

УДК 552.58(571.52)

## ОРГАНОГЕННЫЕ КАРБОНАТНЫЕ ПОРОДЫ СИЛУРА ЦЕНТРАЛЬНОЙ ТУВЫ И УСЛОВИЯ ИХ ОБРАЗОВАНИЯ

Е.В.ВЛАДИМИРСКАЯ, А.В.КРИБОВОДРОВА

Карбонатные породы силура Тувы исключительно органогенного происхождения. В Центральной Тuve они составляют значительную часть силурийской толщи, наиболее разнообразны по строению и происхождению. Изучены авторами и В.Д.Чехович в опорном разрезе "Элегест" [4] и разрезах "Кызыл-Чираа", "Оттык-Таш"; прослежены геологами Тувинской комплексной геолого-разведочной экспедиции (С.Н.Анастасиев, В.И.Лебедев, А.Н.Павлов, В.Н.Чучко и др.) в процессе детальных геолого-съемочных работ, так как являются рудоконтролирующими. Биостратиграфия силура Тувы разработана коллективом геологов [2] и положена в основу унифицированной схемы стратиграфии, принятой III совещанием по выработке стратиграфических схем Сибири в 1979 г. [7].

Ордовикско-нижнедевонский тувинский (шешуздагская, чергакская, хондерегская серии) трансгрессивно-регрессивный комплекс [3], достигающий на западе Тувы мощности 10-12 км, сложен преимущественно обломочными породами, континентальными внизу и вверх и морскими в средней силурийской части. Именно к ней и приурочены карбонатные породы: редкие и тонкие прослои в основании и кровле, частые прослои и мощные пачки по середине морской части комплекса. Это четко иллюстрирует опорный разрез "Элегест" (рис.1), в котором присутствуют две верхние свиты чергакской серии: элегестская и байтальская. Элегестская свита со структурным несогласием ложится на нижнекембрийский фундамент. В разрезе "Элегест" присутствуют все разновидности карбонатных пород, характерные для Центральной Тувы. Здесь же наблюдается наиболее богатый количественно и разнообразный в видовом отношении комплекс органических остатков. Карбонатные породы представлены известняками, мало затронутыми процессами постседиментационных изменений, с прекрасно сохранившейся органогенной структурой.

При изучении карбонатных пород проводились био- и литофациальный анализы, на основе которых выделены основные генетические группы. Известняки изучались в петрографических шлифах, пришлифовках; проведены химический, гранулометрический, термический и спектральный анализы; выполнены определения нерастворимого остатка, карбонатных минералов, минералов тяжелой фракции. Различным видам исследования подверглись 300 проб.

В настоящей работе приводятся лишь сведения, позволяющие получить представление о происхождении известняков. Авторы полностью разделяют

