с нодулями кальцита, с прослоями до 0.1 м алевритовых доломитов – 3.0 м;

4) строматолиты желтовато-серого цвета с бугорчато-волнистой поверхностью напластования микроволнистослоистые трещиноватые – 1.0 м;

5) ритмичное переслаивание металаевролитов коричневых и серых микроволнисто-слоистых с трещинами усыхания и волновой рябью – 0.7 м;

6) строматолитовый доломит волнисто-слоистый светло-розовый в кровле с нодулями (0.03–0.05 м в поперечнике) белого кальцита, с прослоем темно-серого метасланца мощностью 0.3–0.8 м;

7) металаевролит доломитовый темно-серый до коричневого трещиноватый слоистый с линзой псаммолита с гравием мощностью до 0.01 м, в породе отмечаются трещины усыхания – 0.8 м;

8) ритмичное переслаивание металаевролитов серых, коричневых, голубовато-серых, пятнистых плитчатых трещиноватых со знаками ряби, в кровле волнисто-слоистых – 4.4 м;

9) строматолиты, волнисто-слоистые серые с ячеистой текстурой и флексуроподобными перегибами слоев амплитудой до 0.1–1.1 м;

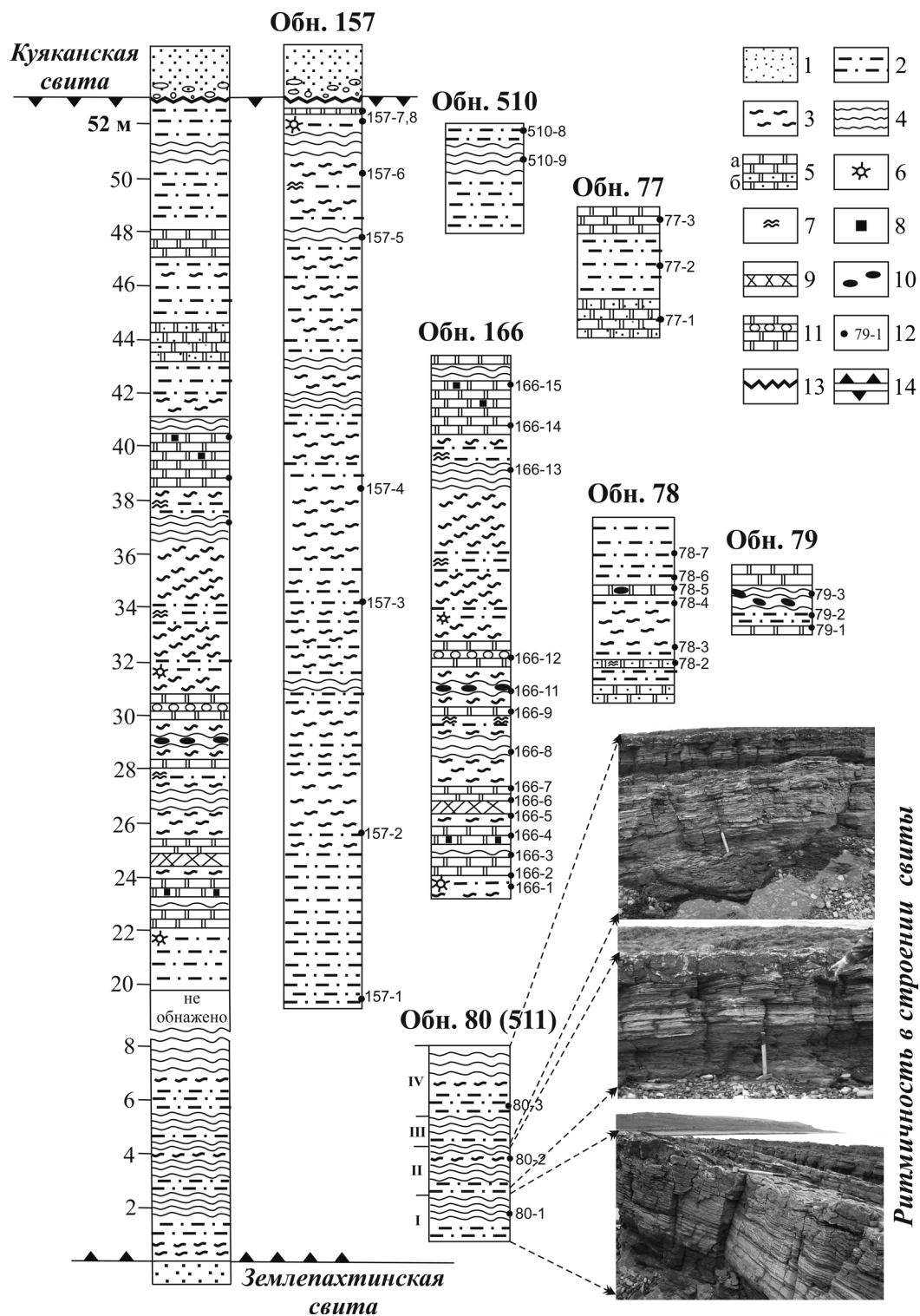


Рис. 3. Сводный разрез каруярвинской свиты и разрезы некоторых обнажений.

1 – метапесчаники; 2 – метаалевролиты; 3 – метасланцы; 4 – пластовые строматолиты; 5 – доломит (а), алевритовый доломит (б); 6 – трещины усыхания; 7 – волновая рябь; 8 – пирит; 9 – согласные прожилки кальцита; 10 – нодулы кальцита; 11 – доломит с прослоем гравия; 12 – место взятия и номер пробы; 13 – угловое несогласие; 14 – граница свиты.

Fig. 3. Summary section of Karuyarvinskaya suites and some outcrops.

1 – metasandstones; 2 – metaaleurolites; 3 – metashales; 4 – bedded stromatolites; 5 – dolomite (a), silt dolomite (b); 6 – dry cracks; 7 – wave ripples; 8 – pyrite; 9 – accordant calcite veins; 10 – calcite nodules; 11 – dolomite interbedded with gravel; 12 – the place of sampling, sample number; 13 – angular unconformity; 14 – boundary of the suites.

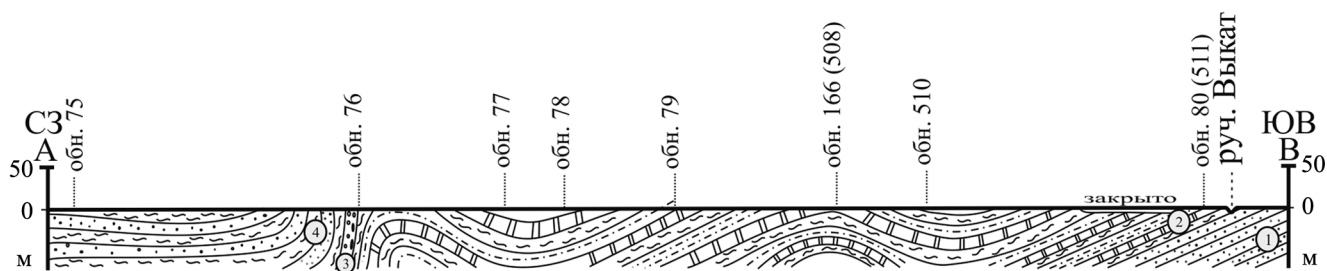


Рис. 4. Геологический разрез каруярвинской свиты вдоль северо-восточного побережья п-ова Средний (построил Н.Ф. Иванов по полевым наблюдениям).

Условные обозначения см. рис. 3.

Fig. 4. Geological section Karuyarvinskaya suites along the Northeast coast of Sredny Peninsula (field observations of N.F. Ivanov).

Symbols see fig. 3.

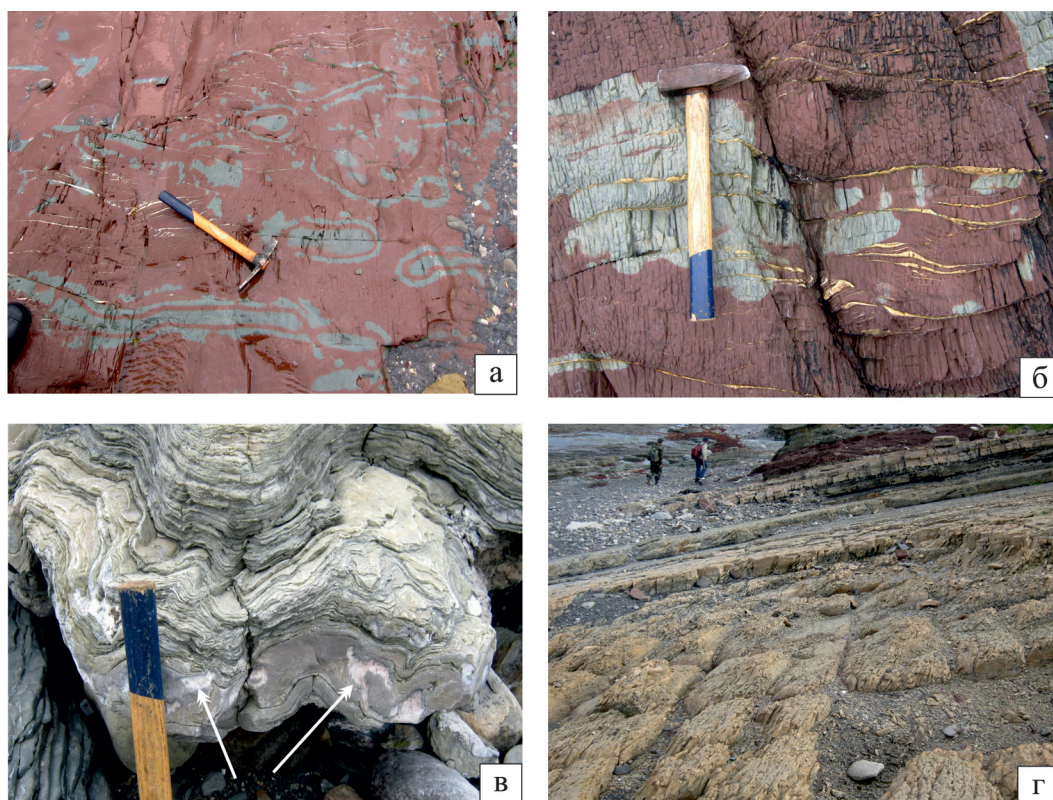


Рис. 5. Терригенно-карбонатные породы каруярвинской свиты.

