

УДК 551.734.5+551.83

## ОБСТАНОВКА ФОРМИРОВАНИЯ ВЕРХНЕДЕВОНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ОСТРОВА БЕЛЬКОВСКИЙ (НОВОСИБИРСКИЕ ОСТРОВА): РИФТОГЕННЫЙ ПРОГИБ ИЛИ ОКРАИНА КОНТИНЕНТА?

© 2014 г. М. К. Данукалова, А. Б. Кузьмичев, В. А. Аристов

Геологический институт РАН, 119017, Москва, Пыжевский пер., д. 7

e-mail: DanukalovaMK@yandex.ru

Поступила в редакцию 25.02.2013 г.

Архипелаг Новосибирские острова, расположенный в северо-восточной части континентального шельфа Евразии, рассматривают в составе экзотического террейна, столкнувшегося с Сибирью в начале мела. Остров Бельковский, на котором проведены исследования, максимально приближен к предполагаемой западной границе этого террейна. Именно на нем следовало ожидать присутствие признаков того, что в палеозое его территория располагалась на краю океанического бассейна. Разрез верхнего девона о. Бельковский сложен непрерывной последовательностью глубоководных терригенных отложений, которые продолжают тенденцию к углублению бассейна, выявленную ранее на соседнем о. Котельный. В основании разреза на платформенных известняках среднего девона залегают маломощные доманиковые фации. Основная часть разреза, мощностью более 4 км, сложена отложениями гравитационных потоков, включающими турбидиты, глинистые и глыбовые диамиктиты и, в верхней части, олистостромы. Они накапливались на склоне бассейна или у его подножия. На многих уровнях эти отложения перемыты вдольсклоновыми придонными течениями. В кровле разреза залегают органогенные известняки, свидетельствующие о компенсации прогиба. Согласно определениям конодонтов, изученные глубоководные терригенные породы накапливались в интервале: нижний фран–нижний турне – во время позднедевонской эпохи рифтогенеза. Полученные данные позволяют реконструировать на шельфе моря Лаптевых рифтогенный прогиб северо-северо-западного простирания, сходный с другими рифтами восточной окраины Сибирской платформы.

*Ключевые слова:* Новосибирские острова, о. Бельковский, верхний девон, склоновые отложения, рифтогенез, конодонты

DOI: 10.7868/S0016853X14050026

### ВВЕДЕНИЕ

Средний и верхний палеозой в пределах архипелага Новосибирские о-ва выходит на дневную поверхность на о-вах Котельный и Бельковский (о-ва Анжу, рис. 1). Эти выходы – единственный источник информации о тектонических событиях, которые происходили в то время на необнаженной территории окружающего шельфа. Поэтому состав отложений и строение разрезов палеозоя, вскрытых на двух островах, черты их сходства и различия с одновозрастными разрезами других арктических регионов обсуждаются во многих работах, посвященных тектонике Арктики [2, 15, 23, 25, 38]. В ряде из этих работ высказывается мнение, что о-ва Бельковский и Котельный представляют собой обособленный террейн или входят в состав более обширного террейна, который был отделен океаном от Сибирской платформы в среднем–позднем палеозое и в начале мезозоя [15, 23, 37]. Предполагается, что граница этого террейна расположена непосред-

ственно западнее о. Бельковский. Такое предположение отчасти подтверждается фациальной зональностью средне-верхнепалеозойских отложений, установленной М.К. Косьюко для о. Котельный и указывающей на углубление бассейна осадконакопления в западном – юго-западном направлении [8, 29]. Согласно нашим наблюдениям, проведенным на Новосибирских островах, степень деформации палеозойских пород также увеличивается в направлении с востока на запад, достигая максимальных величин на западном берегу о. Бельковский. Это можно рассматривать как признак близко расположенной сутуры или правосдвиговой трансформы, существование которой предусмотрено моделью перемещения микроплиты Чукотка–Арктическая Аляска [32].

Палеозойский интервал на о. Котельный хорошо изучен и описан во множестве публикаций [4–6, 8, 9, 29]. В интервале средний ордовик (видимое основание разреза) – средний девон на территории острова накапливались преимуще-

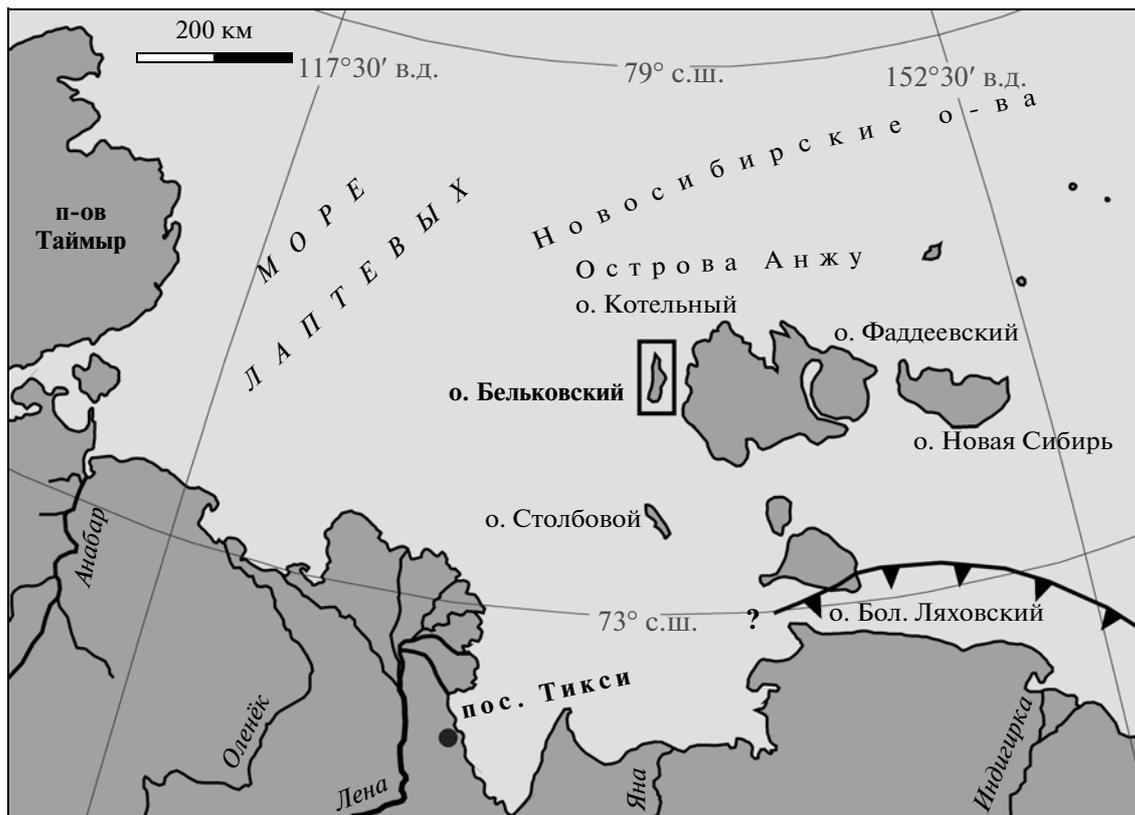


Рис. 1. Географическое положение района исследований. Рамкой обведен о. Бельковский. Зубчатой линией показана Южно-Анюйская сutura

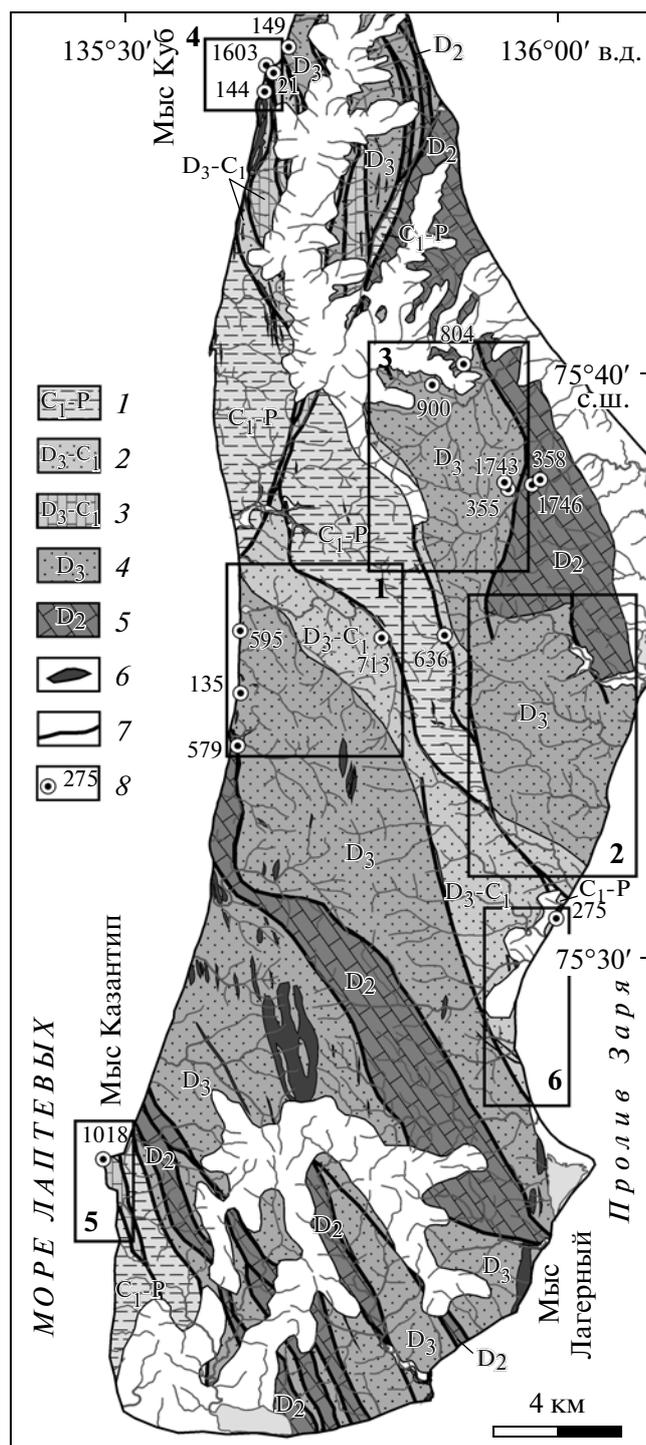
ственно карбонатные платформенные отложения. Во всем разрезе не зафиксировано ни одного прослоя песчаника. Начиная с франского века позднего девона стиль осадконакопления изменился. В юго-западной части о. Котельный и западнее сформировался прогиб СЗ простирания, заполненный многокилометровой толщиной верхнедевонских отложений, существенная часть которых представлена песчаниками. Северо-восточная часть острова становится сушей [9, 29]. Тектоническая природа этого прогиба очевидна из сопоставления с другими структурами среднего палеозоя Сибирской платформы. В позднем девоне ее восточная окраина была охвачена рифтингом. Считается, что в результате этого произошло дробление окраины платформы и отчленение от нее в раннем карбоне фрагментов, таких как Омолонский и Охотский массивы и группа мелких блоков, которые объединяются в Омулеский террейн [16 и ссылки в этой работе].

Собственно как рифт и интерпретируется верхнедевонский прогиб на территории о. Котельный Л.М. Парфеновым, А.В. Прокопьевым и их коллегами [15]. По мнению этих авторов, рифтогенез привел к отчленению “Котельного тер-

рейна” от Сибирской платформы в конце раннего карбона, после чего он дрейфовал по океану в сторону Северной Америки, вблизи которой оказался в позднем триасе. В юре началось возвратное движение террейна, который испытал коллизию с Сибирью в конце юры [15]. Идея о том, что “Котельный террейн” отчленился от Сибири, долгое время блуждал по океану, а затем вернулся на то же самое место, слабо обоснована. Существование океанического бассейна к западу от о. Бельковский в конце палеозоя и начале мезозоя разделяется многими геологами [23, 37 и др.].

Остров Бельковский расположен вблизи оси верхнедевонского прогиба или же в области, максимально приближенной к предполагаемому краю террейна. Поэтому изучение верхнедевонских отложений острова могло дать новую информацию для понимания того, что происходило в среднем палеозое к западу от Новосибирских островов.

Сведения о геологическом строении о. Бельковский были получены в 1973 г. во время проведения среднемасштабной геологической съемки и, согласно опубликованным данным [4, 9], на о. Бельковский выходят приблизительно те же



породы, что и в опорных разрезах на о. Котельный, то есть спокойно залегающие мелководные отложения. Однако авторы выяснили, что разрез верхнего девона острова Бельковский представлен сложно деформированной терригенной толщей мощностью в несколько километров, состоящей преимущественно из турбидитов и диамиктитов, содержащей линзы глыбовых конгломератов с

**Рис. 2.** Геологическая карта о. Бельковский, составленная авторами по результатам полевых наблюдений. Рамками обведены детальные участки, описанные в тексте

1 — опорный разрез нерпалахской свиты, надстроенный разрезом чекурской свиты; 2 — разрез нерпалахской свиты восточного берега (южный участок); 3 — разрез нерпалахской свиты восточного берега (северный участок); 4 — чекурская свита мыса Куб; 5 — чекурская свита мыса Казантип; 6 — разрез чекурской свиты восточного берега острова. Белым цветом без крапа показаны площади распространения неоген-четвертичных отложений.

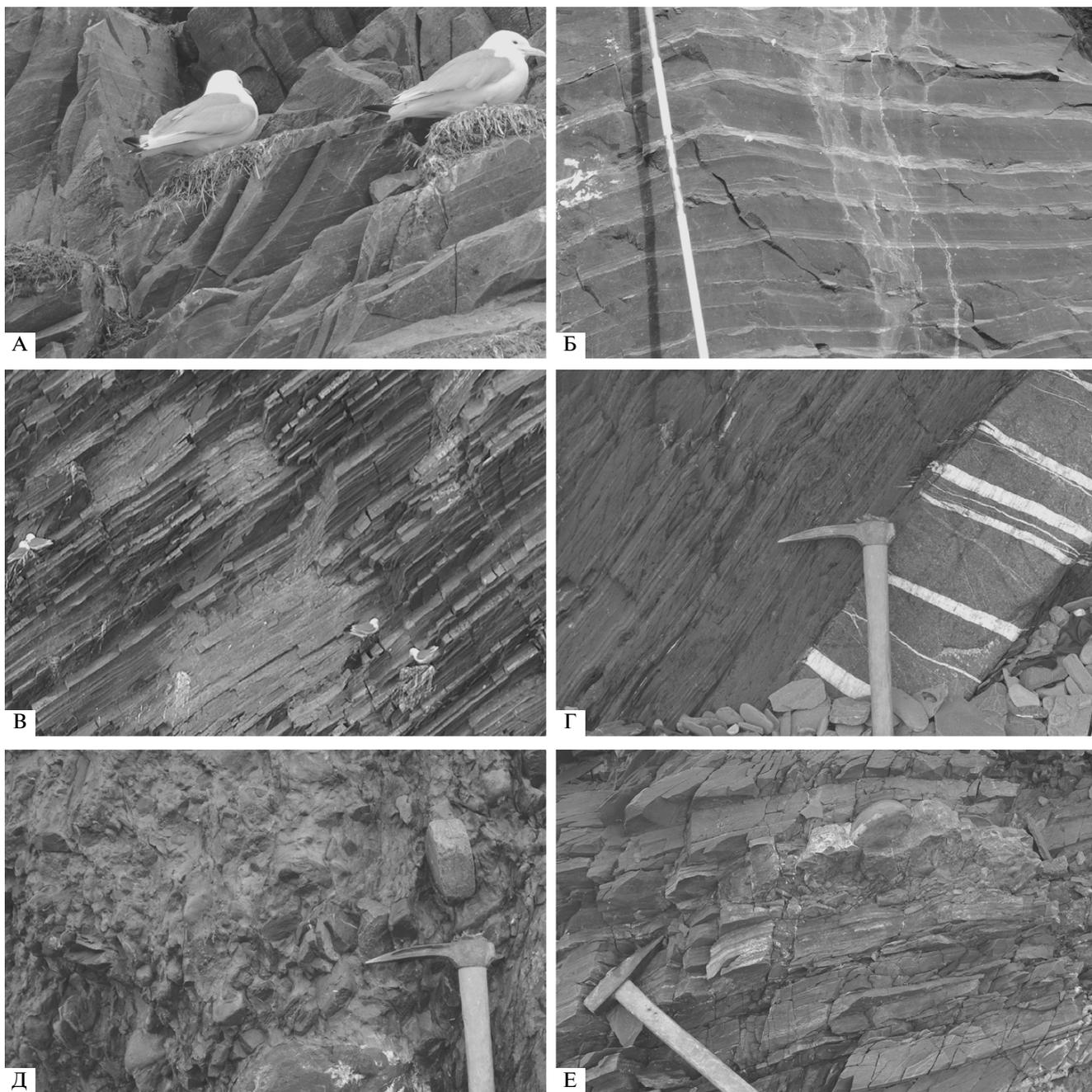
1 — бельковская свита (нижний карбон—пермь); 2 — чекурская свита (верхний девон, фамен—нижний карбон, нижний турне); 3 — известняки в составе чекурской (?) свиты; 4 — нерпалахская свита (верхний девон); 5 — соколовская свита (средний девон); 6 — интрузии пермо-триасовых диабазов; 7 — картируемые разломы; 8 — точки отбора фауны и их номера

глинистым цементом, горизонты олистостромы, и почти полностью лишенной фауны (рис. 2).