а – пятнистые метаалевролиты (обн. 509); б – пятнистые метаалевролиты с прожилками карбоната желтой окраски (обн. 509); в – пластовые строматолиты с гнездами белого кальцита (указаны стрелками) (обн. 508); г – подушечная отдельность в доломитах (обн. 509).

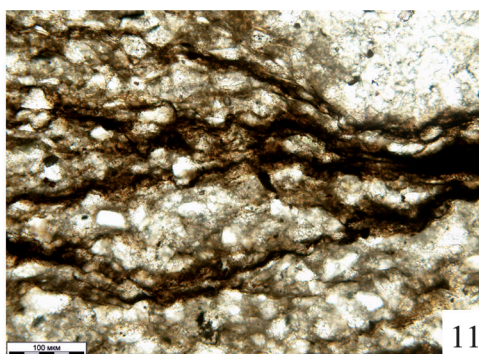
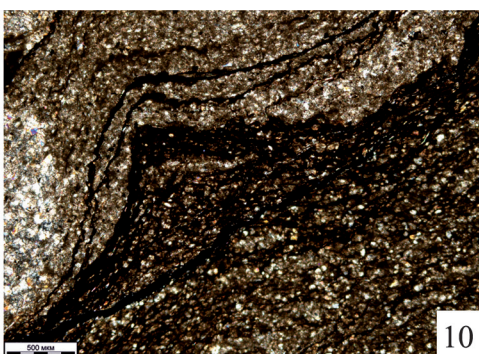
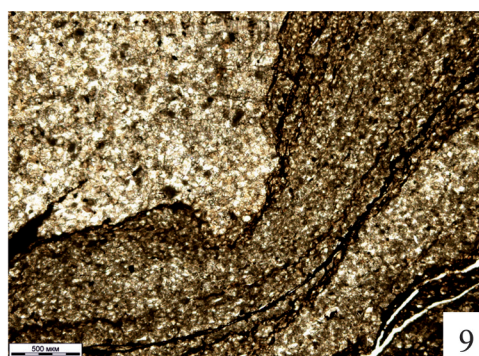
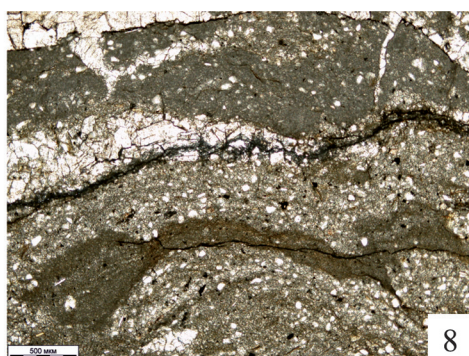
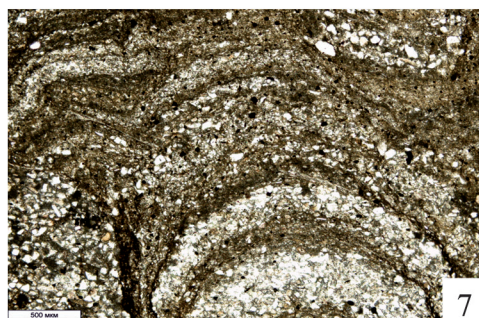
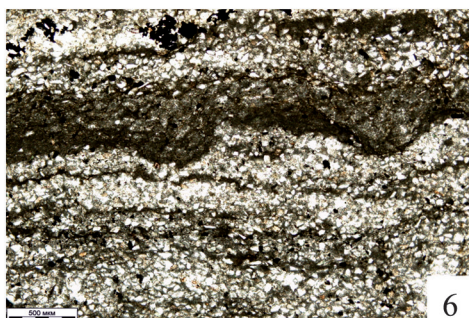
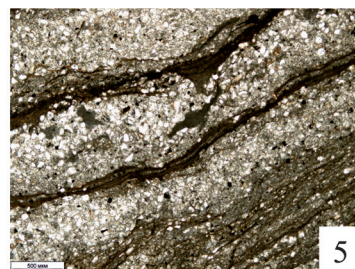
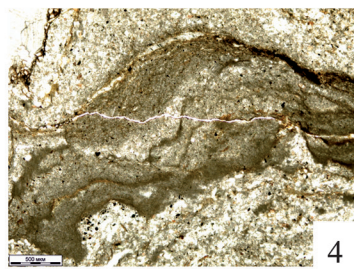
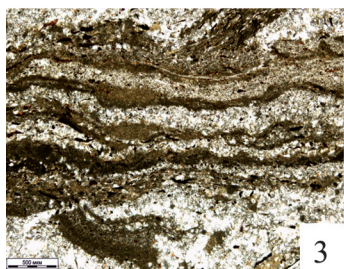
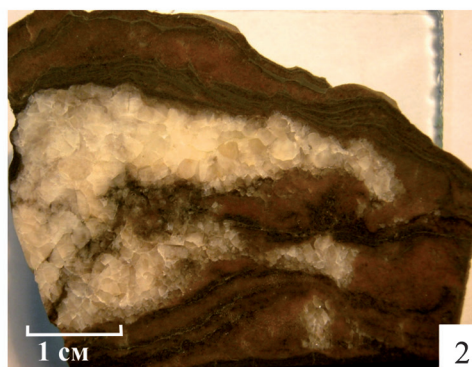
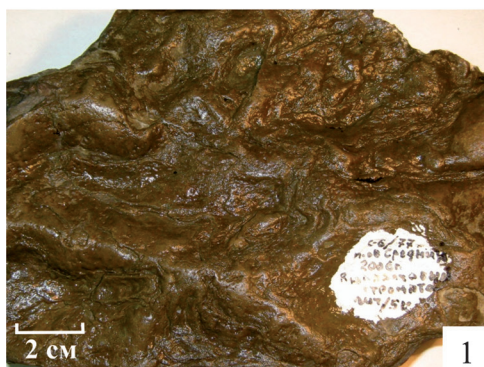
Fig. 5. Terrigenous-carbonate rocks of Karuyarvinskaya suite.

а – spotted metaaleurolite (outcrop 509); б – spotted metaaleurolite veined with yellow carbonate (outcrop 509); в – layer stromatolites with nests of white calcite (indicated by arrows) (outcrop 508); г – pillow jointing of the dolomites (outcrop 509).

10) строматолитовые доломиты коричневые, голубовато-серые волнисто-слоистые с алевритовыми прослоями мощностью до 0.2 м, со стяжениями пирита – 5.0 м.

Протяженность обнажения от ядра складки (слой 2) в направлении к устью руч. Выкат составила около 570 м, истинная мощность изученной части разреза около 19 м.

Таблица I



Фациальное изменение каруярвинской свиты происходит в направлении водораздела (к западу) от руч. Выкат. Здесь терригенно-карбонатные трехчленные ритмы, характерные для побережья, сменяются преимущественно терригенными пачками, представленными переслаиванием крупнозернистых метаалевролитов и сланцев.

Обн. 157 располагается на левом берегу руч. Выкат, в 4.0 км выше устья. Здесь нижний контакт с землепахтинской свитой не вскрыт (он изучен только в устье ручья), но обнажен верхний контакт с метапесчаниками куяканской свиты (см. рис. 3). Разрез каруярвинской свиты представлен пестроцветной микрослоистой толщей (снизу вверх):

1) пачка переслаивания пестроцветных плитчатых метаалевролитов и сланцев (светло-желтых, коричневых, зеленовато-серых) с прослоями до 2 м метаалевролитов серых, голубовато-серых; породы сильно выветрелые, доведены до состояния дресвы и алевроита – 20 м;

2) аналогичная пачка переслаивания с прослоями серых метаалевролитов (возможно, строматолитов), микроволнистослоистых (мощность прослоев до 1.5 м), на поверхностях наложения отмечаются трещины усыхания; в верхней части залегает прослой серого доломита мощностью до 0.05–16 м.

Общая мощность изученного разреза составляет около 36 м. Выше залегает 20-метровая пачка метапесчаников с гравием и мелкой галькой кварца, относящихся к куяканской свите (см. рис. 3).

ПЕТРОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОРОД

При изучении пород каруярвинской свиты в полевых условиях они описывались нами как осадочные (как и многими предыдущими исследователями), но в дальнейшем, при детальном изучении шлифов, были обнаружены признаки, которые по-

зволяют характеризовать эти породы как метаморфические первично осадочные, измененные процессами гипергенеза.

Метапесчаники в разрезе каруярвинской свиты, как было отмечено выше, встречаются крайне редко. Окраска их серая, розовато-серая, породы очень плотные. По составу они полевошпатово-кварцевые неравномернозернистые. Структура бластопсаммитовая и псаммитовая. Широко развиты структуры растворения под давлением (конформные, инкорпорационные), редки структуры рекристаллизационно-грануляционного бластеза (рис. 6). Текстура однородная, слоистая, реже линзовидно-слоистая. Форма обломочных зерен от оскольчато-угловатой до угловато-лапчатой. Часто наблюдаются реликты кварцевитовой зубчатой структуры, регенерация кварцевых зерен, участками они корродированы, тогда как полевошпатовые зерна пелитизированы. Широко проявлено волнистое погасание зерен. Обломки полевых шпатов представлены плагиоклазами и калиевым полевым шпатом. Также отмечаются отдельные идиобласты мусковита и биотита, обломки микрокварцитов и рудная вкрапленность. Иногда в метапесчаниках можно наблюдать отдельные прослои (до 3.0 мм), состоящие из параллельно ориентированных линзочек микрокристаллического хлорита. Длина линзочек от 0.12 до 0.6–1.5 мм, ширина их изменяется от 0.12 до 0.54 мм. Контуров их нечеткие, нарушены обломочными зернами, часто обрывчатые. В большинстве случаев цемент в породе кальцитовый, перекристаллизован (полисинтетические двойники), поровый до базального и составляет 10–20% площади шлифа. Участками кальцитовый цемент сменяется серицит-хлоритовым или регенерационно-кварцевым.

Метаалевролиты темно-серые, зеленовато-серые, коричневатокрасные по составу олигомиктовые, реже полевошпатово-кварцевые крупно-

Таблица I. Продольное сечение *Stratifera* aff. *flexurata* Kom., характер наложения и микроструктура. Каруярвинская свита рифея п-ова Средний, кильдинская серия. Побережье губы Большая Волоковая.

1 – поверхность напластования строматолитов (чередование бугорков и впадин), штуф 77-5К, вид сверху;
2 – пластовый строматолит с линзочками белого кристаллического кальцита, аншлиф 77-5К, вертикальное сечение;
3–8 – микроструктура пластовых строматолитов: 3, 4 – шлиф 77-5К; 5 – шлиф 511-3; 6, 7 – шлиф 166-3; 8 – шлиф 166-3. (режим съемки: 3, 5–8 – без анализатора; 4 – николи скрещены);
9–11 – ячеистое строение талломов (черное): 9 – шлиф 77-4К, без анализатора; 10 – шлиф 77-4К, николи скрещены; 11 – шлиф 508-1, без анализатора.
Масштабный отрезок для фотографий шлифов 500 мкм (3–10) и 100 мкм (11).

Table I. Longitudinal section *Stratifera* aff. *flexurata* Kom., character layers and microstructure of Karuyarvinskaya suite Riphean Sredny Peninsula, Kilda series. Coast Large Volokovaya Lip.

1 – the surface strata of stromatolites (alternating bumps and hollows), piece 77-5K, view from above;
2 – bedded stromatolite with small lenses of white crystalline calcite, 77-5K, vertical polished section;
3–8 – microstructure of bedded stromatolites: 3, 4 – thin section 77-5K, 5 – thin section 511-3; 6, 7 – thin section 166-3; 8 – thin section 166-3 (shooting mode: 3, 5–8 – without analyzer; 4 – nicols crossed);
9–11 – cellular structure of thallus (black): 9 – thin section 77-4K without analyzer, 10 – thin section 77-4K, nicols crossed, 11 – thin section 508-1 without analyzer.
The scale interval for photographs of sections 500 microns (3–10) and 100 microns (11).

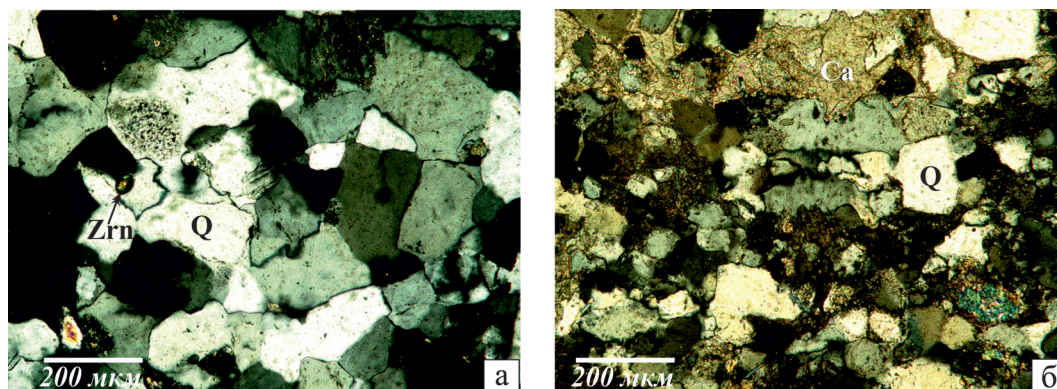


Рис. 6. Структуры метапесчаников каруярвинской свиты.

а – конформные и инкорпорационные структуры; б – коррозионный карбонатный цемент. Шлиф 166–22. Состав обломков: Q – кварц, Zrn – циркон, Ca – кальцит. Никולי скрещены.

Fig. 6. Structure metasandstones of Karuyarvinskaya suite.

а – conformal and incorporation structures; б – corrosive carbonate cement. The composition of the detritus: Q – quartz, Zrn – zircon, Ca – calcite. Thin section 166–22. Nicols crossed.

среднезернистые. Так же, как и в метапесчаниках, широко проявлены конформные и инкорпорационные структуры (рис. 7а). Текстура однородная, реже слоистая, линзовиднослоистая, участками сланцеватая. Кластический материал представлен кварцем (до 80%), зернами полевых шпатов, лейстами мусковита и биотита, обломками микрокварцитов и значительно измененных основных эффузивов. В зеленовато-серых метаалевролитах повсеместно отмечается тонкозернистая вкрапленность пирита. Зерна кварца угловато-лапчатой формы. Участками они на контакте с карбонатным цементом корродированы, большинство зерен имеют волнистое погасание. Обломки полевых шпатов преимущественно представлены угловато-округленными зернами микроклина, которые часто пелитизированы и имеют буроватую окраску. Нередко наблюдается хлоритизация и обесцвечивание биотитовых лейст. Следует отметить, что кроме аллотигенного биотита в породе присутствует новообразованный биотит в виде удлинённых изогнутых лейст (длина 0.2–0.4 мм, ширина до 0.02 мм), развивающихся по первичному глинисто-карбонатному цементу (рис. 7в, г). На метаморфогенную природу биотита указывают следующие признаки: идиоморфизм лейст, их длина в несколько раз превышает размер обломочных зерен, наблюдаются участки развития биотита по цементу. В некоторых участках субпараллельно ориентированные лейсты биотита придают породе сланцеватую текстуру. Цемент по минеральному составу сложный, меняется от регенерационно-кварцевого (1–2%), хлорит-серицитового до биотит-серицит-хлоритового (до 30%), кальцитового (до 40%), тонкозернистого, перекристаллизованного. При гипергенном изменении он преобразуется в красноокрашенный микро-

зернистый гематитовый субстрат. По заполнению цемент изменяется от пленочного до базального. Кластогенные акцессорные минералы представлены в основном цирконом, турмалином и сфеном. Среди аутигенных минералов отмечается обилие пирита.

В метаалевролитах можно выделить две разновидности прослоев: доломитовые и серицит-хлоритовые. Их толщина изменчива, на отдельных участках они выклиниваются и имеют линзовидное строение. Внутри доломитовых прослоев наблюдаются темные нитевидные обрывки (длина до 0.2 мм, ширина до 0.02 мм), которые сходны с нитевидными образованиями спутанно-волоконного строения, обнаруженными в пластовых строматолитах (см. табл. I, рис. 9–11). Присутствие обрывков таких нитей в составе доломитовых прослоев указывает, скорее всего, на их водорослевую природу.

Первичная окраска метаалевролитов была сероцветной, что соответствовало восстановительным условиям осадконакопления и подтверждается частой тонкозернистой вкрапленностью пирита. В дальнейшем, при попадании пород в субаэральные поверхностные условия, происходило интенсивное окисление железа и породы приобретали бордово-красную окраску.

Согласно данным рентгено-структурного анализа, в метаалевролитах установлены следующие минералы: Fe-хлорит, слюда (преобладает), незначительное количество смешанослойной фазы типа слюда-сметит и слюда-хлорит, кварц, альбит, доломит. По заключению исполнителя анализа Ю.С. Симаковой, слюда имеет триоктаэдрический характер. Соотношение четных и нечетных отражений хлорита указывает на высокое содержание

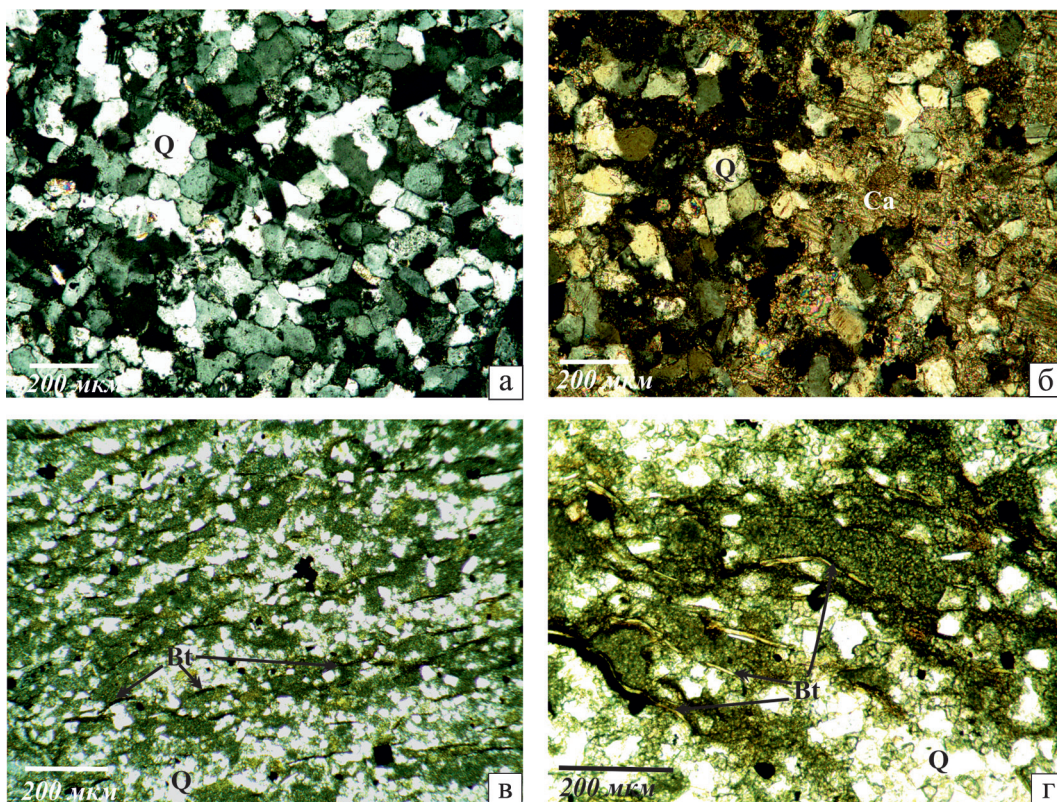


Рис. 7. Структуры метаалевролитов каруярвинской свиты.