В статье дано краткое описание стратиграфии и фациальных особенностей верхнедевонских пород по результатам полевых наблюдений. Возрастная привязка изученных отложений преимущественно опирается на определения конодонтов. Фауна встречена только в карбонатных породах, которые крайне редки в разрезе верхнего девона. Из макрофаунистических остатков в массовом количестве отбирались брахиоподы, кораллы, и некоторые другие группы. Коллекция ругоз определена И.Л. Сорокой (ГТМ РАН), табулят — Т.Т. Шарковой (РГГРУ). Брахиоподы остались не определены.

#### ТИПИЧНЫЕ АССОЦИАЦИИ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД ВЕРХНЕДЕВОНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ о. БЕЛЬКОВСКИЙ

Основной объем верхнедевонских отложений сложен глинистыми породами, меньше распространены алевролиты, песчаники и конгломераты. Их можно подразделить на два главных типа: пачки ритмичного переслаивания и неслоистые диамиктиты, которые большей частью являются результатом перемешивания ритмично-слоистых пород. В качестве отдельной фации диамиктита выделяются несортированные конгломераты, в которых обломки и глыбы карбонатных пород заключены в глинистом цементе. Встречаются также линзы сортированных гравелитов, реже конгломератов, обладавших менее консистентным матриксом и обычно демонстрирующих прямую градационную слоистость. Полимиктовые конгломераты, описанные в разрезе о. Котельный, на о. Бельковский не встречены. В песчаниках содержится большое количество карбонатного материала. Из силицикластических зерен преобла-



**Рис. 3.** Седиментационные особенности верхнедевонских пород. А – алеврит-глинистые турбидиты; Б – алеврит-глинистые турбидиты с прослоями песка, собранного в валки ряби течения в нижних частях ритма; В – песчаные турбидиты; Г – пласт однородного карбонатного гравелита с резкой верхней и нижней границами: дебрисный поток среди тонкоритмичных алеврит-глинистых турбидитов; Д – диамиктит с глинистым цементом и разноориентированными обломками карбонатных пород; Е – изолированная линза глыбового диамиктита среди тонкообломочных турбидитов – поперечный срез канала, заполненного дебрисным потоком

дает кварц, присутствует незначительное количество обломков вулканитов и глинистых пород. Прослой песчаника появляются уже в самых нижних горизонтах верхнего девона. Это первые песчаники во всем разрезе палеозоя, вскрытом на о-вах Бельковский и Котельный.

Породы окрашены в различные оттенки серого, при этом более светлые алевролиты и песчаники хорошо видны на фоне темных аргиллитов, что подчеркивает ритмичность элементов разреза. Выделяется четыре главные ассоциации песчано-глинистых и грубообломочных отложений (рис. 3).

1) Глинистые и алевроит-глинистые турбидиты. Этот тип преобладает в разрезах и представлен двучленными ритмами мощностью в несколько см, реже до 20 см (см. рис. 3А, 3Б). Алевролит или мелкозернистый песчаник, слагающий основание ритма, имеет обычно мощность от миллиметра до сантиметра и обладает резкой нижней границей; граница с глинистым членом ритма, как правило, менее резкая. Алевролиты и песчаники иногда собраны в асимметричные валики ряби течения. Местами отмечены конкреции, вкрапленность и нитевидные прослой пирита. Встречаются пачки аргиллита, в которых явные алевролитовые прослой отсутствуют, но ритмичность сохраняется благодаря присутствию миллиметровых прерывистых ковров волочения алевролитового материала в основании ритмов. Хотя подобные отложения мы называем турбидитами, большая их часть, в конечном счете, переносилась и откладывалась вдольсклоновыми течениями, что доказывается ориентировкой ряби течения. Мы их не называем контуритами, так как предполагаем, что осадочный материал перемещался вниз по склону бассейна мутьевыми (турбидитными) потоками, обусловившими ритмичность отложений. Изредка мы наблюдали встречные направления асимметричной ряби в пределах одного обнажения, что позволяет предполагать приливно-отливный характер течений.

2а) Песчано-алевроит-глинистые турбидиты. Аналогичны предыдущей разновидности, но в основании ритмов находятся прослой песчаника (см. рис. 3В). Мощность последних обычно составляет 0.1–0.3 м, но часто достигает 0.5 м, а в верхней части разреза 1.5 м. В прослоях песчаников и алевролитов на некоторых участках встречаются обильные подошвенные знаки (flute casts, load marks). В кровле песчаников также присутствуют знаки ряби течений.

б) В редких случаях (чекурская свита на востоке острова) встречаются грубообломочные турбидиты. В этом случае ритм начинается с гравелита или даже конгломерата, состоящего из карбонатных обломков и демонстрирующего отчетливую градиционную слоистость. Тонкообломочные элементы турбидитового ритма здесь редуцированы.

в) Встречаются отдельные прослой несортированного песчаника или гравелита с резкими подошвой и кровлей, представляющие собой результат перемещения материала дебрисным потоком (см. рис. 3Г). Песчаники, перечисленные в пунктах 2а–в, показаны на колонках одним знаком.

3) Глинистый или песчано-глинистый диамиктит (дебрит). Представляет собой результат пере-

мешивания осадка, оползшего или оплывшего вниз по склону. Встречаются не полностью гомогенизированные интервалы, в которых сохраняются фрагменты сложно перемятых ритмично-слоистых пачек. В некоторых присутствуют обломки карбонатных пород, указывающие на то, что в состав перемешанного материала попала линза конгломерата. Мощность подобных интервалов местами достигает нескольких десятков метров. Иногда удается наблюдать, что такие пачки являются результатом амальгамации нескольких горизонтов диамиктита, отвечающим отдельным импульсам подводного оползания или обрушения материала.

4) Линзовидные прослой несортированного или плохосортированного конгломерата с глинистым цементом (дебриты) (см. рис. 3Д). Обломки сложены известняками и доломитами, иногда с фауной. Реже попадаются обломки аргиллита и алевролита, отдельные конкреции сидерита. Встречаются глыбовые конгломераты с обломками карбонатных пород до 1.5 м в поперечнике. Мощность таких слоев обычно составляет несколько метров. На южном берегу острова подобные горизонты имеют линзовидную форму (см. рис. 3Е). Эта разность является результатом перемещения консистентной, нагруженной обломками массы вниз по склону, которая не перемешивалась ни с водой, ни с подстилающим осадком. Подобные консистентные дебрисные потоки обычно зарождаются на бровке шельфа, но могут также формироваться на склоне [34].

Сходные комплексы отложений задокументированы в современных бассейнах на глубинах от нескольких сотен метров до нескольких километров и характеризуются как глубоководные. Они могут быть приурочены как к склону бассейна, так и к его подножию. Таким образом, комплекс глубоководных осадков верхнего девона о. Бельковский включает отложения разнообразных гравитационных потоков: низко- и высокоплотностных турбидитовых, дебрисных, а также результат их переотложения придонными вдольсклоновыми течениями [20, 21, 26, 27, 33–36, 39]. Кроме отложений гравитационных потоков, глубоководные осадочные комплексы обычно включают также гемипелагические глинистые осадки. В нашем случае их роль вероятно незначительна, так как гигантские скорости осадконакопления в верхнем девоне (150–200 м/млн лет [9]) подавляли фоновую седиментацию. Глинистые осадки, преобладающие в разрезе, мы рассматриваем как результат осаждения взвеси, перемещенной мутьевыми потоками.

Кроме перечисленных, широко распространенных пород, в разрезе встречаются специфические разности, такие как известняки, карбонатные олистостромы и пр., охарактеризованные при описании разрезов. Только в кровле разреза (верхи фамена—низы турне) явно формировались мелководные органогенные известняки, свидетельствующие, по-видимому, о компенсации той части бассейна, которая задокументирована на острове. Редкие развалы органогенного известняка, встреченные внутри разреза верхнего девона на востоке острова, обнажены плохо и, скорее всего, представляют собой оползшие или обрушившиеся вниз по склону фрагменты карбонатной постройки. Верхнедевонский разрез обладает нечеткой цикличностью, которая отчасти выявляется из послонных описаний. Цикличность не была идентифицирована в поле, поэтому мы не изображаем ее на стратиграфических колонках.

Необходимо отметить, что верхнедевонский комплекс отложений о. Бельковский коренным образом отличается от классических турбидитовых ассоциаций, которые нам посчастливилось изучать на других островах Новосибирского архипелага: на о. Столбовой (верхняя юра—нижний мел) и на о. Беннетта (ордовик).

#### ОПОРНЫЙ РАЗРЕЗ ВЕРХНЕГО ДЕВОНА ЗАПАДНОГО БЕРЕГА

Стратотипы всех свит, распространенных на о. Бельковский, описаны на о. Котельный, где верхний девон расчленен на две свиты: нерпалахскую (фран—нижний фамен) и чекурскую (фамен—нижний турне). Нерпалахская свита подстилается карбонатами среднего девона, а чекурская свита перекрывается каменноугольными терригенно-карбонатными породами [9]. Верхнедевонские отложения слагают обособленный комплекс, который по строению и обстановке осадконакопления отличается от подстилающих и перекрывающих пород. Расчленение этого комплекса на две свиты может быть осуществлено только в относительно полных разрезах. Мы выделяем эти свиты на нашей карте о. Бельковский (см. рис. 2), однако для многих выходов верхнего девона их отнесение к той или иной свите вряд ли может быть надежно обосновано.

Единственный на острове слабо нарушенный, в целом моноклиальный разрез верхнего девона расположен его западной части (рис. 4). В нем сохранились стратиграфические соотношения с подстилающими породами среднего девона, а также карбонатная пачка с фауной в кровле. Большая часть этого разреза выходит в береговом

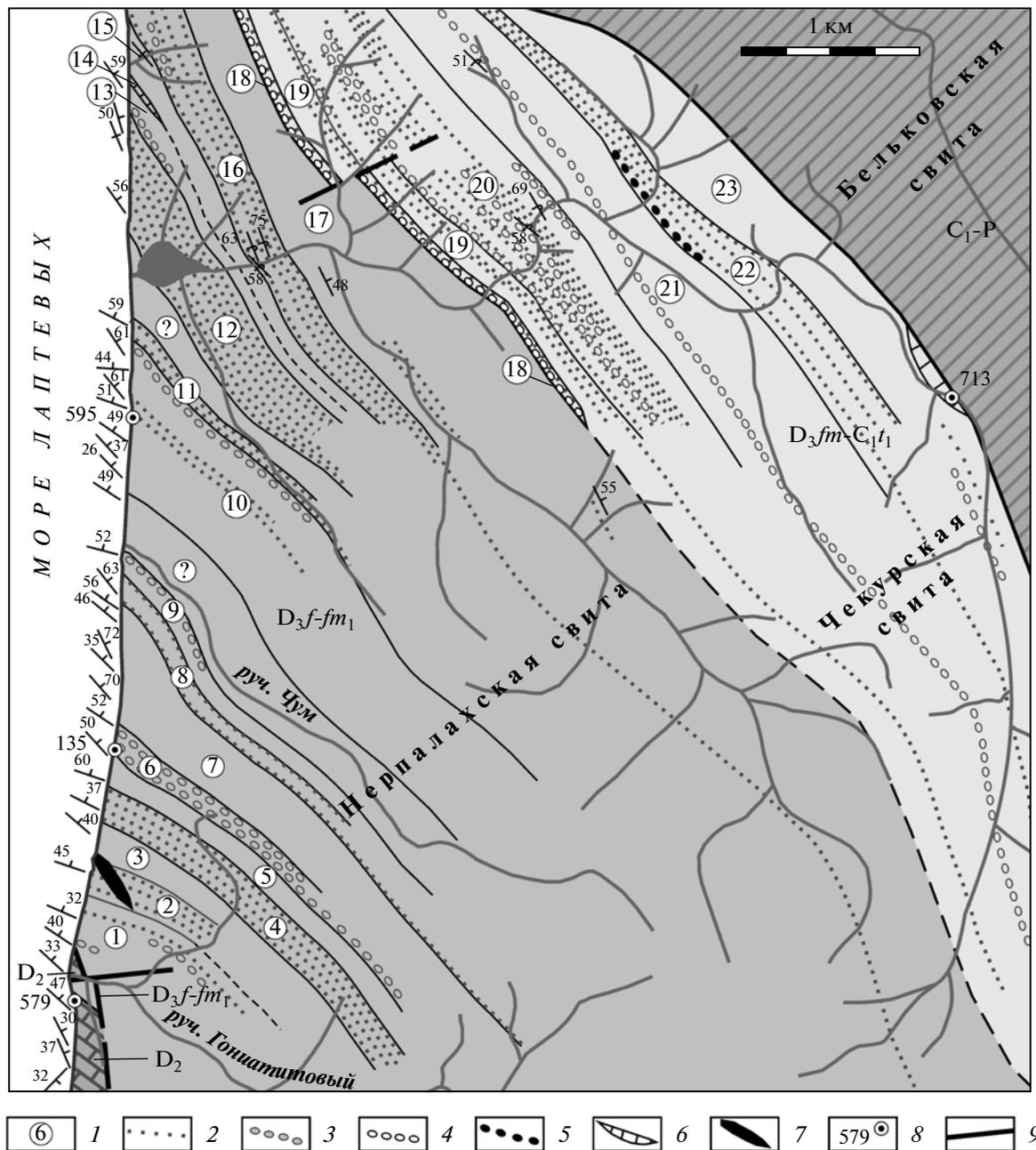
клифе, где может быть изучена детально. Верхняя часть изучена по фрагментарным обнажениям вдоль ручьев. Вместо послонного описания мы приводим стратиграфическую колонку, на которой выделены крупные интервалы разреза с преобладанием той или иной разновидности пород (рис. 5). В основании последовательности выделяется специфическая пачка, которая описана ниже как доманикоподобные слои; основной объем верхнего девона приходится на породы нерпалахской свиты, в верхней части разреза выделены отложения чекурской свиты.

#### Доманикоподобные слои в основании верхнего девона

Достоверный стратиграфический контакт верхнедевонских отложений с подстилающими карбонатными породами соколовской свиты (средний девон) наблюдался на западном берегу, южнее устья ручья Гониатитового (рис. 6, см. рис. 4, т. 579).

Верхняя часть соколовской свиты сложена светлыми массивными доломитами, которые переслаиваются со слоистыми известняками и черными тонкослоистыми глинистыми известняками. Мощности перечисленных разновидностей измеряются метрами, все они имеют линзовидную форму с пережимами и вздутиями. Это вызвано как первичной линзовидностью пластов, так и результатом подводного оползания. Последнее доказывается тем, что местами видны локальные утыкания слоистости в границы пачек. В кровле разреза среднего девона залегает пласт (0,5 м) комковатого битуминозного известняка. Он не содержит фауны и, возможно, уже имеет верхнедевонский возраст.

Нижние 6 м нерпалахской свиты сложены породами, сходными с доманиковой толщей Предуралья и Тимана: черными битуминозными “жирными” сланцами, в нижней части с линзовидными пластами черного битуминозного иногда рыхловатого известняка мощностью до 2 м. В сланцах присутствуют глинисто-карбонатные и фосфатные конкреции. В нижней половине пачки встречена обильная фауна гониатитов, ортоцератид, брахиопод, двустворок, наутилоидей. По степени сохранности и таксономическому разнообразию ископаемой фауны эта точка представляет собой одно из лучших местонахождений на острове. Комплексы гониатит и конодонтов характеризуют возраст вмещающих отложений как ранний фран [14]. Над черными сланцами слоями залегает пачка темно-серых плитчатых аргиллитов с тонкими прослоями алевролита мощностью 12–13 м. В ее нижней части встречаются конкре-



**Рис. 4.** План выходов верхнего девона на опорном участке западного берега о. Бельковский

1 – номера интервалов разреза, соответствующие стратиграфической колонке (рис. 5); 2 – заметные прослои и пачки песчаника; 3 – карбонатные конгломераты; 4 – маркирующий горизонт конгломерата с кварцевым гравием в основании чекурской свиты; 5 – конгломерат с галькой черного кремня; 6 – известняк; 7 – дайка пермо-триасовых диабазов; 8 – точки наблюдений, упомянутые в тексте; 9 – крупные разломы (пунктиром – предполагаемые)

ции пирита. Вышележащие слои в этом обнажении, судя по редким высыпкам, также сложены аналогичными аргиллитами.

#### Нерпалахская свита

Севернее, по другую сторону приустьевой части Гониатитового ручья вновь обнажаются верх-

ние горизонты соколовской свиты, с которыми по тектонической границе контактируют нижние видимые горизонты нерпалахской свиты, базальные черносланцевые слои которой здесь обрезаются разломом и не вскрыты. Отсюда начинается непрерывный разрез нерпалахской свиты, моноклинально нарастающий в северном направ-

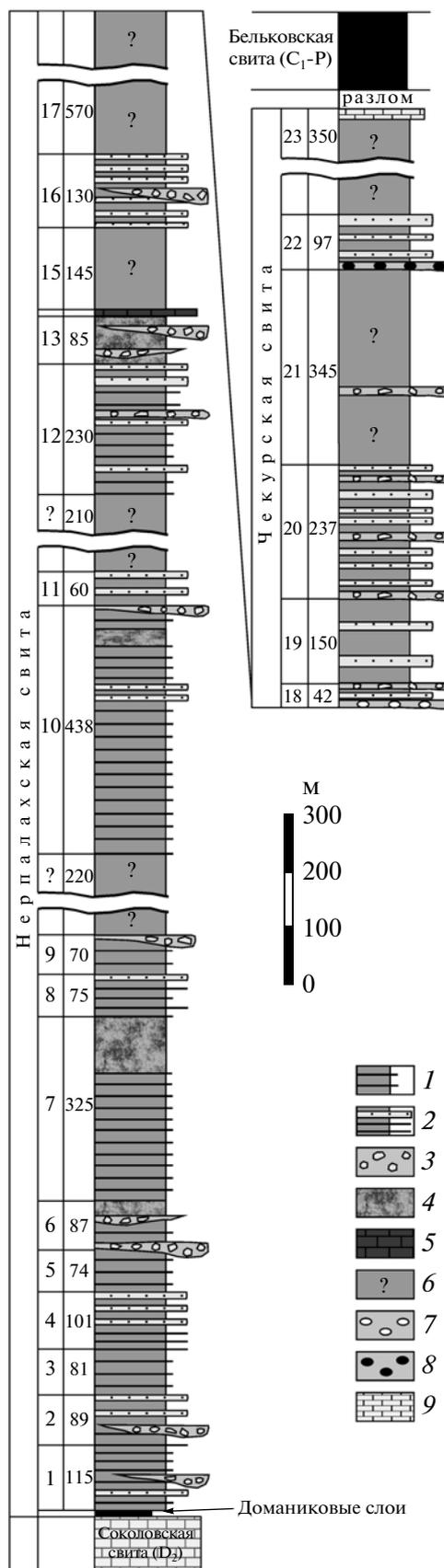
**Рис. 5.** Обобщенная стратиграфическая колонка отложений верхнего девона в опорном разрезе о. Бельковский

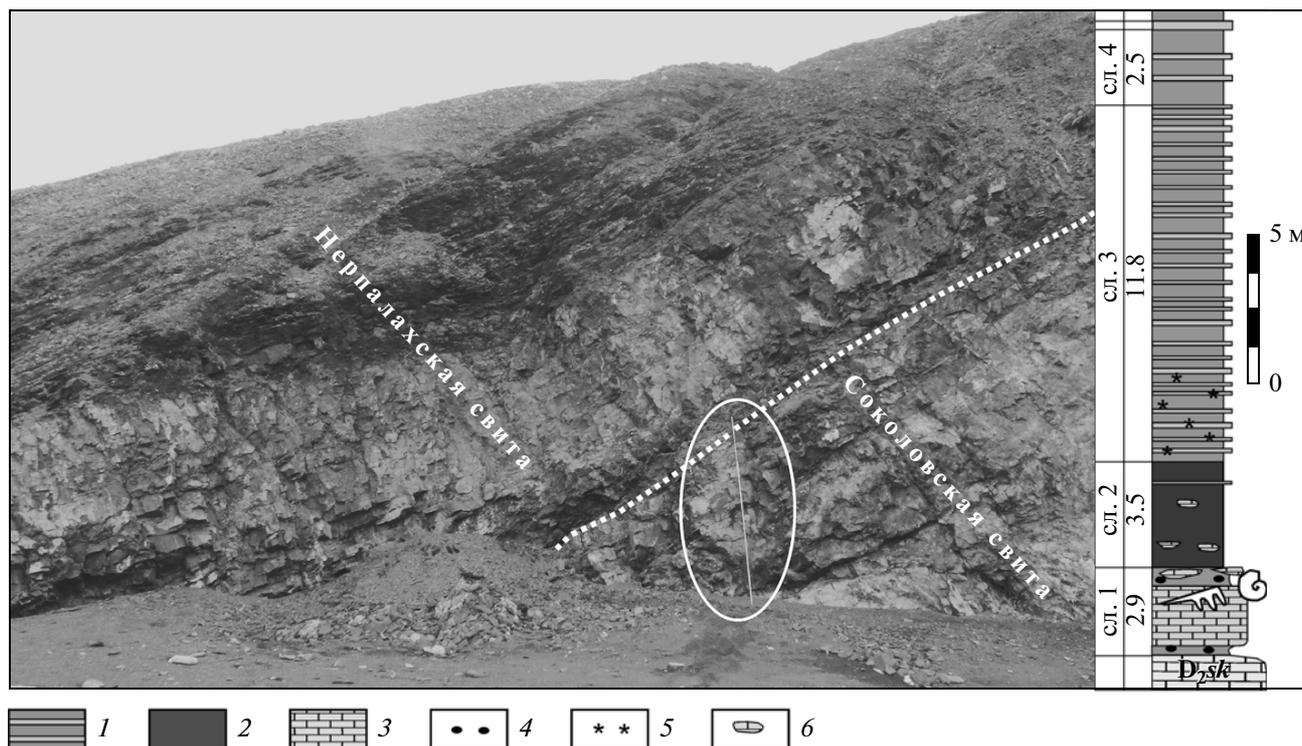
1 – преобладание глинистых и алеврит-глинистых турбидитов; 2 – преобладание песчаных турбидитов; 3 – карбонатные конгломераты (дебриты); 4 – глинистые и песчано-глинистые диамиктиты; 5 – массивный известняк; 6 – плохообнаженные интервалы разреза, сложенные преимущественно аргиллитами; 7 – конгломерат с гравием кварца; 8 – конгломерат с черной кремневой галькой; 9 – органический известняк

лении и обнаженный в клифе на протяжении 5 км (см. рис. 4). Большая его часть промерена рейкой. Разрез сложен однотипными сочетаниями пород (см. рис. 5), охарактеризованными выше.

Кроме стандартных сочетаний пород, на нескольких уровнях встречены горизонты алеврит-глинистого и песчано-глинистого переслаивания со складками подводного оползания. Это разности, переходные к диамиктиту: оползание не сопровождалось перемешиванием материала и его перемещением на большие расстояния. В 1270 м от подошвы в нижней части интервала 10 (см. рис. 5; рис. 4, т. 595) в подошве подобного оползневого слоя прослежен горизонт с фрагментами колоний табулят, расположенных редкой цепочкой. Они интерпретированы как результат разрушения разновозрастной рифовой постройки, которая располагалась в верхней части склона. В самой северной части опорного разреза в береговом обрыве (см. рис. 4) встречен пласт плохо обнаженного массивного серого перекристаллизованного известняка.

Береговой обрыв опорного обнажения в двух местах прерывается широкими барами в устьях ручьев. Мощность необнаженного интервала в устье первого (южного) ручья составляет по построению 220 м, второго – 210 м. Состав пород, слагающих эти участки, частично восстановлен в обнажениях по ручьям (см. рис. 4, 5). Севернее второго ручья большая часть берегового обрыва закрыта оплывшими четвертичными суглинками, мощности на этом участке рассчитаны графически (см. рис. 4, 5, интервалы 12–14). Верхняя часть нерпалахской свиты общей мощностью 845 м (см. рис. 4, 5, интервалы 15–17) в обрыве не выходит, и ее разрез построен по коренным выходам и высыпкам в долинах ручьев; мощности также рассчитаны геометрически. В кровле разреза залегает маркирующий пласт конгломерата–гравелита, содержащего гравий молочно-белого кварца. Этот пласт условно принят нами за основание





**Рис. 6.** Стратиграфический контакт (показан пунктиром на фотографии) отложений среднего и верхнего девона южнее устья руч. Гонятитового (см. рис. 4). Высота мерной рейки – 2 м (обведена овалом). Пояснения к колонке см. в тексте

1 – аргиллиты с прослоями алевролита; 2 – черные сланцы; 3 – известняки; 4 – фосфатные конкреции; 5 – пирит; 6 – карбонатные конкреции и линзы

чекурской свиты. Общая мощность нерпалахской свиты в опорном разрезе составляет 3150 м.

### Чекурская свита

Отложения чекурской свиты на о. Бельковском имеют сходство как с подстилающей нерпалахской свитой, так и с перекрывающей каменноугольно-пермской бельковской толщей. Свита существенно отличается от стратотипа на о. Котельный, и нами выработаны иные картировочные признаки, которые позволяют оконтурить ее выходы на значительной части о. Бельковский. Однако во многих случаях граница нерпалахской и чекурской свит на карте проведена предположительно.

Породы чекурской свиты характеризуются следующими признаками: присутствием в кровле разреза органогенных известняков, содержащих обильную и разнообразную фауну; присутствием пачек черных сланцев, аналогичных сланцам бельковской толщи; в нижних горизонтах свиты в некоторых разрезах есть карбонатные конгломераты и гравелиты, содержащие кварцевый гравий; в нескольких разрезах встречены специфические олигомиктовые конгломераты с хорошо окатанной галькой черного кремня.

От бельковской толщи чекурские породы отличаются присутствием диамиктитов и конгломератов с карбонатными обломками, серых плитчатых алевролитов и карбонатных пород. Черносланцевые пачки чекурской свиты не содержат сидеритовых и фосфатных конкреций, типичных для бельковских пород.

Отложения чекурской свиты на о. Бельковском имеют сходство как с подстилающей нерпалахской свитой, так и с перекрывающей каменноугольно-пермской бельковской толщей. Свита существенно отличается от стратотипа на о. Котельный, и нами выработаны иные картировочные признаки, которые позволяют оконтурить ее выходы на значительной части о. Бельковский. Однако во многих случаях граница нерпалахской и чекурской свит на карте проведена предположительно.

Породы чекурской свиты характеризуются следующими признаками: присутствием в кровле разреза органогенных известняков, содержащих обильную и разнообразную фауну; присутствием пачек черных сланцев, аналогичных сланцам бельковской толщи; в нижних горизонтах свиты в некоторых разрезах есть карбонатные конгломераты и гравелиты, содержащие кварцевый гравий; в нескольких разрезах встречены специфические олигомиктовые конгломераты с хорошо окатанной галькой черного кремня.

лее частые, чем в нерпалахской свите, прослой конгломератов. Общая мощность разреза по построению — 1220 м. Выше по тектонической границе с верхними видимыми горизонтами чекурской свиты контактируют черные сланцы бельковской толщи.

### ВЕРХНИЙ ДЕВОН НА ДРУГИХ УЧАСТКАХ ОСТРОВА

Верхнедевонские отложения слагают большую часть о. Бельковский, но нигде не образуют целостных разрезов. Отдельные выходы трудно сопоставить с какими-либо пачками опорного разреза в силу нескольких причин. В опорном разрезе отсутствуют маркирующие узнаваемые горизонты, за исключением его кровли и подошвы, а также некоторых специфических разностей конгломератов. Разрезы нарушены многочисленными разломами, и структура расшифрована далеко не везде. Разрез характеризуется быстрыми фациальными изменениями, особенно чекурская свита. О мощности верхнедевонских отложений на других участках острова мы не можем судить даже предположительно, так как они нигде не обнажены полностью. Ниже последовательно рассматриваются разрезы: северной части острова и мыса Куб; южной части западного берега и мыса Казантип; южного берега; восточной части острова (см. рис. 2).

#### Северная часть острова и мыс Куб

Подошва нерпалахской свиты и ее стратиграфический контакт с карбонатными породами соколовской свиты в северной части острова не обнажается. Протяженные выходы нерпалахской свиты слагают береговой клиф к северу от мыса Куб (за пределами приведенной карты). Они представлены в тех же фациях, что и породы опорного разреза, и также содержат линзовидные прослой валунных конгломератов-диамиктитов. Верхи верхнего девона в районе мыса Куб (рис. 7; см. рис. 2, участок 4) обнажены гораздо лучше, чем в опорном разрезе. Ниже приведено описание разреза снизу вверх (см. рис. 7); все мощности даны по геометрическому построению, которое корректировалось по фотопанораме, снятой со льда.

(1) Неделимый мощный пласт серого диамиктита; верхняя и нижняя части слоя могут быть описаны как олистострома. Они содержат крупные блоки черного, явно- и неявнослоистого известняка без фауны, размером до нескольких десятков метров. В средней части интервала — неслоистый глинистый диамиктит с редкими

обломками, здесь также встречены оползшие фрагменты слоистых пачек. Мощность 205 м.