а – конформные и инкорпорационные структуры в разнозернистом метаалевролите, шлиф 157-1; б – коррозионный карбонатный цемент, шлиф 166-9; в, г – удлиненные, ориентированные лейсты новообразованного биотита, развивающиеся по карбонатному цементу, шлиф 166-23. Q – кварц, Bt – тонкие новообразованные лейсты биотита, Ca – кальцит; темные участки (в, г) – доломитовый цемент. а, в, г – без анализатора; б – николи скрещены.

Fig. 7. Structure metaaleurolites of Karuyarvinskaya suite.

а – conformal and incorporation structure in variegated metaaleurolite, thin section 157-1; б – corrosive carbonate cement, thin section 166-9; в, г – elongated oriented of newly biotite laths developing on carbonate cement, thin section 166-23. Q – quartz, Bt – the newly formed thin laths of biotite, Ca – calcite; darker areas (в, г) – dolomite cement. а, в, г – without analyzer, б – nicols crossed.

в нем железа. Отметим, что в коричневато-красных метаалевролитах, испытавших наиболее интенсивное гипергенное воздействие (переход Fe^{2+} в Fe^{3+}), смешанослойная фаза отсутствует.

Результаты термического анализа согласуются с данными рентгено-структурного анализа. Термограммы зеленовато-серых и коричневато-красных метаалевролитов очень сходны за некоторым исключением. Четко выражен эндотермический эффект в интервале $50\text{--}120^\circ$, который свидетельствует о наличии низкотемпературной воды в этих породах. Эндотермический эффект сменяется экзотермическим в интервале $410\text{--}470^\circ$, где происходит окисление двухвалентного железа в структуре триоктаэдрических хлоритов. Этот экзотермический эффект переходит в интенсивный эндотермический в интервале $500\text{--}680^\circ$, который также характерен для железистых хлоритов. Последний эндотермический эффект в интервале $840\text{--}900^\circ$ соот-

ветствует карбонатам (кальцит, доломит). На термограмме коричневато-красного метаалевролита эндотермический эффект в интервале $410\text{--}470^\circ$ отсутствует, что свидетельствует о полном переходе Fe^{2+} в Fe^{3+} .

Содержание элементов-примесей в метаалевролитах было установлено методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (Карандашев и др., 2011). Определение элементов в образцах выполнено количественным методом с использованием эталонных растворов, содержащих от 1 до 500 мкг/л определяемых элементов. По результатам анализа можно выделить геохимическую ассоциацию элементов, содержание которых выше кларкового в 1.5 раза и более (%): хром – до 0.06, барий – до 0.4, никель – 0.04, железо – до 11, марганец – до 0.3, титан – до 0.7. Эти элементы относятся к двум важным геохимическим типам – сидерофильным и базальтофиль-

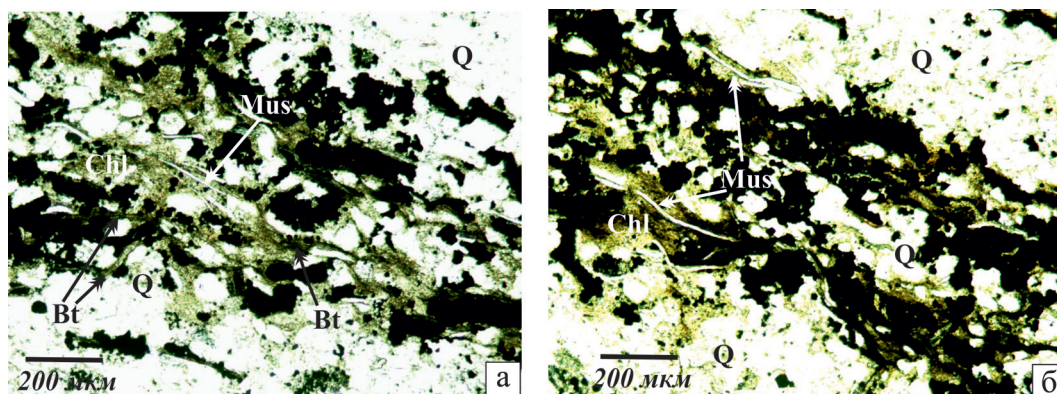


Рис. 8. Лепидобластовая структура и полосчатая сланцеватая текстура биотит-мусковит-хлоритовых сланцев каруярвинской свиты.

Шлиф 511-4. Q – кварц, Bt и Mus – новообразованные лейсты биотита и мусковита соответственно, Chl – хлорит, черные участки – углеродистое вещество с пиритовой минерализацией. Без анализатора.

Fig. 8. Lepidoblastic structure and banded texture of biotite-muscovite-chlorite schists Karuyarvinskaya suite.

Thin section 511-4. Without of analyzer. Q – quartz, Bt and Mus – newly formed laths of biotite and muscovite, respectively, Chl – chlorite, black areas – carbonaceous material with pyrite mineralization.

ным, которые характерны для магматических комплексов основного и ультраосновного состава. Повышенное содержание бария связано, скорее всего, с гидротермальной активностью в изучаемом регионе.

Алевритовые биотит-мусковит-хлоритовые сланцы известковистые темно-серой и зеленовато-черной окраски. Основная масса породы микрокристаллическая до тонкочешуйчатой, текстура полосчатая, сланцеватая (рис. 8). Минеральный состав пород: кварц и альбит (размер индивидов до 0.15 мм, содержание от 30% в светлых прослоях и до 95% в темных); железистый хлорит (30–70%); лейсты кластогенного мусковита (0.05–0.15 мм, 3–5% в составе светлых прослоев); лейсты новообразованных мусковита и биотита, развивающиеся по хлоритовому матриксу (0.2–0.35 мм, 5–10%). Ориентированные лейсты новообразованных биотита и мусковита в составе темных хлоритовых прослоев придают породе лепидобластовую структуру. Тонкие (до 0.02 мм) лейсты биотита огибают зерна кварца, разветвляются и придают темным прослоям волокнистое строение, в то время как лейсты мусковита всегда субгоризонтально ориентированы. Следует отметить, что удлиненные лейсты и мусковита, и биотита всегда приурочены только к темным хлоритовым прослоям в сочетании с пиритовой минерализацией, что указывает на их метаморфогенную природу. В составе светлых прослоев можно видеть лишь отдельные лейсты обломочного мусковита размером до 0.1 мм. В субстрате сланцев наблюдаются нитевидные, субпараллельные образования (тяжи) углеродистого вещества толщиной от 0.02 до 0.06 мм, сопровождаю-

щиеся скоплениями мелкокристаллического пирита (см. рис. 8). В большинстве случаев наблюдается окисление и гидратация как этих образований, так и пирита, замещение их тонкодисперсными гидроксидами железа. Сланцы рассечены трещинами, по которым наблюдается сильная гематитизация, в некоторых случаях в них кристаллизуется кварц или кальцит.

Согласно данным рентгено-структурного анализа, в сланцах установлены следующие минералы: Fe-хлорит, слюда, кварц, альбит и доломит, что хорошо согласуется с результатами изучения шлифов.

На термограмме черных сланцев четко выражен эндотермический эффект с незначительной амплитудой в интервале 50–110°, который сменяется экзотермическим в интервале 390–500° – окисление двухвалентного железа в структуре триоктаэдрических хлоритов. Этот эффект переходит в интенсивный эндотермический 520–680°. В интервале 860–930° проявлен последний эндотермический эффект с небольшой амплитудой, который соответствует карбонатам (кальцит, доломит). Таким образом, термограмма сланцев по основным эндо- и экзотермическим эффектам соответствует термограмме металавровитов, что указывает на сходный вещественный состав основного субстрата.

Геохимическая ассоциация элементов-примесей в черных сланцах аналогична ассоциации, обнаруженной в металавровитах. Изменяется лишь последовательность элементов-примесей, содержание которых превышает кларковое в 1.5 раза и более (%): никель – до 0.04, хром – до 0.04, железо – до 11.3, титан – до 0.73, барий – до 0.1.

Карбонатные породы представлены тонкозернистыми алевритистыми доломитами от серой до желтовато-серой окраски. Эти породы составляют, как уже отмечалось, верхнюю часть трехчленных ритмопачек в составе каруярвинской свиты. К карбонатным пачкам приурочены биостромы пластовых строматолитов, которые четко выделяются благодаря тонкой слоистости и бугристой поверхности (рис. 9). При изучении шлифов прослеживается микрослоистая, полосчатая и линзовидная текстуры. Иногда наблюдается неравномерная гематитизация слоев; отмечаются линзочки перекристаллизованного кальцита, который иногда образует целые прослои и заполняет секущие трещины (рис. 10).

СИСТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ*

Тип ПЛАСТОВЫЕ СТРОМАТОЛИТЫ

Группа STRATIFERA KOROLJUK, 1960

Форма *Stratifera* aff. *flexurata* Komar

Табл. I, рис. 1–11

Голотип формы. Обр. 3577/14, ГИН РАН, 1966, с. 90, табл. XII, 1–4; Анабарский массив, р. Котуйкан, верхняя подсвита котуйканской свиты, нижний рифей.

Диагноз. Стратифера с унаследованными флексуорообразными перегибами слоев и простейшей (полосчатой) микроструктурой.

Описание. Биогермы в виде пластов мощностью 0.5–1.5 м, прослеживающиеся на сотни метров (в обн. 166 образуют биостромы на протяжении 200 м). В вертикальном сечении постройки, благодаря наличию резких унаследованных флексуорообразных изгибов слоев, сопровождающихся уменьшением толщины, создается впечатление о наличии сближенных между собой столбиков. Однако каждый строматолитовый слой проходит через все предполагаемые столбики не прерываясь. Волнистые слойки с поверхности образуют чередующиеся пологие мелкие бугорки длиной 10, шириной 2 и высотой 1–1.5 см и впадины шириной 5–7 см. Форма продольного сечения бугорков самая разнообразная: округлая, эллипсовидная, С-образная и др.

Слоистость и микроструктура слойков. Слоистость четкая. Толщина каждого слойка между зонами изгиба выдержана, но несколько меняется от слойка к слойку. В зоне изгиба, ширина которой не превышает 1–2 мм, слойки резко подгибаются вниз и утончаются. Полого-выпуклые участки слойков (0.5–1 см), преобладают над полого-вогнутыми участками (0.1–0.8 см).

Микроструктура постройки определяется закономерным чередованием: 1) относительно темных



Рис. 9. обнажение 509.

а – пачки доломитов с пластовыми строматолитами; б – бугристая поверхность наложения пластовых строматолитов.

Fig. 9. Outcrop 509.

а – packs dolomite with layer stromatolites; б – uneven surface layers of stromatolites.

слойков, сложенных микрозернистым карбонатом, обогащенных углеродистым органическим веществом; толщина отдельного слойка выдерживается в пределах 0.03–0.1 мм; 2) более светлых слойков, сложенных микрозернистым карбонатом с обилием алевритовых зерен кварца от угловатой до угловато-лапчатой формы. Толщина слойков вне зон изгиба изменяется от 0.08 до 0.6 мм. Каждый слой выдержан по толщине и только в местах изгиба обычно резко утончается.

Сравнение. Коллекция образцов *Stratifera* aff. *flexurata* Komar, отобранная с п-ова Средний имеет некоторые отличия от голотипа формы: 1) различной шириной слойков, что может быть связано с перекристаллизацией первичной микроструктуры; 2) наличием обломочного материала в светлых слойках, вызванного активным гидродинамиче-

*Описание выполнено С.А. Анисимовой.

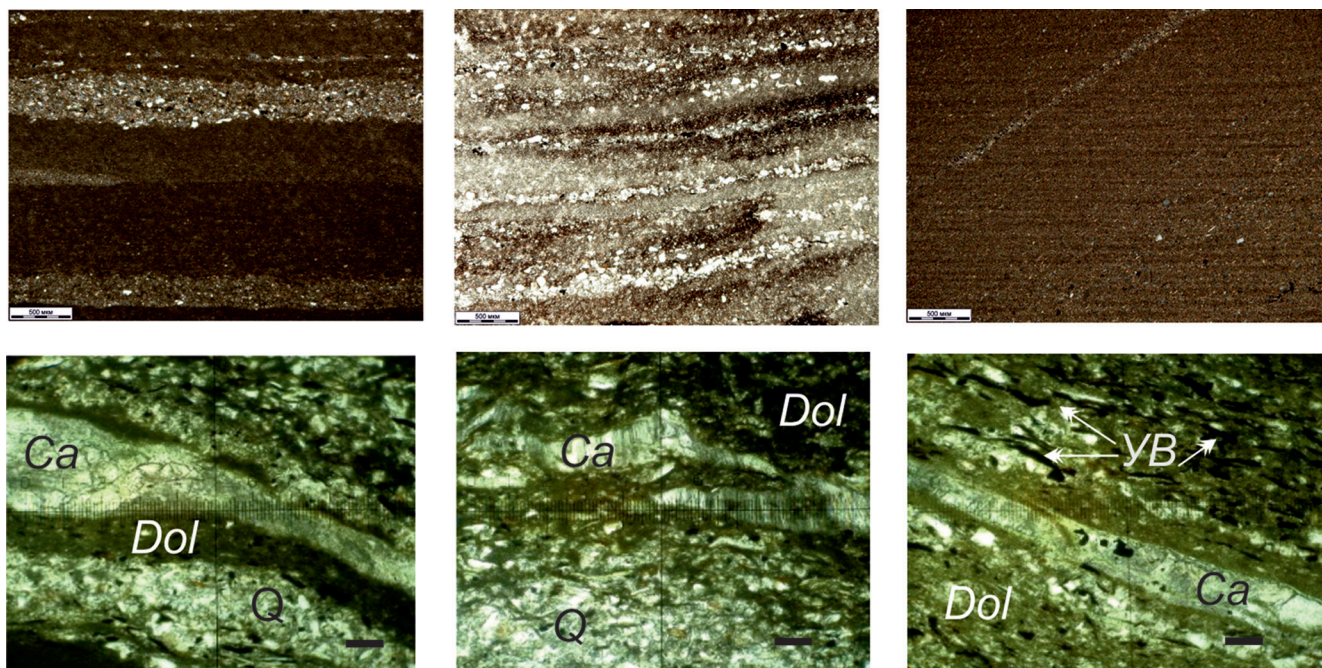


Рис. 10. Элементы текстуры карбонатных пород каруярвинской свиты.

Верхний ряд – полосчатая, слоистая текстура доломита (шлифы 166-1, 166-7, 166-2); николи скрещены (первая и третья фотографии) и без анализатора (вторая). Нижний ряд – прожилки и линзочки, выполненные кальцитом – элементы строматолитовой микроструктуры (шлифы 77-5K, 67-K, 77-5K); длина масштабной линейки 0.12 мм. *Ca* – кальцит, *Dol* – доломит, *Q* – кварц, *VB* – углеродистое вещество игольчатой формы; без анализатора.

Fig. 10. Elements of the texture of carbonate rocks of Karuyarvinskaya suite.

The top row – banded, layered texture dolomite (thin sections 166-1, 166-7, 166-2); nicols crossed (first and third photos) and without analyzer (second). The bottom row – streaks and little lens made by calcite – the elements of stromatolite microstructure (thin sections 77-5K, 67-K 77-5K); the length of the scale bar 0.12 mm, without of the analyzer. *Ca* – calcite, *Dol* – dolomite, *Q* – quartz, *VB* – needle-shaped carbon material; without analyzer.

ским режимом и привносом терригенного материала; 3) углеродистыми талломами в темных слоях, связанными с перекристаллизацией и значительными вторичными изменениями.

Сравнительный анализ с голотипом формы *Stratifera flexurata* Komar и с формой из умбельской свиты Прибайкальской зоны юга Восточной Сибири (Дольник, 2000) позволяет отнести изучаемую форму к *Stratifera aff. flexurata* Komar.

Материал. 27 образцов из 7 обнажений (77 (166), 78 (508), 79, 509, 80 (511), 510, 157), из каруярвинской свиты рифея п-ова Средний.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные данные свидетельствуют о том, что седиментация происходила в прибрежной зоне, возможно лагуне, с растущим строматолитовым рифом, в условиях литорали, в обстановке частого чередования периодов затопления и осушения. На это указывают ритмично построенные терригенно-карбонатные пачки с пластовыми строматолитовыми биостромами, знаки ряби, трещины усыха-

ния, псевдоморфозы по кристаллам галита и гипса. Кроме того, к кровле свиты приурочена остаточная красноцветная кора выветривания, на которой залегают базальные псефиты куяканской свиты с угловым несогласием.

Рассматриваемые разрезы каруярвинской свиты располагаются в пределах известной полосы рифейских строматолитовых формаций, которые обрамляют Восточно-Европейскую платформу с востока и северо-востока (Раабен, 2007). Их формирование фиксирует начало интенсивного прогибания и активизации тектонических процессов на перикратонной окраине платформы. Таким образом, определенное положение карбостромовых формаций позволяет использовать их для фиксации в позднедокембрийском палеотектоническом плане границы зон перикратонного опускания и миогеосинклинали (Оловянишников, 1997).

Практически полное отсутствие строматолитовых пачек в разрезах каруярвинской свиты на водоразделе п-ова Средний (обн. 157) и их ритмичное переслаивание вдоль побережья губы Большая Волоковая (обн. 80, 166, 76–79) указывают на небла-

гоприятный для строматолитообразования характер отложений свиты к западу (чередование алевроитовых и первично глинистых отложений).

Результаты проведенных исследований позволяют нам утверждать, что разрез каруярвинской свиты представлен осадочными породами, которые претерпели вторичные изменения до уровня зеленосланцевой фации метаморфизма. Для этой стадии характерны отличительные литолого-структурные особенности пород и определенный набор минералов-индикаторов, возникших в результате преобразования первичного вещества под влиянием термодинамических условий и гидрохимических особенностей среды. Главным отличием пород свиты служит широкое развитие конформных, инкорпорационных и лепидобластовых структур; перекристаллизация первичного глинисто-карбонатного цемента до биотит-серицит-хлоритового субстрата. Железистый и карбонатный цементы являются новообразованными по отношению к первичному составу пород. Преобразование пород до зеленосланцевой фации метаморфизма устанавливается по появлению биотита и мусковита, лейсты которых придают породе сланцеватую текстуру.

Последующее поднятие территории обусловило попадание пород каруярвинской свиты в зону гипергенеза с образованием коры выветривания. В результате возникли слюдисто-гематитовые породы, которые позднее размывались, а продукты размыва фиксировались в базальных псефитолитах вышележащей куяканской свиты в виде гальки красноцветных метаалевролитов подстилающих пород. При этом происходило разуплотнение и дезинтеграция метаморфизованных первично осадочных пород, трещинообразование и инфильтрация вниз по разрезу поверхностных вод, обогащенных кислородом. В дальнейшем на состояние пород каруярвинской свиты повлияли процессы оглеения по трещинам, благодаря восходящим сероводородным и углеводородным глубинным водам. Последние привели к проявлению сульфидной и антраксолитовой трещинной минерализации (Кочетков, Двоглазов, 2008).