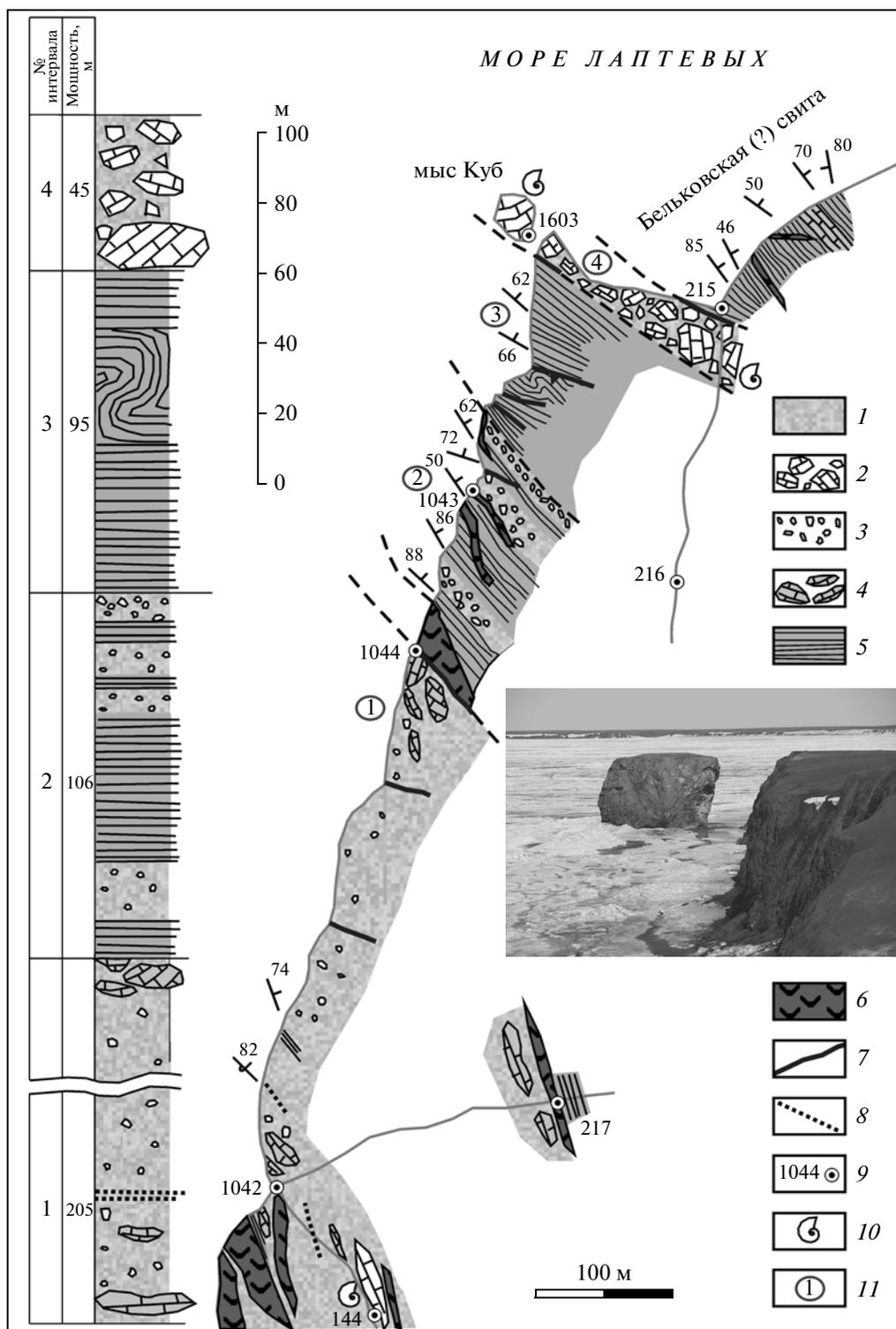
(2) Чередование пачек слоистых темно-серых—черных аргиллитов, в том числе песчанистых, и диамиктитов с обломками известняка и глинисто-карбонатными конкрециями (последние — в верхней части интервала). Мощность 106 м.

(3) Песчанистые аргиллиты с многочисленными складками подводного оползания. Толща обогащена пиритом, который слагает самостоятельные прослой и конкреции, а также в большем или меньшем количестве содержится в миллиметровых прослоях песчаника. В 5 м от основания залегает горизонт обкругленных обломков известняка размером 10–30 см. Слоистость в толще заметна на выветрелых поверхностях из-за окисления пирита, что позволяет дешифровать сложные складки оползания на фотопанораме. Суммарная мощность вместе со складками оползания 95 м.

(4) Олистострома. Представляет собой диамиктит, аналогичный нерпалахскому, но включающий блоки известняка размером до нескольких десятков метров (рис. 8). Все обломки, по-видимому, происходят из единой толщи рифовых известняков и ориентированы хаотично. Самый крупный олистолит — это отдельно стоящий останец, образующий мыс Куб, размером 35 × 45 м (см. рис. 7, врезка). В останце грубо чередуются известняки с преобладанием тех или иных групп фаунистических остатков: гастропод, кораллов, губок, криноидей и пр., аналогичных породам, слагающим мыс Казантип (см. ниже). Большинство обломков являются остроугольными и явно представляют собой результат обрушения дробленной породы. Олистострома содержит также фрагменты слоистого алевролит-аргиллитового разреза, участвовавшего в обрушении. Они имеют размеры в несколько метров и также ориентированы хаотично. Мощность олистостромы 45 м.

Общая мощность разреза составляет около 450 м. Структурно выше (за разломом) залегают черные сланцы с прослоями глинистого известняка, которые отнесены нами к основанию бельковской толщи, по аналогии с разрезом мыса Казантип.

Более низкие горизонты чекурской свиты обнажены к югу от описанного фрагмента (см. рис. 2). Здесь породы свиты ороговикованы и сохранились в интерстициях между дайками и силлами пермо-триасовых диабазов. В этом разрезе различимы черные сланцы и сильно измененные карбонатные конгломераты и конглобрекции. В центральной части выхода встречен горизонт конгломерата с хорошо окатанной галькой черного кремня.



**Рис. 7.** Стратиграфическая колонка и детальный план выходов пород чекурской свиты в районе мыса Куб  
 1 – неслоистый диамиктит; 2 – олистолиты и глыбы органогенного известняка; 3 – обломки известняка в диамиктите; 4 – олистолиты темно-серого известняка без фауны; 5 – слоистые аргиллиты и алевролиты; 6 – дайки пермо-триасовых диабазов; 7 – разломы; 8 – прослои песчаника; 9 – точки наблюдения и их номера; 10 – места находок фауны; 11 – номера интервалов разреза, показанных на колонке. На врезке: отдельно стоящая скала мыса Куб, представленная крупным олистолитом



**Рис. 8.** Контакт олистоstromы (интервал 4 в тексте) и слоистой пачки (интервал 3) в разрезе чекурской свиты на мысе Куб. Высота обрыва 30 м

В северной части острова закартированы крупные выходы черных и серых известняков среди верхнедевонских сланцев, которые также условно отнесены к чекурской свите (см. рис. 2). Значительная их часть представляет собой олистолиты, подобные тем, что наблюдались в клифе. В некоторых случаях такая интерпретация подтверждается наблюдениями в промоинах, показывающими, что известняки, по крайней мере, частично утыкаются в сланцы. Мы не знаем, можно ли распространить такую интерпретацию на все выходы: некоторые из них кажутся слишком большими, чтобы считать их олистолитами.

#### **Южная часть западного берега и мыс Казантип**

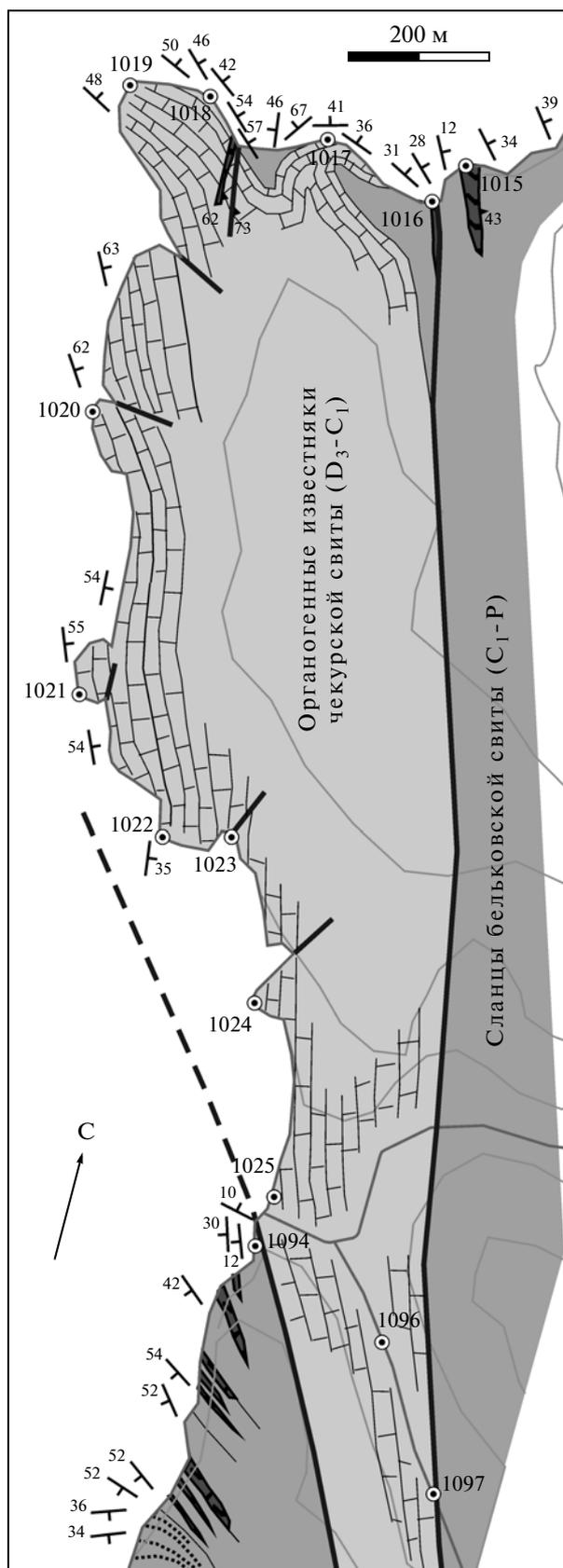
Обширный выход нерпалахской свиты располагается на западном берегу южнее опорного разреза (см. рис. 2) и по характеру отложений не отличается от последнего. Здесь удается наблюдать некоторые особенности, которые нечетко видны в опорном разрезе. Так, на севере этого участка породы падают в нетипичных для острова западных румбах, благодаря чему на больших площадках отпрепарированы текстуры в кровле песчаниковых пластов. Это единственное место на острове, где удается наблюдать валики ряби течения в плане, а не только в разрезе, что позволяет заме-

рить направления течений с гораздо большей точностью. Здесь наблюдались как асимметричные гребневидные валики ряби, так и лингвоидная рябь течения. Несколько южнее породы залегают вертикально или имеют крутое опрокинутое залегание, причем пласты обращены к обрыву своими подошвами. На этих поверхностях можно наблюдать великолепные подошвенные знаки, представленные преимущественно бороздами вымывания.

В южной части западного берега заслуживает описания карбонатная постройка, слагающая мыс Казантип, которую мы предположительно отнесли к кровле чекурской свиты. Здесь отложения чекурской свиты выходят в пределах поля распространения пород бельковской толщи и представлены лишь своей верхней частью (рис. 9; см. рис. 2, участок 5). Разрез интересен двумя особенностями:

- Органогенные известняки, которые слагали олистолиты в верхней части разреза мыса Куб (см. выше), на мысе Казантип образуют фрагмент неперемещенной карбонатной рифовой постройки видимой мощностью около 300 м.

- Это единственное место на острове, где в обрыве можно наблюдать согласный и постепенный



←  
**Рис. 9.** План выходов пород чекурской свиты в тектоническом блоке среди каменноугольно-пермских сланцев бельковской свиты. Мыс Казантип. Условные обозначения см. на рис. 7

переход от известняков чекурской свиты к черным сланцам бельковской толщи.

Видимый разрез чекурской свиты сложен единой нерасчленяемой толщей неслоистых или грубослоистых органогенных известняков, во всем подобных олистолитам мыса Куб. В отличие от среднедевонской соколовской свиты, часто встречаются известняки с фауной очень хорошей сохранности, хотя обычны также и массивные перекристаллизованные карбонатные породы, в том числе доломиты. Выделяются коралловые известняки (как фрагменты рифовой постройки, так и обломочные). Есть разности, переполненные крупными (более 10 см) брахиоподами, которые видны только на срезах. Встречаются такие же, как на мысе Куб, гастроподовые, криноидные, губковые известняки. Преимущественно, цвет пород светло-серый, но есть также и черные (в частности, криноидные) разности. В небольшом количестве присутствуют обломочные карбонатные фации.

### Южный берег

В обнажениях южного берега острова (см. рис. 2) целостные разрезы нерпалахской свиты также отсутствуют. Здесь многократно наблюдались ее контакты с подстилающими карбонатными среднедевонскими (?) породами, но все они оказались тектоническими. Вскрытые фрагменты нерпалахской свиты, вероятно, относящиеся к ее нижней половине, исключительно богаты конглобрекциями и глыбовыми диамиктитами. Эти породы вскрыты преимущественно вкосте простираения и имеют в поперечном сечении линзовидную форму (см. рис. 3Е). Здесь, вероятно, располагалась зона каналов, по которым происходило оползание гравитационных грязевых потоков, нагруженных обломками карбонатных пород.

### Восточная часть острова

На востоке острова составить сколько-нибудь связную последовательность пород нерпалахской свиты не удастся вследствие сложной и неясной структуры и неполной обнаженности. Куполовидный выступ известняков соколовской свиты среднего девона делит территорию, занятую отложениями нерпалахской свиты на две части — южную и северную (см. рис. 2, участки 2 и 3).

На южном участке разрез осмотрен по руслам 3-х ручьев, текущих с водораздела в юго-восточном направлении. Обнаженные участки, вскрытые по ручьям в виде коротких каньончиков, соответствуют приподнятым крыльям молодых сбросов. Почти по всей его площади распространены породы так называемой “рыжей пачки”, представленные известковистыми алевролитами и аргиллитами, переходящими в мергели, реже — известковистыми песчаниками. Все эти породы в выветрелом состоянии окрашены в рыжие тона и как они соотносятся с разрезом западного берега неизвестно.

На северном участке разрез нерпалахской свиты, по-видимому, более полный. Он богат прослоями песчаников и конгломератов, особенно в верхней части, и по составу пород больше похож на опорный. На двух уровнях встречены линзы (?) органогенного известняка с фауной брахиопод и кораллов; в разрезах западного берега подобные различия отсутствуют. Породы, напоминающие “рыжую пачку”, встречены только вблизи среднедевонского выступа, в видимой нижней части разреза (см. рис. 2, т. 1743).

В южной половине восточного берега на большом протяжении обнажены породы чекурской свиты, также представленные в нетипичных фациях (см. рис. 2, участок б). Разрез сильно нарушен, прерывается выходами пород третичного комплекса и телами пермо-триасовых диабазов; залегания меняются в широких пределах. Главной особенностью этого разреза является обилие грубообломочных карбонатных пород, часто содержащих фауну, в его нижней половине. Фрагменты раковин брахиопод и обломки кораллов также встречаются в цементе. Кроме глыбовых диамиктитов здесь присутствуют сортированные конгломераты и гравелиты с карбонатной галькой, иногда с отчетливой градиационной слоистостью: конгломерат (в основании пласта) сменяется гравелитом и выше — карбонатным песчаником. Отмечены конгломераты, содержащие гальку черного кремня, и гравелиты, содержащие кроме карбонатных обломков разрозненный гравий кварца. Галечные пляжи, которые эпизодически встречаются вдоль восточного берега, сложены преимущественно обломками этих пестрых карбонатных конгломератов. Мощность грубообломочной пачки около 270 метров.