Таким образом, каруярвинская свита с пластовыми строматолитами и четкими ритмами трансгрессивно-регрессивного характера рассматривается нами как важнейший реперный горизонт, отделяющий нижний литоконкомплекс рифеид (кильдинская серия) от верхнего (волоковая серия). Эти литоконкомплексы п-ова Средний сопоставляются нами с верхнедокембрийскими толщами четласко-быстринской (нижний литоконкомплекс) и аньюгско-джежимской (верхний литоконкомплекс) сериями Среднего и Южного Тимана. Корреляция рифейского осадочно-метаморфического комплекса п-ова Средний с таковым Южного Урала основывается на наличии двух основных рифейских ком-

плексов пород, разделенных поверхностью несогласия, а также на данных абсолютного возраста с привлечением биореферов. Обнаруженные в породах каруярвинской свиты пластовые строматолиты позволяют более уверенно провести корреляцию с осадочно-метаморфическими образованиями как юго-западной, так и северо-восточной структурно-формационными зонами Среднего Тимана в районе Четласского Камня и Цильменского Камня. Так, верхнедокембрийские осадочно-метаморфические толщи юго-западной СФЗ Четласского Камня состоят из литоконкомплексов четлаской и аньюгской серий (свиты). Из них четлаская серия объединяет три свиты (снизу вверх): светлинскую (темно-серые сланцы, переслаивающиеся с кварцито-песчаниками), новобобровскую (преимущественно сланцевая толща) и визингскую (ритмичное переслаивание кварцито-песчаников и сланцев). О.С. Кочетковым в аналогах пород визингской свиты на р. Мезенская Пижма были установлены биогермы из гигантских водорослей-сифоней, которые А.Г. Вологдиным названы *Timanella gigas* Vologdin. По-видимому, это были локальные рифовые постройки (Вологдин, Кочетков, 1966). Формирование пород этой серии происходило в мелководном морском бассейне, на отдельных этапах сменявшемся открытой лагуной, заливом или прибрежным озером (Плякин, 1972). Отсюда следует, что трансгрессивно-регрессивный цикл осадконакопления четлаской серии заканчивался мелководными отложениями с рифогенными постройками. Породы метаморфизованы не выше биотит-хлоритовой субфации зеленосланцевой фации (Кочетков, 1963; Плякин, 1972). О времени формирования отложений данной серии существуют различные представления. Т.В. Янкаускасом она датировалась средним рифеем (акритархи из визингской свиты), Б.В. Тимофеевым – средним-поздним рифеем (микрофоссилии из новобобровской свиты), Н.С. Михайловой, Н.Г. Пыховой – поздним рифеем-ранним вендом (Оловянишников, 1998). Авторы настоящей работы придерживаются мнения о среднерифейском возрасте четлаской серии (Кочетков, Иванов, 2009).

Сравнение четлаской серии Среднего Тимана с кильдинской серией п-ова Средний обнаруживает много общих черт. Сходство выражено в цикличности серий, фосфоритонности и охристой вкрапленности в отложениях землепахтинской и визингской свит, в завершении нижнего литоконкомплекса рифогенными постройками с последующим перерывом в осадконакоплении и с признаками остаточной и переотложенной коры выветривания в базальных горизонтах вышележащего второго литоконкомплекса, состоящего из образований куяканской, аньюгской и джежимской свит (рис. 11). Значительное литологическое сходство между разрезами кильдинской серии п-ова Средний и четлас-

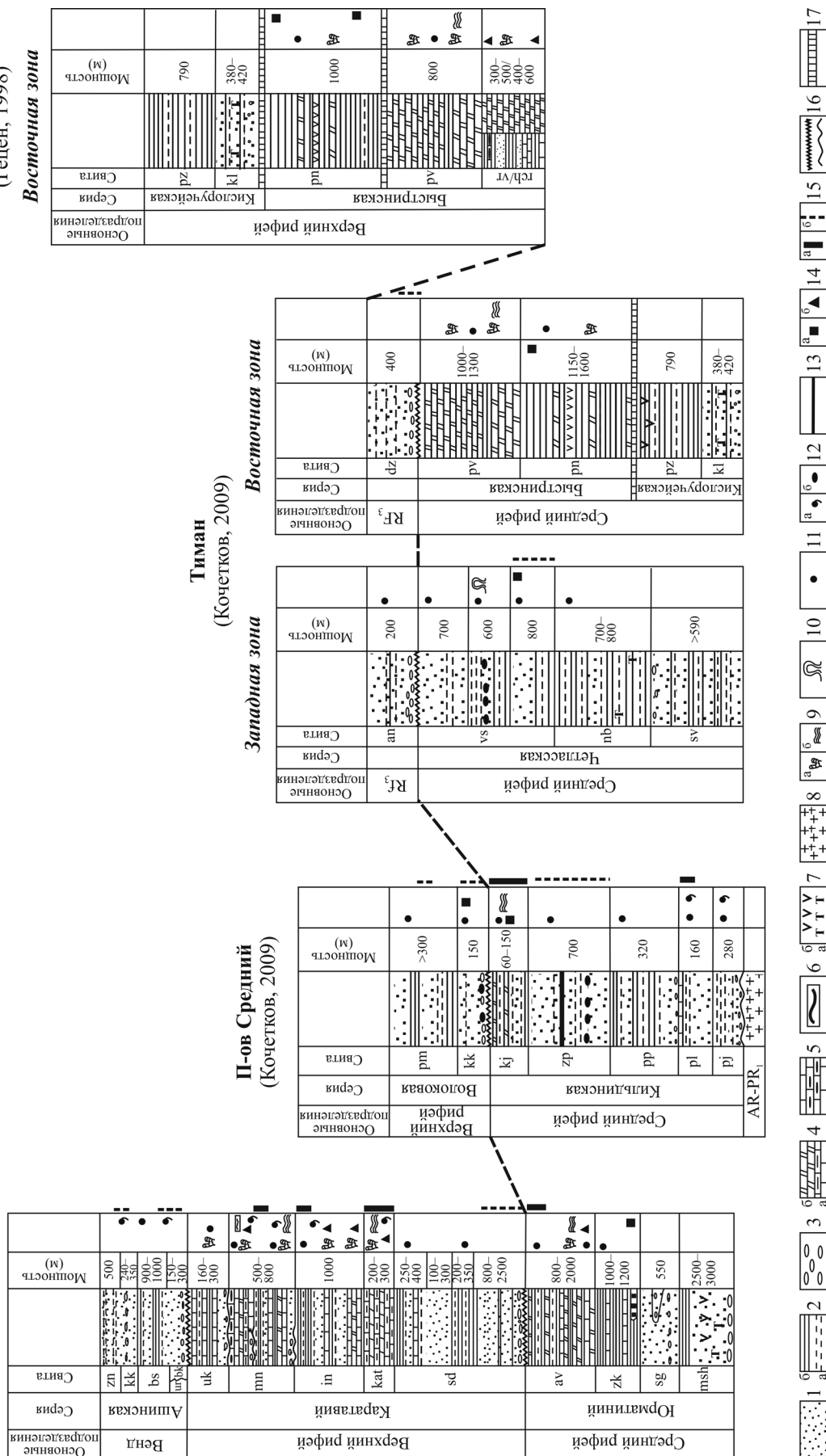


Рис. 11. Схема сопоставления верхнепротерозойских отложений Южного Урала (Башкирский антиклинорий), Среднего Тимана (Четласский Камень) и п-ова Средний (северное обрамление Кольского п-ова).

1 – кварцитопесчаники и песчаники; 2 – металавиролиты (а) и сланцы (б); 3 – конгломераты; 4 – известняки, глинистые известняки (а) и доломиты (б); 5 – известняки со стяжениями черных кремней; 7 – осадочно-вулканогенные породы (а) и метадиабазы (б); 8 – гранитоиды дорифейского основания; 9 – строениями черных кремней; 6 – узорчатые известняки; 12 – глауконит (а) и фосфоритовые стяжения (б); 13 – циркон-лейкоконовая минерализация; 14 – пирит (а), брекчированность пород (б); 15 – уровни развития пестроцветных отложений (а) и уровни проявления железа (б); 16 – несогласия: параллельное (внизу) и угловое (вверху); 17 – тектонические контакты. Обозначение серий и свит: Южный Урал – машакская, мш – юрматиний; мш – машакская;

sg – зигальтинская, zk – зигазино-комаровская, av – авзянская свиты; каратавий: sd – зильмердакская, kat – катавская, in – инзерская, mn – миньярская, uk – укская свиты; ашинская серия: bk/ur – бакеевская/урукская, bs – басинская, kk – кукарская, zn – зиганская. П-ов Средний – кильдинская серия: pj – пярярвинская, pl – палвинская, pp – поропелонская, zp – землепахтинская, kj – каруярвинская свиты; волоковская серия: kk – куяканская, pm – пуманская свиты. Средний Тиман, юго-западная зона, четласская серия: sv – светлинская, nb – новобобровская, vs – визингская свиты; аньюгская серия: an – аньюгская свита; Средний Тиман, северо-восточная зона – кислоручейская серия: kl – клеоновская, pz – пажемская свиты; быстринская серия: tch/vr – ронутская /ворыквинская, rp – паунская, pv – павьюгская, dz – джежимская свиты.

Fig. 11. Comparison of Upper Proterozoic deposits of the Southern Urals (Bashkirian anticlinorium), Middle Timan (Chetlass Stone), Sredny Peninsula (north framing Kola Peninsula).

1 – quartzitic sandstone, sandstone; 2 – metaaleurolite (a) and shale (b); 3 – conglomerates; 4 – limestones, argillaceous limestones (a) and dolomites (b); 5 – limestone with nodules of black chert; 6 – patterned limestone; 7 – sedimentary-volcanic rocks (a) and metadiabases (b); 8 – granitoids of Pre-Riphean base; 9 – columnar (a) and bedded (b) stromatolites; 10 – gigantic siphons; 11 – microfossils; 12 – glauconite (a) and phosphorite (b) concretions; 13 – zircon-leucogene mineralization; 14 – pyrite (a), brecciated rocks (b); 15 – levels of variegated deposits (a) levels and manifestations of iron hydroxides (b); 16 – disagreement: parallel (bottom) and angular (top); 17 – tectonic contacts. Designation of series and suites: the Southern Urals – Yurmaty: msh – Mashakskaya, sg – Zigazino-Komarovskaya, av – Avzyanskaya suites; Karatav: sd – Zilmerdaskaya, kat – Katavskaya, in – Inzerskaya, mn – Minyarskaya, uk – Ukskaya suites; Asha series: bk/ur – Bakeevskaya/Urukskaya, bs – Basinskaya, kk – Kukkaraukskaya, zn – Ziganskaya. Sredny Peninsula – Kilda series: pj – Pyaryarvinskaya, pl – Palvinskaya, pp – Poropelonskaya, zp – Zemlepahtinskaya, kj – Karuyarvinskaya suites; Volokovaya series: kk – Kuyakanskaya, pm – Pumanskaya suites. Middle Timan, south-western area of Chetlasskaya series: sv – Svetlinskaya, nb – Novobobrovskaya, vs – Vizingskaya suites; Anyugskaya series: an – Anyugskaya suites; Middle Timan, the north-eastern zone – Kisorucheyevskaya series: kl – Kleonovskaya, pz – Pizhemskaya suites; Bystrinskaya series: tch/vr – Rochugskaya/Vorykvinskaya suites, pn – Paunskaya, pv – Pavyugskaya, dz – Dzhzhzhinskaya suites.