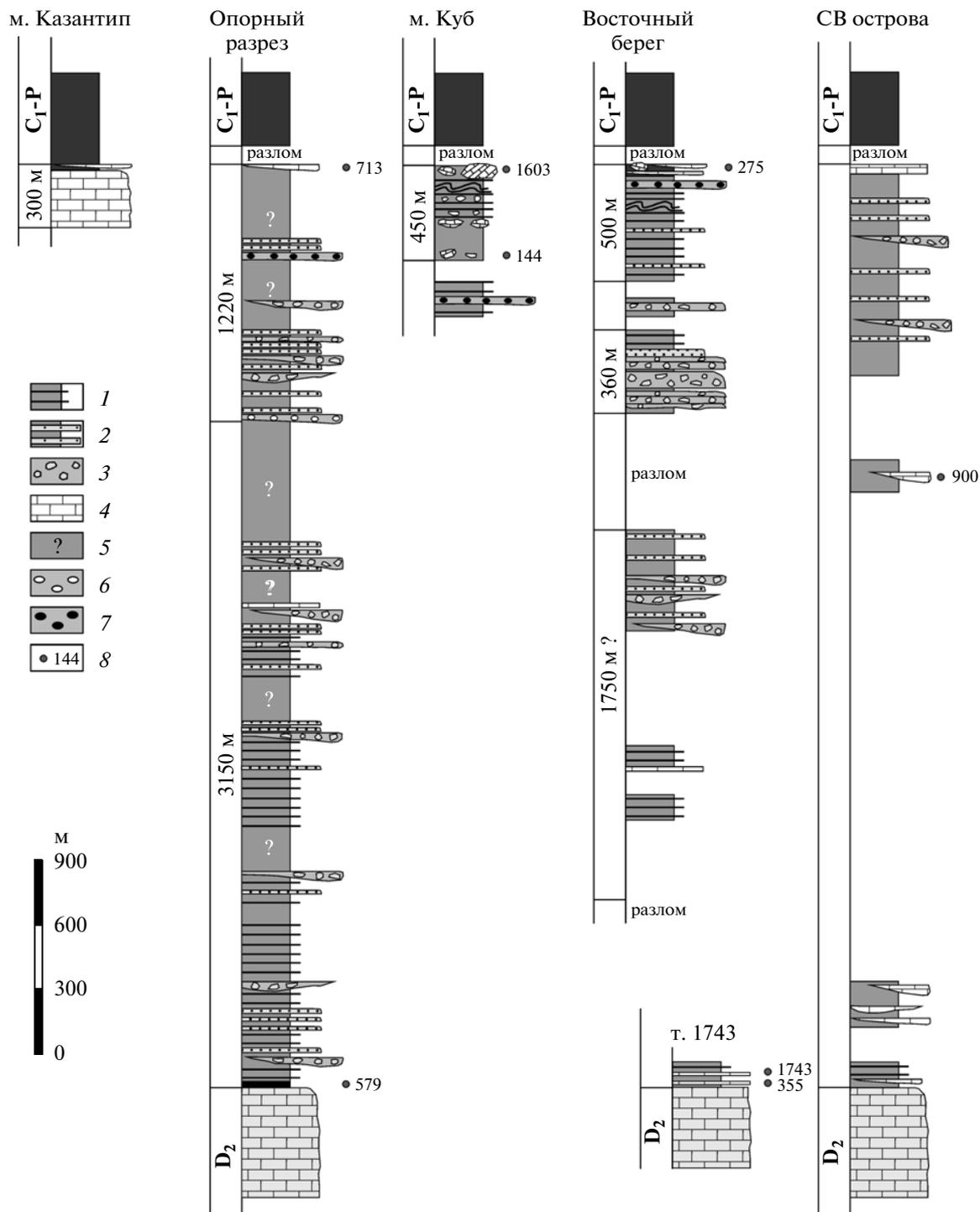
Верхняя часть чекурской свиты мощностью не менее 500 м в этом разрезе сложена преимущественно алевролитами и аргиллитами с редкими прослоями песчаника. Встречены внутрислоевые складки подводного оползания. В верхней половине этого интервала — многочисленные гори-

зонты диамиктитов. В 70–100 м ниже видимой кровли описан пласт конгломерата с хорошо окатанной кремневой галькой и глинистым цементом, редко в нем встречается также галька песчаника и кварца. Вблизи этого пласта в известковистых алевролитах—аргиллитах присутствуют многочисленные брахиоподы. Вблизи видимой кровли разреза залегает карбонатная пачка, представленная чередованием черного известняка и аргиллита. Некоторые пласты также переполнены брахиоподами. Верхняя часть пачки смята в складки подводного оползания и переходит в диамиктит с глинистым цементом. В нем присутствуют обрывки перемятых пластов органогенного известняка.

### ФАЦИАЛЬНАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ ОТЛОЖЕНИЙ ВЕРХНЕГО ДЕВОНА НА о. БЕЛЬКОВСКИЙ

Хотя по имеющимся наблюдениям мы не можем провести прямое сопоставление разрезов, фрагментарно обнаженных в разных частях острова (рис. 10), некоторые общие закономерности их изменения могут быть намечены. Во-первых, в самом северном разрезе чекурской свиты на западе острова, в ее средней части, зафиксировано большое количество олистолитов карбонатных пород размером до нескольких десятков метров. В этой же части острова, восточнее мыса Куб, закартировано множество крупных (до километра) тел карбонатных пород, обычно лишенных фауны, которые, скорее всего, также являются олистолитами, но могут представлять собой и непемещенные тела известняка, залегающие в разрезе чекурской свиты. В любом случае это указывает на то, что здесь обнажена иная фациальная зона свиты, более мелководная или более приближенная к борту бассейна, чем опорный разрез. Не исключено, что обломки и глыбы карбонатных пород в диамиктитах южной части острова являются продуктом дальнейшей дезинтеграции олистолитов при их перемещении вниз по склону.

В северо-восточной части острова (см. рис. 10) в разрезе нерпалахской свиты встречены органогенные известняки, отсутствующие в опорном разрезе. Они обнажены в виде развалов, и в связи с этим неясно, лежат ли они *in situ* или представляют собой перемещенные обломки. В любом случае, они приурочены к зоне, располагавшейся ближе к борту глубоководного бассейна. На востоке острова переход от мощной толщи карбонатных пород, которую мы идентифицировали как соколовскую свиту среднего девона, к нерпалахским сланцам осуществляется через переслаи-



**Рис. 10.** Корреляция разрезов верхнего девона в разных частях о. Бельковского

1 – преобладание глинистых и алевроит-глинистых турбидитов; 2 – преобладание песчаных турбидитов; 3 – карбонатные конгломераты (дебриты); 4 – известняк; 5 – плохообнаженные интервалы разреза, сложенные преимущественно аргиллитами; 6 – конгломерат с гравием кварца; 7 – конгломерат с черной кремневой галькой; 8 – уровни, на которых найдена фауна, и номера соответствующих образцов

вание сланцев и органогенных известняков. В целом создается впечатление, что разрезы нерпалахской свиты восточной части острова накапливались в более мелководной части бассейна, так как содержат прослой мергелей и органогенных известняков. Чекурская свита восточных разрезов также накапливалась ближе к берегу. Она отличается обилием грубообломочных карбонатных пород и присутствием в верхней части горизонтов, содержащих перемещенные раковины брахиопод.

Интересные данные получены для органогенных карбонатных пород в кровле чекурской свиты. В юго-западной части острова, где должны были бы располагаться самые мористые фации, напротив, расположена перемещенная карбонатная постройка, а северо-восточнее (ближе к берегу палеобассейна) — продукты ее разрушения. Эта “обратная” фациальная зональность обсуждается ниже.

#### ОБОСНОВАНИЕ ВОЗРАСТА РАЗРЕЗОВ

В данной статье не приводится подробный анализ всех находок ископаемой фауны. Важно отметить, что возраст, определенный по кораллам, оказался более древним, чем по конодонтам из тех же местонахождений. Заключение о возрасте по конодонтам, за редким исключением, согласуются с результатами картирования, что дает основание считать их более надежными [1] и не обсуждать данные по кораллам. В целом, имеющийся палеонтологический материал свидетельствует о том, что разрез нерпалахской свиты включает целиком франский ярус и часть фаменского яруса, а разрез чекурской — большую часть фамена и низы турне. Такие же возрастные рамки указаны и для стратотипов этих свит на о. Котельный [9].

#### Базальные горизонты нерпалахской свиты

Из богатых разнообразной фауной самых нижних горизонтов нерпалахской свиты (см. рис. 2, т. 579) определены гониатиты и конодонты [14]. Комплекс аммоноидей наиболее близок к таковому из нижнего франа Южного Тимана (из низов доманиковой свиты). Комплекс конодонтов отвечает зоне *Palmatolepis transitans* нижнего франа.

Кроме того, фауна была собрана из нижних видимых горизонтов нерпалахской свиты на востоке острова. В точке 355 (см. рис. 2) из прослоя брахиоподового известняка среди нерпалахских сланцев вблизи границы с массивными известняками соколовской свиты среднего девона выделены конодонты, представленные следующими

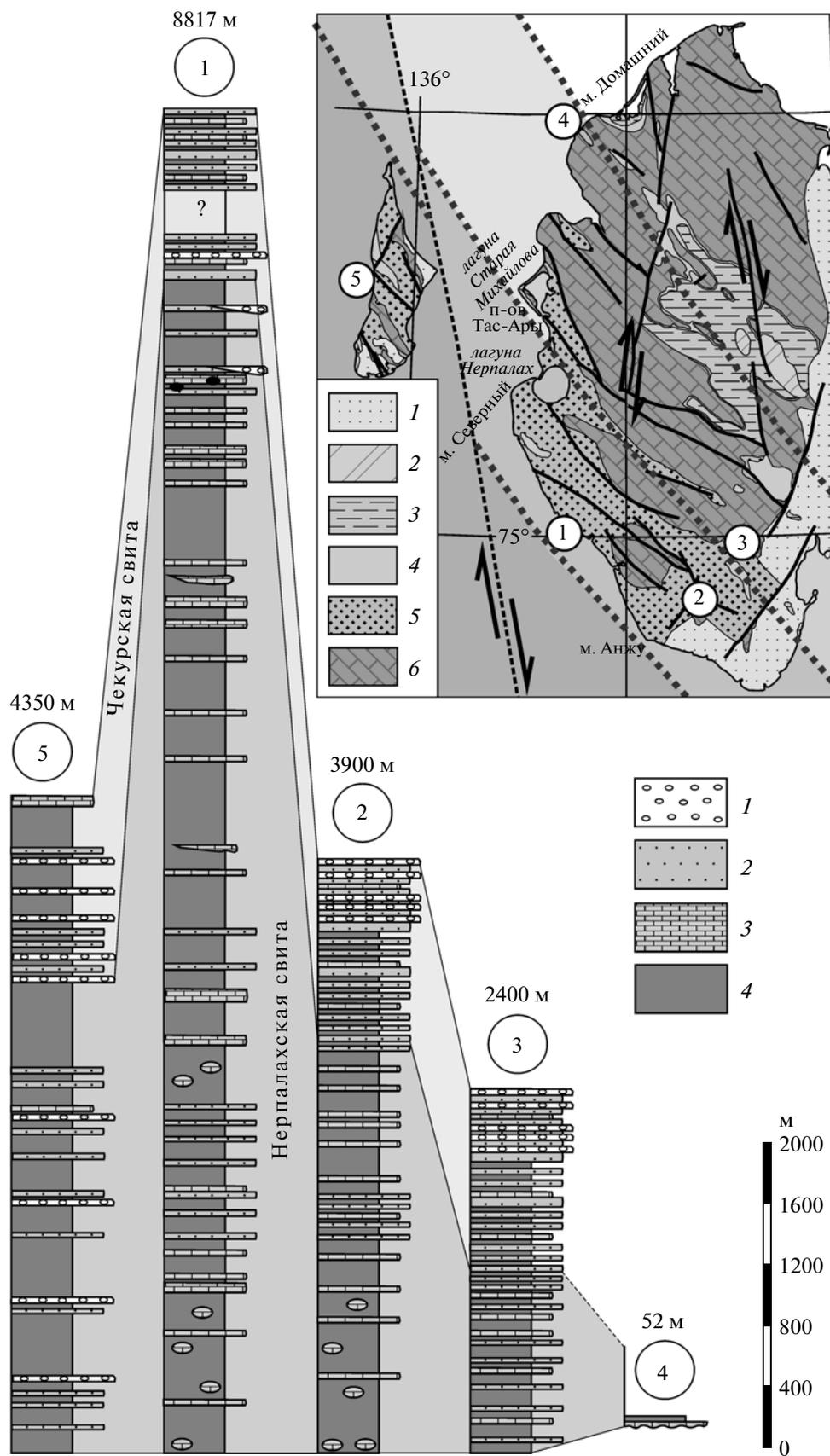
формами: *Palmatolepis minuta minuta* Br. et Mehl, *P. gracilis* Br. et Mehl, *P. ex gr. glabra* Ulrich et Bassl., *P. ex gr. perlobata* Ulrich et Bassl., *Polygnathus ex gr. webbi* Stauff., которые заставляют отнести вмещающие породы к нижнему—среднему фамену. Соседний пласт известняка (см. рис. 2, т. 1743) содержит другой комплекс конодонтов: *Polygnathus aff. politus* Ovn., *P. brevis* Miller et Young, *Palmatolepis rhenana* Bisch., *P. subrecta* Miller et Young, соответствующий верхнему франу. Мы предполагаем, что поле карбонатных пород, показанных нами как соколовская свита, содержит в верхней части разреза франские отложения, представленные здесь в нетипичных для нерпалахской свиты фациях. Среди этих карбонатных пород преобладают глинистые слоистые известняки, которые в выветрелом состоянии окрашены в рыжие тона. В соколовской свите западного берега подобных пород нет. Такое решение, однако, нельзя признать вполне убедительным. С одной стороны, наблюдается замечательное сходство базальных горизонтов нерпалахской свиты западного берега с доманиковыми слоями Тимана, удаленного на три тысячи километров от о. Бельковский. Это, вероятно, можно объяснить какими-то общими климатическими причинами и глобальными изменениями уровня моря. С другой стороны, полностью отсутствует корреляция этих горизонтов с предполагаемыми одновозрастными отложениями на востоке острова, расположенными всего в 15 км. Для решения вопроса необходимо повторное опробование данного разреза на конодонты для выделения более представительных комплексов.

#### Карбонатные прослои в средней части разреза верхнего девона

В центральной части острова из линзы известняка (см. рис. 2, т. 900), принадлежащей, вероятно, верхней части нерпалахской свиты, выделены фаменские конодонты *Palmatolepis minuta* Br. et Mehl, *Palm. gracilis* Br. et Mehl, *Polygnathus aff. politus* Ovn. Здесь же обнаружен среднедевонский (по-видимому, переотложенный) *Polygnathus webbi* Stauff.

Из олистолита известняка в т. 144 (см. рис. 2; рис. 7, видимые низы разреза чекурской свиты этого участка) выделены конодонты *Polygnathus* sp. Несмотря на плохую сохранность, эта находка все же позволила ограничить возраст олистолита верхним девонem.