ской серии Среднего Тимана было также отмечено В.Г. Геценным (1987).

Аньюгская свита была выделена на Среднем Тимане Э.А. Кальберг в 1939 г. как толща кварцитопесчаников с пачками темно-серых сланцев, прослоями гравелитов и конгломератов, залегающих с разрывом и угловым несогласием на породах четласской свиты (Кальберг, 1948). При этом мощность базальных конгломератов достигает 20 м (Оловянишников, 1998). Она рассматривалась в качестве возможного аналога джежимской свиты Южного Тимана и зильмердакской каратавской Южного Урала (Кочетков, 1963; Верхний докембрий..., 1986). Эту свиту в разные времена датируют от среднего рифея до венда включительно (Кочетков, 1963; Плякин, 1972; Верхний докембрий..., 1986; Рифей и венд..., 1987; Оловянишников, 1998). Аньюгская свита сопоставляется нами с куяканской п-ова Средний. На это указывают следующие факты: 1) резкое угловое несогласие между нижележащим средне(?)–верхнерифейским литокомплексом (кильдинская серия) и вышележащим верхнерифейским – куяканская свита; 2) наличие в основании разрезов второго литокомплекса базальных конгломератов с признаками остаточной и переотложенной красноцветной коры выветривания предкуяканского времени; 3) резко различная степень вещественного преобразования пород нижележащего и вышележащего литокомплексов. Таким образом, сопоставление охарактеризованных разрезов юго-западной зоны на п-ове Средний и Четласском Камне Среднего Тимана свидетельствует о наличии двух литокомплексов, отделенных друг от друга угловым несогласием. Нижний мы относим к среднему рифею, верхний – к верхнему рифею.

В разрезе Южного Урала (Башкирское поднятие) на отложения юрматинской серии (средний рифей), которую завершает карбонатная авзянская свита (800–2000 м), с разрывом и угловым несогласием залегают породы каратавской серии. В составе последней выделяют пять свит (снизу вверх): зильмердакскую, катавскую, инзерскую, миньярскую и укскую (см. рис. 11). Авзянская свита разделена на шесть подсвит, при этом первая, третья и пятая (снизу) слагаются известняками, доломитами и их переходными разностями, часто со строматолитами II (среднерифейского) уровня, где кроме столбчатых форм определены и пластовые – *Stratifera flexurata* Kom. – и проходящие из нижнего рифея *Thesaurus macrotomus* Vlas. и *Cyatotes phorbadicia* Vlas. (Стратотип рифея..., 1982; Маслов и др., 2002). Вторая и четвертая подсвиты представлены в основном глинистыми и углеродистоглинистыми сланцами, алевролитами и реже песчаниками (Маслов и др., 2002). Шестая, тюльменская, подсвита слагается переслаивающимися пестроокрашенными терригенными и карбонатными

ми породами мощностью 100–150 м (Беккер и др., 1979). Изотопный возраст минералогически не изученного глауконита из пород авзянской свиты (К-Аг метод) составляет порядка 1220 млн лет (Маслов и др., 2002). В этой же работе указано, что между временем накопления терригенно-карбонатных и терригенных образований авзянской и зильмердакской свит мог существовать перерыв длительностью до 100–150 млн лет.

Нижний возрастной предел каратавия определяется минимальным изотопным возрастом кластогенных цирконов из песчаников, залегающих в самой нижней части разреза серии (бирьянская подсвита зильмердакской свиты), и составляет 1070 млн лет (Стратиграфические схемы..., 1993). Минимальный возраст обломочного циркона из нижней части куканской свиты (основание волоковой серии) п-ова Средний 1063 ± 70 млн лет (Михайленко и др., 2014) что свидетельствует, скорее всего, об одновозрастности вмещающих пород. Таким образом, мы признаем возможность проведения корреляции между юматинской серией Южного Урала и кильдинской серией п-ова Средний, а вышележащей каратаусской серии (зильмердакская свита) с куканской свитой п-ова Средний, аныюгской свитой Среднего Тимана и джежимской свитой Южного Тимана (см. рис. 11).

В прежних схемах (Кочетков, 1963 и ссылки в ней) показано, что аныюгская свита залегает выше быстринской серии и не рассматривается в составе последней (см. рис. 11). В современной схеме быстринская серия включает (снизу вверх) аныюгскую, рочугскую, павьюгскую и паунскую свиты. По комплексу микрофоссилий (Верхний докембрий..., 1986; Оловянишников, 1998) и столбчатых строматолитов (Раабен, 1975; 2007) серия отнесена к верхнему рифею, с чем трудно согласиться, учитывая данные по абсолютному возрасту силла конга-диабазы, прорывающего карбонатно-сланцевую толщу в северо-восточной структурно-формационной зоне Среднего Тимана (Четласский Камень).

О.С. Кочетков (1963) считал, что по стратиграфическому положению обнаруженные им в составе визингской свиты рифогенные постройки, сложенные гигантскими сифонейми, соответствуют рифам павьюгской свиты северо-восточной зоны на Тимане (быстринская серия), но имеют более прибрежный и локальный характер. Четласская серия отнесена им к среднему рифею, а вышележащая аныюгская свита – к верхнему (см. рис. 11). О.С. Кочетков при отнесении быстринской серии к нижнему(?)–среднему рифею руководствовался наиболее древней датировкой возраста конга-диабазы из слабоизмененной срединной части силла, прорывающего породы серии (в пределах переходного интервала от паунской к павьюгской свите, правый берег р. Бобровой, в 1.5 км ниже впадения в нее р. Правой

Бобровой) – 1495–1500 млн лет (два определения) (Вологдин, Кочетков, 1966). В более поздних работах были опубликованы новые данные по этому же силлу: 1470–985 млн лет (по девяти образцам) (Мальков и др., 1971) и 1416–1040 млн лет (Акимова, 1980). Появление более молодых датировок О.С. Кочетков объясняет утечкой аргона в направлении к верхнему и нижнему контактам силла. Кроме этого, в пользу предположения о наличии на Тимане среднерифейских комплексов служит Rb-Sr датировка диабазы, рвущего протерозойские отложения (1100 ± 39 млн лет, по В.Л. Андреичеву (2009)), и сообщение о новой Rb-Sr датировке диоритов из скв. 21-Палью – 1370 ± 20 млн лет. Хотя следует указать, что Pb-Pb возраст цирконов этих диоритов составил 560 ± 15 млн лет (Пучков, 2010). Принимая во внимание полученные К-Аг и Rb-Sr датировки, можно предположить, что прорываемые указанными магматическими породами комплексы на Тимане должны иметь среднерифейский возраст (Кочетков, Иванов, 2009; Андреичев, 2009; Пучков, 2010).

ВЫВОДЫ

1. Рифейский разрез каруярвинской свиты п-ова Средний представлен пестроцветными карбонатно-терригенными породами, которые сформировались преимущественно в зоне литорали.

2. Повторяемость хорошо структурированных трехметровых циклов в разрезе свиты свидетельствует о важной роли кратковременных эвстатических колебаний уровня моря в период осадконакопления.

3. В составе каруярвинской свиты впервые обнаружены биостромы пластовых строматолитов *Stratifera* aff. *flexurata* Kom., которые подтверждают существование в рифейское время на периферии Восточно-Европейской платформы единой карбостромовой (рифогенной) формации (Полюдов Кряж–Тиман–п-ов Канин–о-в Кильдин–п-ов Средний–п-ов Варангер), протяженностью около 2500 км.

4. Результаты минералого-петрографических исследований позволяют констатировать, что осадочные породы каруярвинской свиты претерпели постседиментационные преобразования до уровня зеленосланцевой фации метаморфизма. В результате длительного гипергенного воздействия породы приобрели пестроцветную окраску.

5. Терригенно-карбонатная каруярвинская свита п-ова Средний располагается на границе двух крупных трансгрессивно-регрессивных циклов осадконакопления (кильдинская и волоковая серии) и является важным биорефером рифейских отложений изучаемого региона.

6. Выполненные исследования позволяют провести надежную корреляцию двух литокомплек-

сов п-ова Средний (кильдинская и волоковая серии) с литоконгломератами Среднего Тимана (четлаская и аньюгская серии). Нижний структурно-формационный комплекс (кильдинская и четлаская серии) нами отнесен к среднему рифею на основании сравнения со стратотипическим разрезом Башкирского мегантиклинория (юрматиний), а второй комплекс (волоковая серии п-ова Средний, аньюгская серия (свита) Среднего Тимана, джежимская свита Южного Тимана) – к верхнему рифею (каратавий).

Авторы выражают свою признательность и благодарность докт. экон. наук Н.В. Куликову и главному геологу ООО “Арктические технологии” В.Д. Чигвинцеву за предоставленную возможность проведения полевых работ 2006–2010 гг. на п-овах Средний и Рыбачий.