К северо-востоку от мыса Куб в точке 149 (см. рис. 2) обнажены прослои сортированных карбонатных гравелитов, полностью состоящих из



**Рис. 11.** Обобщенные стратиграфические колонки верхнедевонских отложений на о-вах Котельный и Бельковский по данным [9, 29], дополнено наблюдениями авторов

Цифрами в кружках показано расположение разрезов:

1 — опорный разрез нерпалахской свиты (2.5 км к СЗ от устья р. М. Чуоралах), надстроенный разрезом чекурской свиты (нижнее течение р. Хос-Терюттях); 2 — разрез нерпалахской свиты (г. Малакатын-Тас), надстроенный разрезом чекурской свиты (бассейн рек Улахан-Сосолох и Улахан-Урасалах); 3 — разрез нерпалахской свиты (бассейн р. Карга), надстроенный разрезом чекурской свиты (бассейн рек Улахан-Сосолох и Улахан-Урасалах); 4 — разрез нерпалахской свиты на СЗ о. Котельный (район устья р. Соколова); 5 — опорный разрез нерпалахской и чекурской свит в западной части о. Бельковский.

Условные обозначения к колонкам: 1 — конгломераты и гравелиты; 2 — песчаники; 3 — известняки; 4 — аргиллиты и алевролиты.

Условные обозначения к геологической карте о-вов Котельный и Бельковский (на врезке):

1 — четвертичные; 2 — меловые; 3 — триасовые—юрские; 4 — каменноугольные—пермские; 5 — верхнедевонские—турнейские; 6 — ордовикские—среднедевонские отложения.

На схеме однотонной заливкой показано предполагаемое распространение следующих палеогеографических зон для франского века (от белого к темно-серому): суша, литораль, сублитораль, батияль (склон); точечным пунктиром — границы зон. Черный пунктир обозначает предполагаемый правый сдвиг в проливе Заря (см. текст)

обломков разнообразной скелетной фауны. Из них выделены конодонты *Mesotaxis asymmetricus* (Bisch. et Ziegl.), *Palmatolepis* sp., *Polygnathus* ex gr. *webby* Stauf., *Icriodus* sp., имеющие франский (скорее всего, нижнефранский) возраст. Мы предполагаем, что все они переотложены вместе с остальными органогенными обломками.

#### Возраст верхней карбонатной пачки чекурской свиты

Почти во всех изученных нами разрезах в видимой кровле верхнедевонских отложений залегают органогенные известняки. Выше по разрезу с тектоническим, в отдельных случаях со стратиграфическим контактом лежат легко узнаваемые черные аргиллиты каменноугольно-пермской бельковской толщи. Картируя территорию острова, мы все подобные выходы, приуроченные к границе основных литостратиграфических подразделений, считали разновозрастными (см. рис. 10). К сожалению, представительные комплексы конодонтов удалось выделить лишь из некоторых подобных выходов.

В кровле опорного разреза в точке 713 (см. рис. 2, 4, 10) известняки охарактеризованы конодонтами *Polygnathus inornatus* Branson, *P. zepolensis* Spasov, *Neopolygnathus communis* Br. et Mehl, *Siphonodella praesulcata* Sandberg, *Spathognathodus crassidentatus* Br. et Mehl, *Bispathodus stabilis* Br. et Mehl. Этот комплекс датирует вмещающие породы как верхнефаменские, что согласуется с ожидаемым возрастом. На противоположном борту синклинали, сложенной бельковскими сланцами, в видимой кровле разреза в днище ручья также выходят развалы органогенного известняка (см. рис. 2, т. 636), содержащего *Polygnathus inornatus* Branson, *Icriodus* ex gr. *costatus* Thomas, *Neopolygnathus* cf. *communis* Br. et Mehl. Этот

комплекс определяет возраст карбонатной пачки в интервале средний—верхний фамен.

На восточном берегу острова в видимой кровле чекурской свиты вблизи тектонического контакта с бельковской толщей в точке 275 (см. рис. 2) из пласта черного брахиоподового ракушняка выделены *Siphonodella duplicata* Br. et Mehl, *S. sulcata* Huddle, *S. praesulcata* Sandb., *Bispathodus costatus* Brans., *Polygnathus inornatus* Brans., *Spathognathodus crassidentatus* Br. et Mehl. Комплекс содержит зональную форму *duplicata*, которая указывает на низы турнейского яруса нижнего карбона. Приведенные определения доказывают, что карбонатные горизонты в верхах чекурской свиты не являются строго разновозрастными, но накапливались в конце позднего фамена и в начале раннего турне.

Существует проблема с возрастом карбонатных пород на мысе Казантип западного берега острова (см. рис. 2, 9). В.Ф. Непомилуев [9] указывал на находку в них турнейских брахиопод, что вполне согласуется с присутствием вышележащих бельковских сланцев. Однако выяснилось, что он отнес к чекурской свите пачку известняка мощностью 25–30 м в кровле этого выхода, а остальные известняки отнес к нерпалахской свите. У нас, однако, нет сомнений, что весь разрез карбонатных пород мыса Казантип — единая рифовая постройка, подстилающая бельковские слои, и принадлежит кровле чекурской свиты.

Еще менее определенная информация имеется о возрасте олистолитов органогенного известняка мыса Куб. Из олистолита, слагающего сам мыс Куб (см. рис. 2, рис. 7, т. 1603), выделены раннефаменские (?) конодонты: *Palmatolepis minuta* Br. et Mehl, *Polygnathus* ex gr. *politus* Ovn. и ? “*Avignathus*” sp. Однако эти определения нельзя считать вполне надежными. Общая последователь-

ность напластования отложений, которая выявляется при картировании, кажется нам более весомым признаком относительного возраста. Единственное место на острове, где мы наблюдали аналогичные органогенные известняки — это мыс Казантип. Мы предполагаем, что обломки в олистостроме представлены продуктами разрушения той же самой карбонатной постройки и имеют позднефаменский—раннетурнейский возраст.

Таким образом, несмотря на ряд неясностей при определении возраста частных разрезов и их корреляции, временной интервал накопления рассматриваемых склоновых отложений определен вполне уверенно как начало франа—начало турне. Однако многие вопросы остались нерешенными. Надежное определение возраста пород, обнаженных на о. Бельковский — главная задача дальнейшего изучения острова. Основной инструмент биостратиграфических исследований — растворение карбонатных пород для выделения конodontов, причем желателен отбор больших проб (по 5–10 кг). Первоочередные объекты, возраст которых пока обоснован преимущественно по геологическим данным, это западные мысы: Куб и Казантип. Интересно было бы также датировать и все остальные выходы карбонатных пород на острове, включая обломки в глыбовых диамиктиках верхнего девона. Мы встречали на острове фрагменты разреза, которые вообще не были похожи ни на одну из знакомых нам свит. Например, карбонатные породы, закартированные нами и предшественниками как соколовская свита среднего девона, чрезвычайно фациально разнообразны, и не исключено, что среди них могут находиться более древние отложения.

#### ФАЦИАЛЬНАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ ОТЛОЖЕНИЙ ВЕРХНЕГО ДЕВОНА НА о. КОТЕЛЬНЫЙ

Авторы настоящей статьи наблюдали разрезы верхнего девона только в северной половине западного берега острова (п-ов Тас-Ары, мыс Северный, район устья р. Соколова, бухта Нерпалах) и опорных разрезов не видели. Приведенная ниже краткая сводка (рис. 11) составлена в основном по материалам М.К. Косько и его коллег [9]. Следует упомянуть присутствие красноцветных и пестроцветных пород, отмеченное геологами НИИГА на разных уровнях разреза верхнего девона и интерпретированное как признак мелководности отложений. Во всех случаях, когда мы наблюдали цветные породы верхнего девона, окраска была несомненно вызвана изменениями пород в верхнемеловой—третичной коре выветривания.

Мы не исключаем, что все пестроцветные породы, описанные на острове, имеют аналогичное происхождение.

В опорном разрезе на юго-западном берегу о. Котельный нерпалахская свита расчленена на три подсвиты, которые, однако, никак не коррелируются с разрезом о. Бельковский, поэтому мы даем их обобщенную характеристику. Свита сложена преимущественно аргиллитами с прослоями алевролитов. По всему разрезу встречаются горизонты известняков, обычно с бентосной фауной, которые на некоторых интервалах преобладают; вблизи кровли описаны карбонатные биогермы и сопровождающие их шлейфы обломков. В середине и верхней части разреза присутствуют прослои волнисто-косослоистых существенно кварцевых песчаников; отмечены знаки волновой ряби. В верхней части разреза описаны единичные линзы и пласты полимиктовых конгломератов и гравелитов. Возраст пород свиты определен по брахиоподам, кораллам и двустворкам, которые в изобилии встречаются по всему разрезу. На подстилающей соколовской свите среднего девона нерпалахские аргиллиты в опорном разрезе залегают согласно. К северу и северо-востоку от стратотипа на границе среднего и верхнего девона предполагается перерыв. Битуминозных сланцев в основании верхнего девона на юго-западе о. Котельного не описано, но указано, что цвет аргиллитов и алевролитов в нижней пачке нижней подсвиты черный. Общая мощность свиты здесь оценена геологами НИИГА в 7717 м (см. рис. 11, разрез 1). Однако М.К. Косько (устное сообщение) предполагает, что эта оценка может оказаться завышенной: моноклиальный разрез в клифе неоднократно прерывается долинами ручьев, к которым могли быть приурочены сбросы.

К востоку и северу от опорного разреза мощность нерпалахской свиты быстро уменьшается, отложения становятся еще более мелководными. Так, в районе г. Малакатын-Тас (около 25 км от опорного разреза вкост простирания фациальной зональности; см. рис. 11, разрез 2) общая мощность свиты не превышает 2700 м, в ее составе увеличивается доля песчаников и красноцветных пород. Еще восточнее, в бассейне р. Карга (см. рис. 11, разрез 3) мощность нерпалахской свиты по оценкам съемщиков составляет 1200 м, по всему разрезу присутствуют песчаники и красноцветы. На западном берегу о. Котельного (п-ов Тас-Ары, мыс Северный) обнажены фрагменты разреза свиты, в обоих случаях, вероятно, принадлежащие ее верхам. На северо-восточном берегу п-ова Тас-Ары свита сложена глинистыми

и органогенными известняками, аргиллитами и алевролитами. В верхах разреза появляются прослои песчаника с карбонатным цементом и со знаками волновой ряби. На мысе Северный для свиты также характерно обилие карбонатных пород. Видимая мощность нерпалахской свиты в каждом из этих разрезов составляет первые сотни метров. Наконец, наиболее сокращенный разрез описан к юго-западу от мыса Домашний (см. рис. 11, разрез 4). Здесь на породах среднего девона залегает толща видимой мощностью 50–60 м, представленная органогенными и органогенно-обломочными известняками и доломитами, переслаивающимися с цветными глинами. По брахиоподам и остаткам рыб она датирована средним франом. Предполагается, что в нескольких километрах севернее на среднедевонских известняках залегают каменноугольные отложения. Однако согласно нашим наблюдениям на этом участке макрофауна крайне редка, а разрез сильно нарушен разломами, поэтому однозначно говорить об отсутствии отложений верхнего девона трудно. Не исключено, что он здесь представлен породами, которые мало отличаются от подстилающих и перекрывающих. В центральной части острова верхнедевонские породы, вероятно, действительно отсутствуют. Здесь на карбонатном палеозойском разрезе, заканчивающемся, по-видимому, средним девонем, залегает маломощная карбонатная же толща, отнесенная к верхнему палеозою [9]. В двух точках для этой толщи в 2010 г. авторами по брахиоподам подтвержден нижнепермский возраст, определения В.Г. Ганелина (устное сообщение), но прямых данных о среднедевонском возрасте подстилающих карбонатов нет.

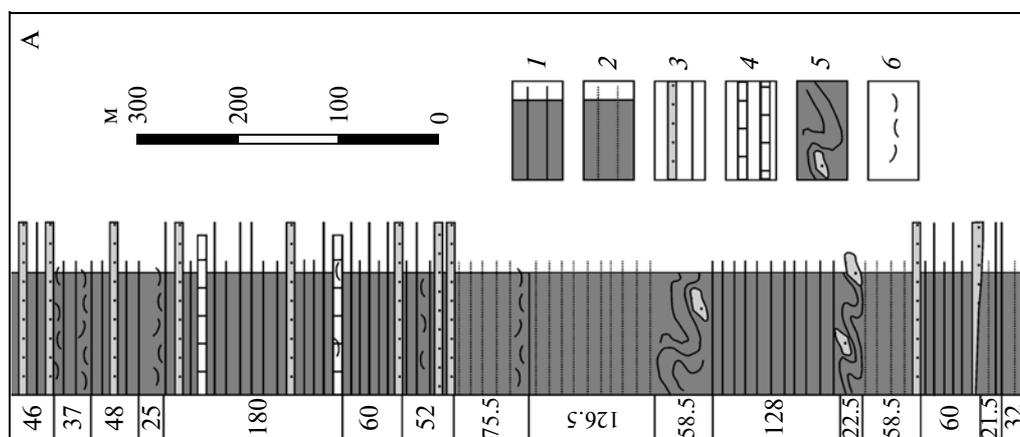
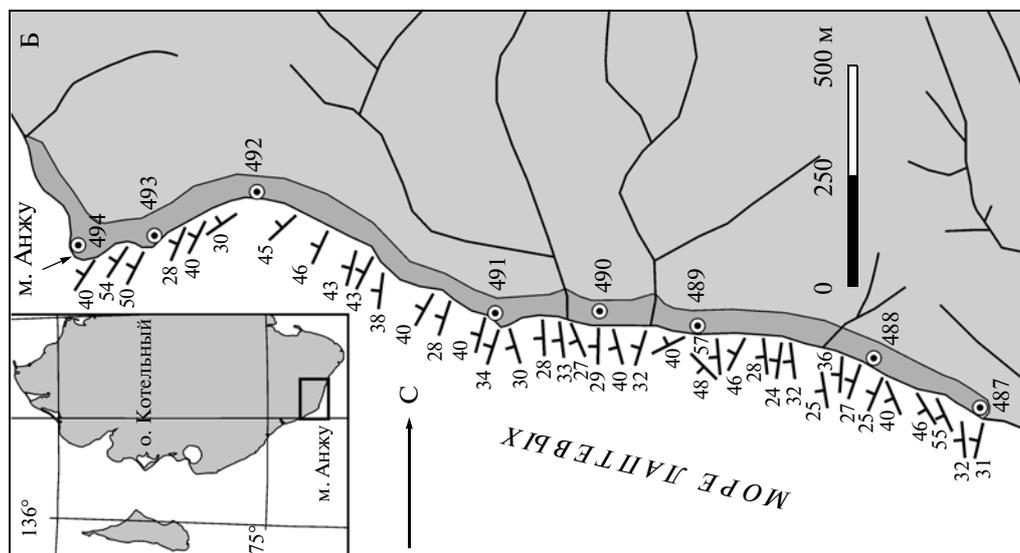
Отложения чекурской свиты имеют на о. Котельном сходное распространение с подстилающими нерпалахскими породами за исключением того, что к северу от лагуны Старой Михайлова первые не известны. Наиболее полный разрез чекурской свиты общей мощностью 1100 м описан в нижнем течении р. Хос-Терюттях вблизи опорного разреза нерпалахской свиты (см. рис. 11, разрез 1). В его нижней части (290 м) распространены полимиктовые и кварцевые песчаники перекрестно-косослоистые, алевролиты, гравелиты, аргиллиты. Присутствуют прослои доломитов и детритовых известняков. Вышележащие 300 м разреза не обнажены. Верхняя часть свиты мощностью 525 м сложена известковистыми и доломитистыми песчаниками и алевролитами, песчанистыми и органогенно-обломочными известняками. Возраст свиты определен по брахиоподам, харофитам и фораминиферам и включает фаменский и турнейский века.

Севернее, на п-ове Тас-Ары, в составе чекурской свиты преобладают песчаники и алевролиты, характерны мощные пачки крупнозернистых косослоистых песчаников, в том числе со знаками волновой ряби или крупномасштабной однонаправленной косою слоистостью. Последние сходны с фацией дельты Гилбертового типа. В верхней части свиты появляются глинистые известняки и карбонатные песчаники. Ориентировочная мощность чекурской свиты здесь около 200–300 м.

В южной части острова (см. рис. 11, разрезы 2, 3) нижняя подсвита (800 м) чекурской свиты сложена волнисто-косослоистыми цветными песчаниками и алевролитами с прослоями органогенно-обломочных известняков. Верхняя подсвита (400 м) включает пестрые косослоистые песчаники, конгломераты и гравелиты, редкие прослои песчаных органогенно-обломочных известняков.

Мощность отложений чекурской свиты в западной, южной частях о. Котельного и на о. Бельковском сходна (1100–1200 м), но уже на п-ове Тас-Ары сильно сокращается и по нашим оценкам не превышает первых сотен метров. Данных о мощностях свиты в наиболее северных и восточных выходах нет, но мы предполагаем, что там они еще более сокращены. Во всех описанных выходах о. Котельного отложения фамена–турне мелководны, в районе п-ова Тас-Ары, по-видимому, существовала прибрежная обстановка.

Уменьшение мощности нерпалахской свиты в северо-восточном направлении и появление прибрежных фаций, а также выклинивание чекурской свиты позволяют в пределах о. Котельный наметить фаціальную зональность отложений верхнего девона [29]. Территория современных центральной и северо-восточной частей острова, по-видимому, на протяжении всего позднего девона–турне была приподнята над уровнем моря. Разрезы юго-восточной части острова, богатые песчаниками с косослоистыми текстурами и знаками волновой ряби, и характеризующиеся относительно небольшой по сравнению с опорным разрезом мощностью, относятся к мелководью. Отложения юго-западной части о. Котельный накапливались в более удаленных от берега условиях. Широкое распространение в этих разрезах известняков с бентосной фауной и песчаников с волновой рябью позволяет ограничить глубину формирования верхнедевонского комплекса областью верхней сублиторали. Гигантская мощность отложений нерпалахской свиты в этом разрезе указывает на быстрое конседиментационное



**Рис. 12.** Верхний девон в районе мыса Анжу (юго-западный берег о. Котельный)

А. Стратиграфическая колонка для изученного фрагмента разреза нерпалахской свиты. Слева от колонки показаны мощности пачек в метрах.

1 – тонкослоистые алевролиты; 2 – то же, слоистость неявная; 3 – прослой песчаников; 4 – прослой известняков; 5 – складки подводного оползания и закатыши песчаника в алевролит-глинистом матриксе; 6 – скопления раковин брахиопод.

Б. План выходов пород верхнего девона в районе мыса Анжу. На врезке – географическое положение участка.

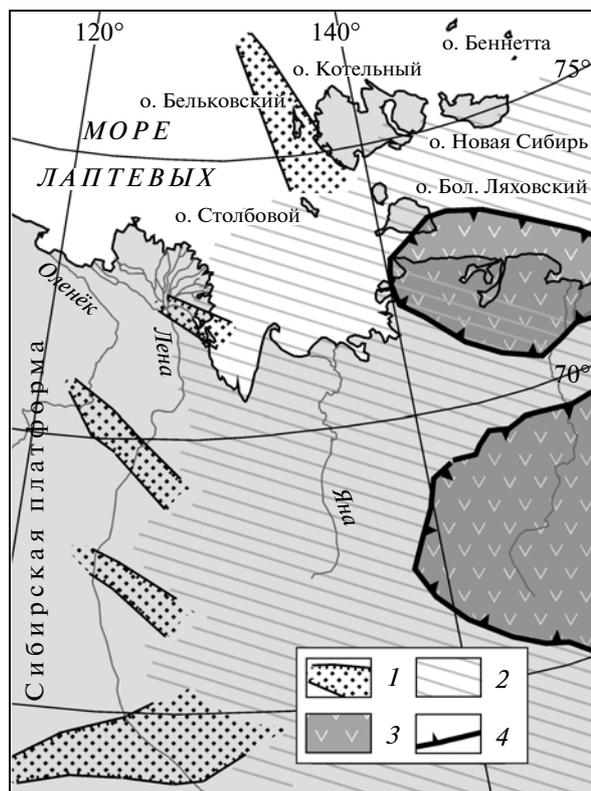
В. Типичные ритмично-слоистые алевролиты, слагающие большую часть разреза верхнего девона на мысе Анжу

прогибание. Можно предположить, что наиболее мористые и наиболее мощные разрезы, описанные в ЮЗ части о. Котельный, накапливались в синсбросовой седиментационной ловушке. Прогибание на протяжении верхнего девона здесь было, по-видимому, преимущественно компенсированным, о чем свидетельствует присутствие мелководных фаций на разных уровнях разреза.

В середине сентября 2013 г. нам, совместно с участниками экспедиции ВСЕГЕИ на НЭС “Михаил Сомов”, удалось посетить разрез верхнего девона на юго-западном берегу острова Котельный в районе мыса Анжу (рис. 12). Виденный нами фрагмент мощностью 1030 м (определено графически; см. рис. 12А) охватывает среднюю и часть нижней подсвиты нерпалахской свиты [10]. Мы считаем необходимым привести здесь его краткую характеристику, т.к. породы имеют черты сходства как с близкорасположенным опорным разрезом о. Котельный, так и с отложениями о. Бельковский.

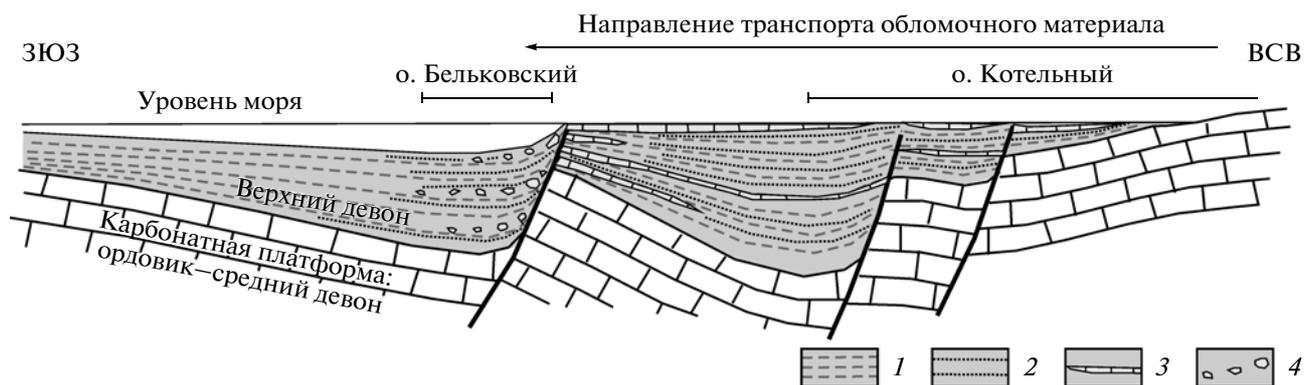
Обнажение представляет собой почти непрерывную серию коренных гривок в пляже (см. рис. 12Б). В разрезе преобладают тонкослоистые кливажированные серые алевролиты (см. рис. 12В). Слоистость параллельная, иногда заметна прямая градация материала. Присутствуют также пачки мощностью в несколько метров, сложенные сближенными пластами (от 5 до 70 см) мелкозернистых песчаников; на кровле часто присутствуют симметричные валики волновой ряби. В некоторых случаях песчаники слагают линзы, по-видимому, представляющие собой результат заполнения подводных каналов. На двух уровнях присутствуют пачки (22 и 58 м) со складками подводного оползания. В них местами порода превращена в алевролит-глинистый диамиктит, содержащий обрывки пластов и закатыши песчаника. Перечисленные разновидности пород типичны для нижних 500 м изученного фрагмента верхнедевонской толщи. Для вышележащего разреза характерно обилие песчаников и присутствие скоплений раковин брахиопод на ряде уровней; отмечено три горизонта известняков – мощный (2.2 м) комковатый пласт битуминозного известняка с брахиоподами в 335 м ниже

кровли описанного разреза и два прослоя также комковатого конгломератовидного известняка (20 и 40 см) в 135 м выше. Кроме упомянутых седиментационных текстур, в песчаниках и алевролитах верхней половины разреза присутствуют знаки нагрузки и конволютная слоистость; в единичных случаях наблюдались валики ряби течений, взбирающаяся рябь, нарушение слоистых текстур биотурбацией, штормовая слоистость



**Рис. 13.** Рифты Сибирской платформы по [16]; рифт на шельфе моря Лаптевых – данная работа; сутуры по [30]

1 – верхнедевонские–нижнекаменноугольные рифты; 2 – верхоянский комплекс склоновых отложений пассивной окраины Сибирской платформы, обращенной к Пацифике (средний карбон–нижняя юра); 3 – террейны, причлененные к восточной окраине Сибирской платформы со стороны Пацифики; 4 – сутуры (Хромская и Колымская петли)



**Рис. 14.** Гипотетический профиль через верхнедевонский рифт, фрагменты которого обнажены на островах Бельковский и Котельный, построенный для середины франского века

1 – глинистые осадки; 2 – песок; 3 – карбонатные осадки; 4 – обломки карбонатных пород

(hummocky cross-stratification), мелкомасштабные складки подводного оползания.

Изученные на мысе Анжу отложения, безусловно, накапливались в более мелководной обстановке, чем породы о. Бельковский; об этом свидетельствует волновая рябь и обилие бентосной фауны. Однако, в отличие от опорного разреза о. Котельный, описанного съемщиками примерно в 30 км к северо-западу, здесь почти отсутствуют известняки; преобладают ритмично-слоистые алевролиты, встречаются заметные пачки диамиктитов.

### ВЕРХНЕДЕВОНСКИЙ ПРОГИБ О. БЕЛЬКОВСКИЙ И СИСТЕМА РИФТОВ ВОСТОЧНОЙ ОКРАИНЫ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

В начале позднего девона Новосибирская карбонатная платформа превратилась в размываемую сушу на северо-востоке о. Котельный, в то время как в его юго-западной части и на о. Бельковский заложился прогиб, который начал заполняться глинистыми и обломочными осадками. На протяжении позднего девона в результате конседиментационного прогибания в нем накопилась многокилометровая толща осадочных пород. Так же, как Л.М. Парфенов, А.В. Прокопьев и их коллеги [15], мы интерпретируем эту структуру как рифт, аналогичный другим рифтам восточной окраины Сибирской платформы (рис. 13). Одновременно с рифтогенезом, области, обрамляющие прогибы, испытали поднятие и размыв. Предполагается, что рифты продолжались далее на восток в направлении окраины Сибирской платформы под перекрывающими их отложениями верхоянского комплекса [16].

Наш прогиб отличается от остальных рифтов Сибирской платформы особенностями палеогеографии бассейна. В последних накапливались мелководные, часто соленосные отложения, максимальная мощность которых достигает 6 км в Вилуйском рифте. В нашем случае заполнение рифта – нормальные морские осадки, в осевой части – относительно глубоководные. Возможно, такое различие вызвано тем, что в Сибирских рифтах обнажены только их тыловые зоны, максимально приближенные к суше, в то время как устьевые части, приближенные к краю Сибирской платформы, скрыты под отложениями верхоянского комплекса (см. рис. 13). Сибирские прогибы характеризуются синрифтовым магматизмом: изливанием базальтов, внедрением даек и силлов [13, 16]. Многочисленные проявления базальтового магматизма в форме разнообразных интрузивных тел и эруптивной брекчии распространены также на о. Бельковский и встречаются на о. Котельный. Все эти тела мы ранее интерпретировали как проявления пермо-триасового Сибирского траппового магматизма [11], но не исключено, что некоторая часть интрузий может оказаться позднедевонской.

Рифтовая интерпретация предполагает сбросовые ограничения прогиба. Зона некомпенсированного осадконакопления на о. Бельковский, включающая глыбовые диамиктиты, вероятно, была ограничена с северо-востока конседиментационным сбросом. Можно предполагать, что эпизодические перемещения по этому сбросу или по системе сбросов вызывали обрушение карбонатных пород, накапливавшихся на верхней бровке соседней мелководной зоны. Не исключено также обрушение более древних карбонатных пород, вскрытых вдоль сброса, ограничивающего эту зону. Тот факт, что фации о. Бельковский не просле-

живаются на о. Котельный, что было бы ожидаемо при СВ-ЮЗ зональности, можно объяснить наличием меридионального правого сдвига в проливе Заря, положение которого предположительно показано на рис. 11. Разломы с подобной кинематикой и ориентировкой присутствуют на о. Котельном; влияние меридиональных правосдвиговых деформаций читается также в структуре о. Бельковский [30]. Депоцентр, выявленный М.К. Косько в юго-западной части о. Котельный, также, вероятно, был ограничен системой сбросов от участков бассейна, лежащих восточнее, прогнутых в меньшей степени.

На о. Бельковский мощность нерпалахской свиты составляет 3150 м, что вдвое меньше мощности свиты на юго-западе о. Котельный. При этом, отложения франа о. Бельковский явно более глубоководны и накопились дальше от берега: они содержат склоновые фации, лишены нормальных известняков, крайне бедны фауной. Так как депоцентр в ЮЗ части о. Котельный был полностью засыпан осадками, а территория о. Бельковский осталась некомпенсированной, мы предполагаем, что транспорт обломочного материала осуществлялся с СВ на ЮЗ. Прогиб о. Котельный служил седиментационной ловушкой, и в зону о. Бельковский поступало недостаточно осадочного материала. Эти черты проиллюстрированы гипотетическим профилем через рифт, построенным для начала–середины фамена (рис. 14). Так как верхнедевонские породы смяты в складки и нарушены разломами в обстановке сжатия, то общая ширина документированной части бассейна была несколько шире, чем сейчас.

В конце фамена–начале турне рифтогенный прогиб, или та его часть, которая представлена выходами пород на о. Бельковский, был полностью компенсирован вследствие замедления прогибания, и в нем начали накапливаться органические известняки. Эта часть разреза обладает отчетливой фациальной зональностью. В восточной части острова это маломощные брахиоподовые известняки; в центральной части – относительно маломощные криноидные, брахиоподовые и коралловые известняки, возможно, в перемещенном виде; на мысе Куб – олистострома, состоящая из обломков органических известняков до нескольких десятков метров; на крайнем юго-западе – на мысе Казантип – мощная (300 м видимой мощности) рифовая постройка. То есть, в данном случае транспортировка продуктов разрушения рифовой постройки, похоже, осуществлялась с приподнятого западного борта в восточном направлении. Мы, однако, не можем однозначно рассматривать риф мыса Казантип

как постройку, венчающую западный борт рифтогенного бассейна, по двум причинам. Во-первых, это мог быть барьерный риф на окраине континентального массива: юго-западнее (в современных координатах) мог располагаться глубоководный бассейн, а северо-восточнее, на территории, отвечающей о. Бельковский, зарифовая лагуна, куда поступали продукты разрушения рифовой постройки. Во-вторых, на основании имеющихся противоречивых палеонтологических данных мы не можем достоверно обосновать разновозрастность всех перечисленных выходов карбонатных пород.