Работа выполнена при поддержке специального именного гранта Некоммерческой организации “Благотворительный фонд ЛУКОЙЛ”.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Акимов Г.Н. (1980) Геохронология докембрия Тимана. *Сов. геология*. (12), 71-85.
- Андреев В.Л. (2009) Эволюция фундамента Печорской плиты по изотопно-геохронологическим данным. *Вестн. ИГ КНЦ УрО РАН*. (2), 16-21.
- Беккер Ю.Р., Келлер Б.М., Козлов В.И. и др. (1979) Стратотипический разрез рифея. *Стратиграфия верхнего протерозоя СССР (рифей и венд)*. Л.: Наука, 71-85.
- Беккер Ю.Р., Негруца В.З., Полевая Н.И. (1970) Возраст глауконитовых горизонтов и верхней границы гиперборея восточной части Балтийского щита. *Докл. АН СССР*. **193**(5), 1123-1126.
- Верхний докембрий европейского севера СССР. Объяснительная записка к схеме стратиграфии. (1986) Сыктывкар: Книгоиздат, 40 с.
- Вологдин А.Г., Кочетков О.С. (1966) Об открытии остатков гигантских сифоней в древних слоях Тиманского кряжа. *Докл. АН СССР*. **169**(3), 672-675.
- Гецен В.Г. (1987) Тектоника Тимана. Л.: Наука, 172 с.
- Дольник Т.А. (2000) Строматолиты и микрофитолиты в стратиграфии рифея и венда складчатого обрамления юга Сибирской платформы. Новосибирск: ИГиГ СО РАН, 320 с.
- Кальберг Э.А. (1948) Новые данные по стратиграфии и тектонике Среднего Тимана. *Сов. геология*. **33**, 31-44.
- Карандашев В.А., Тютюнник О.А., Кубракова И.В. (2011) Определение редкоземельных элементов в геологических объектах методами масс-спектрометрии и атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой. *Масс-спектрометрия*. **8**(4), 242-257.
- Келлер Б.М., Соколов Б.С. (1960) Поздний докембрий севера Мурманской области. *Докл. АН СССР*. **133**(5), 1154-1157.
- Коноплева Н.Г. (1974) О возрасте толщи полуострова Рыбачьего. *Докл. АН СССР*. **214**(2), 410-413.
- Кочетков О.С. (1963) К вопросу о стратиграфии и тектонике древних толщ фундамента Тимана. *Тр. ИГ КФ АН СССР*. Вып. 4, 57-68.
- Кочетков О.С., Двоеглазов И.И. (2008) О природе антраксолитов (на примере побережий Баренцева и Адриатического морей). *Мат-лы VIII науч.-технич. конф. Ч. 1*. Ухта: УГТУ, 13-18.
- Кочетков, О.С., Иванов, Н.Ф. (2009) О некоторых аспектах формационно-геоструктурного развития Варангер-Тиманского подвижного пояса байкалитид. *XV Геологический съезд Республики Коми. Т. II*. Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 124-127.
- Кочетков О.С., Михайленко Ю.В., Иванов Н.Ф. и др. (2014) Характеристика пластовых строматолитов *Stratifera flexurata* Kom., каруярвинская свита п-ова Средний. *Уникальные геологические объекты Кольского п-ова: строматолиты п-ова Средний: мат-лы Всерос. (с междунар. участ.) науч.-практ. конф. Апатиты: ГИ КНЦ РАН*, 21-25.
- Любцов В.В., Михайлова Н.С., Предовский А.А. (1989) Литостратиграфия и микрофоссилии позднего докембрия Кольского полуострова. Апатиты: КНЦ РАН, 130 с.
- Любцов В.В., Негруца В.З., Предовский А.А. (1990) Верхнедокембрийские отложения Кольского побережья Баренцева моря. Апатиты: КНЦ РАН, 100 с.
- Любцов В.В., Предовский А.А. (1998) К стратиграфии верхнепротерозойских отложений Кольского побережья (Баренцевоморский регион). *Стратиграфия. Геол. корреляция*. **6**(3), 17-28.
- Мальков Б.А., Силин Ю.И., Цовбун Я.М. (1971) К вопросу о возрасте диабазов в составе метаморфических толщ Тимана. *Изв. АН СССР. Сер. геол.* (7), 115-122.
- Маслов А.В., Оловянишников В.Г., Ишерская М.В. (2002) Рифей восточной, северо-восточной и северной периферии Русской платформы и западной мегазоны Урала: литостратиграфия, условия формирования и типы осадочных последовательностей. *Литосфера*. (2), 54-95.
- Митрофанов Ф.П., Предовский А.А., Любцов В.В. и др. (1999) Верхнепротерозойские осадочные толщи Кильдинско-Беломорско-Мезенской площади как объект прогнозирования энергоносителей. Апатиты: КНЦ РАН, 72 с.
- Митрофанов Ф.П., Предовский А.А., Любцов В.В., Чикирев И.В. (2004) Структурная зональность прибрежной области Кольского полуострова в связи с перспективами ее нефтегазаносности. *Геология и геофизика*. **45**(1), 151-160.
- Митрофанов Ф.П., Предовский А.А., Припачкин В.А. (2009) О перспективах нефтегазаносности осадочных толщ юго-запада Карско-Баренцевоморского продуктивного бассейна. *Вестн. МГТУ*. **12**(3), 394-402.
- Михайленко Ю.В. (2011) Каруярвинская свита – реперный горизонт рифейских отложений полуострова Средний (северное побережье Кольского полуострова): *Севергеоэко-2011: XII Междунар. молод. дежн. науч. конф.* Ухта: УГТУ, 383-388.
- Михайленко Ю.В. (2014) Особенности геологического строения каруярвинской свиты рифея полуострова Средний. *Структура, вещество, история литосферы Тимано-Североуральского сегмента*. Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 89-94.

- Михайленко Ю.В., Иванов Н.Ф. (2011) О рифейских пластовых строматолитах каруярвинской свиты полуострова Средний (северное побережье Кольского полуострова). *Проблемы современной палинологии: мат-лы XIII Рос. палинологич. конф. Т. I*. Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 267-271.
- Михайленко Ю.В., Кочетков О.С., Соболева А.А. (2014) Новые изотопные характеристики верхнедокембрийских комплексов северо-восточного обрамления Кольского полуострова (полуострова Средний и Рыбачий). *XVI Геологич. съезд Республики Коми. Т. II*. Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 114-116.
- Негруга В.З. (1971) Стратиграфия гиперборейских отложений полуостровов Среднего, Рыбачьего и острова Кильдина. *Проблемы геологии докембрия Балтийского щита и покрова Русской платформы. Тр. ВСЕГЕИ, нов. сер.* **175**, 153-186.
- Негруга В.З., Басалаев А.А., Чикирев И.В. (1993) Баренцево-морский фосфоритовый бассейн. Апатиты: КНЦ РАН, 119 с.
- Негруга В.З., Негруга Т.Ф. (1975) Проблемы геологии докембрийских кор выветривания Балтийского щита. *Докембрийские коры выветривания. Сб. науч. тр. ВИМС. М.: Недра*, 88-103.
- Оловянишников В.Г. (1997) Модель строения верхнерифейской рифогенной формации Тимана. Сыктывкар: УрО РАН, 40 с.
- Оловянишников В.Г. (1998) Верхний докембрий Тимана и полуострова Канин. Екатеринбург: Коми НЦ УрО РАН, 162 с.
- Оловянишников В.Г. (2004) Геологическое развитие полуострова Канин и Северного Тимана. Сыктывкар: Геопринт, 80 с.
- Плякин А.М. (1972) Литолого-стратиграфические особенности рифейских отложений западной структурно-формационной зоны Среднего Тимана. *Изв. АН СССР. Сер. геол.* (7), 128-139.
- Пучков В.Н. (2010) Геология Урала и Приуралья (актуальные вопросы стратиграфии, тектоники, геодинамики и металлогении). Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 280 с.
- Раабен М.Е. (1975) Верхний рифей как единица общей стратиграфической шкалы. М.: Наука, 247 с.
- Раабен М.Е. (2007) Строматолитовые формации рифея в обрамлении Восточно-Европейской платформы. *Стратиграфия. Геологическая корреляция*. **15**(1), 35-46.
- Рифей и венд Европейского Севера СССР. (1987) (В.Г. Гецен, В.А. Дедеев, Г.Н. Акимов и др.). Сыктывкар: ИГ КФ АН СССР, 124 с.
- Сергеева Э.И. (1973) Главные черты строения сводного разреза позднего докембрия Кольского полуострова. *Некоторые вопросы геологии Карело-Кольского региона. Темат. сб. науч. тр.* (4). М.: Наука, 3-15.
- Сорохтин Н.О., Козлов Н.Е., Куликов Н.В. и др. (2011) Эволюция северо-западной части Тимано-Варангерского нефтегазоносного бассейна. *Вестн. КНЦ РАН*. (3), 3-20.
- Стратиграфические схемы Урала (Докембрий, палеозой). (1993) Межведомственный Стратиграфический комитет России. Екатеринбург, 152 с.
- Стратотип рифея. (1982) *Палеонтология. Палеомагнетизм*. Вып. 362. М.: Наука, 176 с.
- Roberts D., Siedlecka A. (2012) Provenance and sediment routing of Neoproterozoic formations on the Varanger, Nordkinn, Rybachi and Sredni peninsulas, North Norway and Northwest Russia: a review. *Norges Geologiske Undersokelse Bulletin*. **452**, 1-19.
- The bedrock geology of Varanger Peninsula, Finmark, North Norway: an excursion guide (1992) (A. Siedlecka, D. Roberts). *Nor. Geol. Unders., Special Publ.* **5**, 45 p.

Рецензент Г.А. Мизенс

Features of the structure and composition of Karuyarvinskaya Riphean Suite of Peninsula Srednii (northern coast of the Kola Peninsula)

J. V. Mikhailenko*, O. S. Kochetkov*, N. F. Ivanov*, S. A. Anisimova**

*Ukhta State Technical University

**Institute of the Earth's Crust, Siberian Branch of RAS

We considered the issues of the structure, material composition and secondary changes of Karuyarvinskaya suite rocks of riphean Kildin series at Peninsula Srednii. There is the characteristic of stromatolitic biostromes *Stratifera* aff. *flexurata* Kom., which was first discovered within very narrow fault zone of the well-known Riphean stromatolitic (reefogenic) formation. It is framing the East-European Epikarelian platform from the east and the north-east. We offered the correlation scheme of Peninsula Srednii Riphean complexes with Riphean deposits of Srednii Timan and Southern Urals.

Key words: the Barents Sea region, the Kola region, Srednii Peninsula, baikalides, laminar stromatolites, Karuyarvinskaya suite, correlation.