Позднедевонский рифтогенез привел к дроблению восточной окраины Сибирской платформы и отчленению от нее множества континентальных блоков (например, [7]), одним из которых, по мнению некоторых геологов (например, [15]) являлся “Котельный террейн”. Более логичным является предположение о том, что верхнедевонский рифт на о-вах Бельковский и Котельный входит в систему рифтов Сибирской платформы, которые через равные промежутки располагаются на ее восточной окраине (см. рис. 13). Также как и в остальных рифтах, показанных на рисунке, процесс растяжения здесь не привел к образованию океанического бассейна. Авторы считают, что “Котельный террейн” никогда не покидал территорию Сибирской платформы и находится в ее составе до настоящего времени [12]. Отсутствие океана в позднем палеозое, триасе и юре между Сибирью и “Котельным террейном” доказывается принадлежностью последнего к Сибирской трапповой провинции [30, 31] и присутствием Северо-Таймырских обломочных цирконов в позднекаменноугольных, пермских, карнийских (верхний триас) и нижнеюрских песчаниках о. Котельный (неопубликованные данные авторов). Прямой транспорт обломочного материала из Северо-Таймырского орогена на территорию современного о. Котельный однозначно указывает на то, что оба региона входили в состав единого континента.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На рубеже среднего и позднего девона на территории Новосибирской карбонатной платформы резко изменился характер осадконакопления: в ее пределах образовался рифтовый прогиб, конседиментационно заполнявшийся гигантским объемом осадочного материала. Этот материал преимущественно переносился с севера–северо-востока. Его источником являлась осушенная карбонатная платформа. Кварцевая и силикатная кластика поступала из отдаленных поднятий, ве-

роятно, необнаженных на Новосибирских островах. В разрезах о. Бельковский наблюдается весь процесс заложения рифта в непрерывной последовательности: карбонатный кризис, короткий всплеск биопродуктивности и накопление доминируемых фаций, сменившееся накоплением глинистых и песчано-глинистых пород в обстановке прогибания. В короткий начальный период погружения в бассейн поступало мало аллохтонного материала. Затем бассейн стал областью лавинной седиментации, которая полностью подавляла автохтонный осадочный материал. Замедление прогибания, уменьшение объема привноса аллохтонной кластики и компенсация бассейна в той его части, которая видна в обнажениях о. Бельковский, осуществились только в конце фамена—начале турне, когда начали накапливаться органогенные известняки, встреченные как на востоке, так и на западе острова.

Разрезы о. Бельковский продолжают тенденцию к углублению позднедевонского бассейна в западном—юго-западном направлении, намеченную на о. Котельный [29]. Несмотря на огромный объем осадочного материала, поступавшего в бассейн, и гигантские мощности накопившихся в нем осадков, прогибание здесь оставалось не компенсированным на протяжении всего позднего девона. В разрезах о. Бельковский отложения этого возраста представляют собой результат гравитационного перемещения масс осадка разной консистенции вниз по склону бассейна и результат переотложения осадка вдольсклоновыми течениями. Такая ассоциация пород могла накапливаться как на континентальном склоне, так и в пределах узкого рифта. Мы не получили данных, указывающих на образование океанического бассейна западнее о. Бельковский, как и доказательств того, что западнее располагался противоположный борд рифта. Обратная фациальная зональность (углубление бассейна в СВ направлении) выявлена только для карбонатных пород верхов фамена—низов турне, но и она может интерпретироваться двояко. Вопрос о том, что происходило в позднем девоне западнее о. Бельковский, может быть решен другими методами, такими как сопоставление разрезов позднего палеозоя, триаса и юры Новосибирских островов и других арктических регионов, реконструкция палеобиогеографии бассейнов этого возраста, датирование обломочных цирконов.

*Благодарности.* Авторы благодарны И.Л. Сороке за определение коллекции ругоз с острова Бельковский и О.А. Корчагину за изготовленные им микрофотографии конодонтов. Мы выражаем признательность К.Е. Дегтяреву, Т.Н. Херасковой

и Ю.А. Воложу, за замечания, которые позволили улучшить статью. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты №№ 13-05-01107, 13-05-00334 и 14-05-31042).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Аристов В.А., Чернышук В.П.* Переотложение конодонтов и его значение для решения некоторых вопросов геологии // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1988. Т. 63. Вып. 6. С. 40–56.
2. *Богданов Н.А.* Тектоника Арктического океана // Геотектоника. 2004. № 3. С. 13–30.
3. *Бульванкер Э.З.* Девонские четырехлучевые кораллы окраин Кузнецкого бассейна. Л.: ВСЕГЕИ, 1958. 218 с.
4. *Вольнов Д.А., Войцеховский В.Н., Иванов О.А., Сороков Д.С., Яшин Д.С.* Новосибирские острова / Под ред. Ткаченко Б.В., Егизаров Б.Х. Геология СССР. Т. XXVI. Острова Советской Арктики. М.: Недра, 1970. С. 324–374.
5. *Вольнов Д.А., Лопатин Б.Г., Сороков Д.С., Косько М.К., Иваненко Г.В., Дорофеев В.К., Пашковская Е.А.* Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1000000 (новая серия). Лист S-53-55. Новосибирские острова. Объяснительная записка. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 1999. 208 с.
6. *Дорофеев В.К., Благовещенский М.Г., Смирнов А.Н., Ушаков В.И.* Новосибирские острова. Геологическое строение и минералогия. СПб.: ВНИИОкеангеология, 1999. 130 с.
7. *Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.И., Натанов Л.М.* Тектоника литосферных плит территории СССР. Кн. 2. М.: Недра, 1990. 334 с.
8. *Косько М.К.* Структурно-фациальная зональность ордовик-среднедевонского карбонатного комплекса островов Анжу / Тектоника Арктики. Складчатый фундамент шельфовых седиментационных бассейнов. Л.: НИИГА, 1977. С. 55–85.
9. *Косько М.К., Бондаренко Н.С., Непомилуев В.Ф.* Государственная геологическая карта СССР масштаба 1 : 200000. Листы Т-54-XXXI, XXXXII, XXXXIII; S-53-IV, V, VI, XI, XII; S-54-VII, VIII, IX, XIII, XIV, XV. Объяснительная записка / Под ред. Устрицкого В.И. М.: Министерство геологии, 1985. 162 с.
10. *Косько М.К., Непомилуев В.Ф.* Государственная геологическая карта СССР. Масштаб 1 : 200000. Серия Новосибирские острова. Листы S-54-I, II, III. Л.: ВСЕГЕИ, 1982.
11. *Кузьмичев А.Б., Голдырев А.Е.* Проявления пермотриасового траппового магматизма на острове Бельковский (Новосибирские острова) // Геология и геофизика. 2007. Т. 48. № 2. С. 216–228.
12. *Кузьмичев А.Б., Данукалова М.К.* Тектоника домелового фундамента шельфа моря Лаптевых: взгляд

- с Новосибирских островов // Геотектоника, в печати.
13. Масайтис В.Л. Девонский вулканизм Патомско-Вилуйского авлакогена: многократное плавление неоднородных мантийных источников // Региональная геология и металлогения. 2006. № 29. С. 27–49.
  14. Николаева С.В., Кузьмичев А.Б., Аристов В.А. О франских аммоноидеях Новосибирских островов // Палеонтологический журнал. 2009. № 2. С. 20–27.
  15. Парфенов Л.М., Оксман В.С., Прокопьев А.В., Тимофеев В.Ф., Третьяков Ф.Ф., Трунилина В.А., Дейкуненко А.В. Коллаж террейнов Верхояно-Ктыюлымской орогенной области / Под ред. Парфенова Л.М., Кузьмина М.И. Тектоника, геодинамика и металлогения территории Республики Саха (Якутия). М.: МАИК “Наука/Интерпериодика”, 2001. С. 199–255.
  16. Прокопьев А.В., Парфенов Л.М., Томшин М.Д., Колодезников И.И. Чехол Сибирской платформы и смежных складчато-надвиговых поясов / Под ред. Парфенова Л.М., Кузьмина М.И. Тектоника, геодинамика и металлогения территории Республики Саха (Якутия). М.: МАИК “Наука/Интерпериодика”, 2001. С. 113–155.
  17. Сошкина Е.Д. Девонские кораллы *Rugosa* Урала // Труды ПИН. Т. XV. Вып. 4. М.; Л.: АН СССР, 1949. 160 с.
  18. Сошкина Е.Д. Определитель девонских четырехлучевых кораллов // Труды ПИН. Т. XXXIX. М.: АН СССР, 1952. 128 с.
  19. Спасский Н.Я. Девонские ругозы СССР. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1977. 344 с.
  20. Amy L.A., Talling P.J., Peakall J., Wynn R.B., Arzola Thynne R.G. Bed geometry used to test recognition criteria of turbidites and (sandy) debrites // *Sedimentary Geology*. 2005. Vol. 179. P. 163–174.
  21. Barker S.P., Haughton P.D.W., McCaffrey W.D., Archer S.G., Hakes B. Development of rheological heterogeneity in clay-rich high-density turbidity currents: Aptian Britannia sandstone member, U.K. continental shelf // *J. Sedimentary Research*. 2008. Vol. 78. P. 45–68.
  22. Deptuck M.E., Piper D.J.W., Savoye B., Gervais A. Dimensions and architecture of late Pleistocene submarine lobes off the northern margin of East Corsica // *Sedimentology*. 2008. Vol. 55. Is. 4. P. 869–898.
  23. Drachev S.S. Tectonic setting, structure and petroleum geology of the Siberian Arctic offshore sedimentary basins / Eds. Spencer A.M., Embry A.F., Gautier D.L., Stoupakova A.V., Sorensen K. *Arctic Petroleum Geology* // *Geol. Soc., London. Memoirs*. 2011. Vol. 35. P. 369–394.
  24. Drachev S.S., Savostin L.A., Groshev V.G., Bruni I.E. Structure and geology of the continental shelf of the Laptev Sea, Eastern Russian Arctic // *Tectonophysics*. 1998. Vol. 298. P. 357–393.
  25. Dumoulin J.A., Harris A.G., Gagiev M., Bradley D.C., Repetski J.E. Lithostratigraphic, conodont, and other faunal links between lower Paleozoic strata in northern and central Alaska and northeastern Russia / Eds. Miller E.L., Grantz A., Klemperer S.L. *Tectonic evolution of the Bering Shelf–Chukchi Sea–Arctic Margin and adjacent landmasses* // *Geol. Soc. Amer. Spec. Paper* 360. Boulder, Colorado. 2002. P. 291–312.
  26. Gani M.R. From turbid to lucid: a straightforward approach to sediment gravity flows and their deposits // *The Sedimentary Record*. 2004. Vol. 2. № 3. P. 4–8.
  27. Haughton P., Davis C., McCaffrey W., Barker S. Hybrid sediment gravity flow deposits – classification, origin and significance // *Marine and Petroleum Geology*. 2009. Vol. 26. P. 1900–1918.
  28. Hill D., Jell J.S. Devonian corals from the Canning Basin (Western Australia) // *Bull. Geol. Surv. Western Australia*. 1970. № 121. P. 6–157.
  29. Kos’ko M., Korago E. Review of geology of the New Siberian Islands between the Laptev and the East Siberian Seas, North East Russia // *Stephan Mueller Spec. Publ.* 2009. Ser. 4. P. 45–64.
  30. Kuzmichev A.B. Where does the South Anyui suture go in the New Siberian islands and Laptev Sea?: implications for the Amerasia basin origin // *Tectonophysics*. 2009. Vol. 463. P. 86–108.
  31. Kuzmichev A.B., Pease V.L. Siberian trap magmatism on the New Siberian islands: constraints for East Arctic Mesozoic plate tectonic reconstructions // *J. Geol. Soc. London*. 2007. Vol. 164. P. 959–968.
  32. Lawver L.A., Grantz A., Gahagan L.M. Plate kinematic evolution of the present Arctic Region since the Ordovician / Eds. Miller E.L., Grantz A., Klemperer S.L. *Tectonic evolution of the Bering Shelf–Chukchi Sea–Arctic Margin and adjacent landmasses* // *Geol. Soc. Amer. Spec. Papers*. Boulder, CO, 2002. Vol. 360. P. 333–358.
  33. Migeon S., Mulder T., Savoye B., Sage F. Hydrodynamic processes, velocity structure and stratification in natural turbidity currents: results inferred from field data in the Var Turbidite System // *Sedimentary Geology*. 2012. Vols. 245–246. P. 48–62.
  34. Moscardelli L., Wood L. New classification system for mass transport complexes in offshore Trinidad // *Basin Research*. 2008. Vol. 20. P. 73–98.
  35. Mulder T., Cochonat P. Classification of offshore mass movements // *J. Sedimentary Research*. 1996. Vol. 66. № 1. P. 43–57.
  36. Mulder T., Etienne S. Lobes in deep-sea turbidite systems: state of the art // *Sedimentary Geology*. 2010. Vol. 229. P. 75–80.
  37. Natal’in B.A., Amato J.M., Toro J., Wright J.E. Paleozoic rocks of Northern Chukotka Peninsula, Russian Far East: implications for the tectonics of the Arctic Region // *Tectonics*. 1999. Vol. 18. № 6. P. 977–1003.
  38. Pease V. Eurasian orogens and Arctic tectonics: an overview / Eds. Spencer A.M., Embry A.F., Gautier D.L., Stoupakova A.V., Sorensen K. *Arctic*

- petroleum geology // Geol. Soc. London. Memoirs. 2011. Vol. 35. P. 311–324.
39. Stow D.A.V., Faugì-Res J.-C., Howe J.A., Pudsey C.J., Viana A.R. Bottom currents, contourites and deep-sea sediment drifts: current state-of-the-art / Eds. Stow D.A.V., Pudsey C.J., Howe J.A., Faugì-Res J.-C., Viana A.R. Deep-water contourite systems: modern drifts and ancient series, seismic and sedimentary characteristics // Geol. Soc. London. Memoirs. 2002. Vol. 22. P. 7–20.

Рецензент: Ю.А. Волож

## Upper Devonian Depositional System of Bel'kov Island (New Siberian Islands): an Intracontinental Rift or a Continental Margin?

M. K. Danukalova, A. B. Kuzmichev, and V. A. Aristov

*Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Pyzhevskii per. 7, Moscow, 119017 Russia*

*e-mail: DanukalovaMK@yandex.ru*

Received February 25, 2013

**Abstract**—The archipelago of New Siberian Islands situated on the northeastern continental shelf of Eurasia is considered a part of an exotic terrane that collided with Siberia in the Early Cretaceous. Bel'kov Island is located close to the inferred western boundary of this terrane and thus should demonstrate attributes of its localization at the margin of the Paleozoic oceanic basin. The Upper Devonian section on Bel'kov Island is a continuous sequence of deepwater terrigenous rocks, which indicates a tendency toward deepening of the basin previously revealed on adjacent Kotel'ny Island. The lowermost Upper Devonian unit on Bel'kov Island is represented by thin Domanik-like strata resting on the Middle Devonian carbonate platform. The main body of the Upper Devonian sequence, more than 4 km in total thickness, is made up of gravity-flow sediments including turbidites, clay and block diamictites, and olistostromes in the upper part of the section, which accumulated at the slope of the basin or its rise. At many levels, these sediments have been redeposited by along-slope currents. The uppermost unit of organogenic limestone is evidence for compensation of the trough. According to conodont assemblages, the deepwater terrigenous rocks were deposited from the early Frasnian to the early Tournaisian. This time is known for extensive rifting in the eastern Siberian Platform. The data obtained allowed us to reconstruct a NNW-trending Late Devonian rift basin on the Laptev Sea shelf similar to other rifts at the eastern margin of the Siberian Platform.

**Keywords:** New Siberian Islands, Bel'kov Island, Upper Devonian, slope sediments, rifting, conodonts