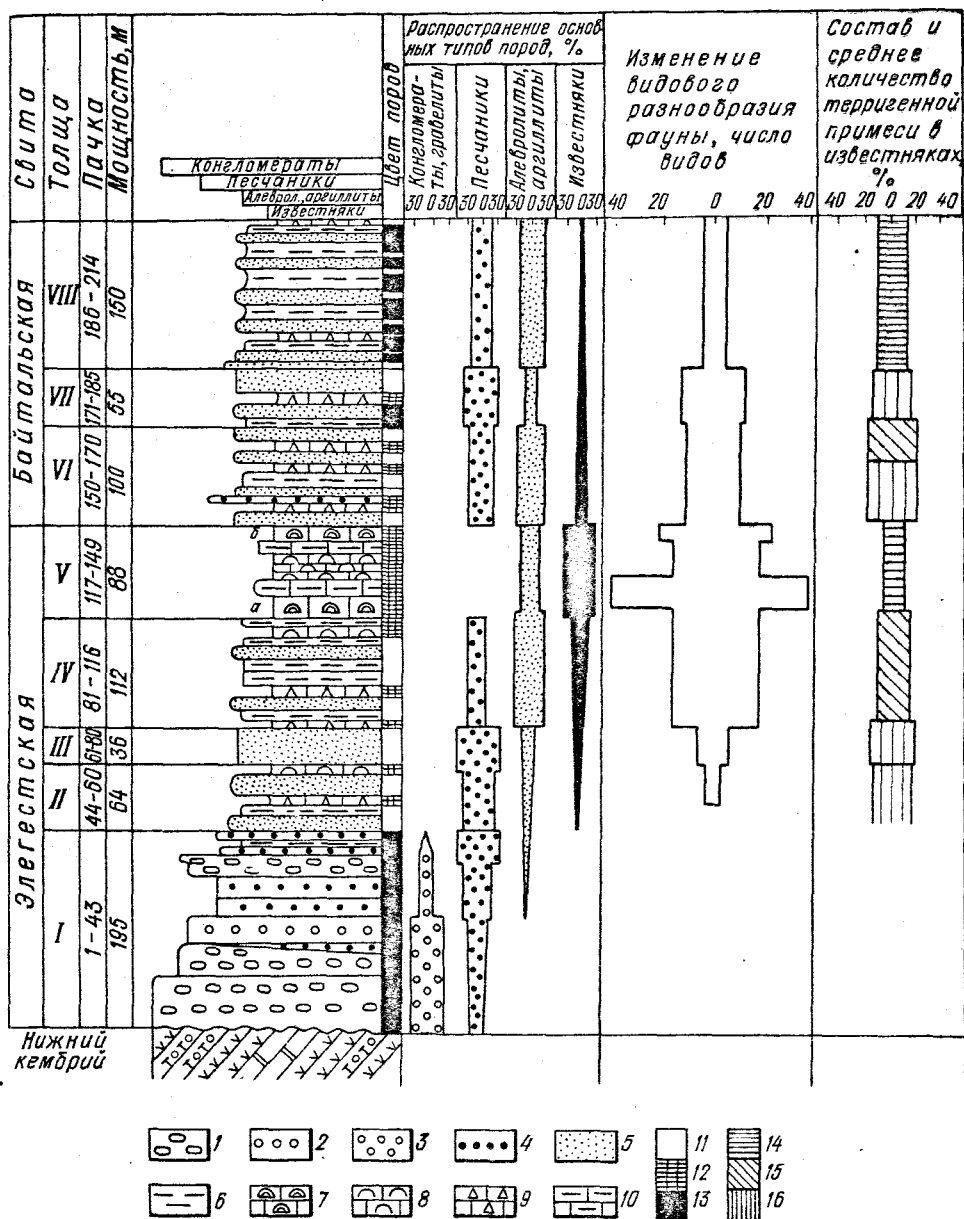


Рис.1. Распределение и состав карбонатных пород в опорном разрезе силура „Элегест“  
 I-УIII - толщи: I - нижняя красноцветная конгломератовая; II - сероцветная карбонатно-песчаниковая; III - нижняя сероцветная песчаниковая; IV - сероцветная алевролитовая; V - карбонатная (а - первый коралловый горизонт, б - второй коралловый горизонт); VI - верхняя сероцветная песчаниковая; VII - пестроцветная алевролитопесчаниковая; VIII - красноцветная песчано-алевролитовая  
 1-10 - основные типы пород (1 - конгломераты крупногалечные; 2 - конгломераты средне- и мелкогалечные; 3 - гравелиты; 4 - песчанники крупнозернистые; 5 - песчанники мелко- и тонкозернистые; 6 - алевролиты, аргиллиты; 7 - биоморфные строматопоратокоралловые известняки; 8 - ракушечники; 9 - органогенно-детритовые известняки; 10 - глинистые биоморфные известняки); 11-13 - цвет пород (11 - зеленовато-серый; 12 - серый, 13 - красный); 14-15 - гранулометрический состав терригенной примеси (14 - пеллитовая, 15 - алевритовая, 16 - псаммитовая)

мнение А.И.Осиповой [5] о принципах классификации карбонатных пород и пользуются терминологией "Атласа текстур и структур осадочных горных пород" [1], а также понятиями, применяемыми в работах по ордовику и силуру Эстонии и Сибирской платформы [6, 8, 9].

Органогенные известняки различаются по структурным и текстурным особенностям, которые зависят прежде всего от количества, размеров, сохранности, расположения и характера захоронения органических остатков, а также от соотношения и состава заполняющего и цементирующего материала. Многочисленные разновидности органогенных известняков могут быть объединены в четыре генетические группы: 1) биоморфные, 2) глинисто-биоморфные, 3) биоморфно-детритовые, 4) детритовые.

Биоморфные известняки почти нацело (80-90 %) сложены целыми и слабо поврежденными скелетными остатками ископаемой фауны, небольшим количеством органогенного детрита и терригенного материала. Наиболее характерными представителями биоморфных известняков являются целентератовые биостромные известняки. Они слагают в нижней части карбонатной толщи (рис.1, толща У) первый коралловый горизонт. Это невысокие (0,2-0,8 м) органогенные постройки - биостромы линзовидной или караваеобразной формы (длиной от 0,5 до 10 м), резко ограниченные от вмещающих их криноидных детритовых известняков. Нижняя граница биостромов обычно ровная, верхняя и боковые - извилистые, с углублениями-карманами, выполненными органогенно-детритовым или глинистым материалом. Макроскопически биостромные известняки обычно светло-серого, розовато-серого и темно-серого цвета. Это зернистые, крепко сцементированные, иногда кавернозные породы. Они отличаются массивной, слоеватой или крупножелваковой текстурой.

Основными породообразующими организмами являются табуляты, колониальные ругозы, в меньшей мере гелиолитиды, строматопораты. Колонии сохранились в прижизненном положении (нарастающими друг на друга), реже несколько смещены, перевернуты. Детальное описание и зарисовки целентератовых биостромов (рис.2) в опорном разрезе "Элегест" сделаны В.Д.Чехович. По групповому составу доминирующих рифостроющих организмов биостромов В.Д.Чехович выделены несколько разновидностей, располагающихся вертикально снизу вверх: 1) табулятовые, 2) табуляторугозовые, 3) строматопорато-коралловые (рис.2).

В первых породообразующими являются многочисленные и разнообразные в видовом отношении полипники мультисолений, фавозитид, редких и однообразных альвеолитид и колониальных ругоз. Размер колоний различный: 1 x 2,6 x 10, 20 x 30 см в поперечнике при высоте 5-6 см. Уплотненная, полушаровидная форма колоний создает желваковидную текстуру известняков. Основными каркасостроителями вторых являются крупные (от 10 x 15 до 30 x 60 см в поперечнике при высоте от 6 до 15 см) массивные и кустистые колонии тетракораллов. Их многократно обрастают менее разнообразные в видовом отношении полипники мультисолений, фавозитид, гелиолитид и альвеолитид. Текстура табуляторугозовых известняков массивная. Третьи состоят из нарастающих друг на друга корковидных образований: ценостеумов стро-

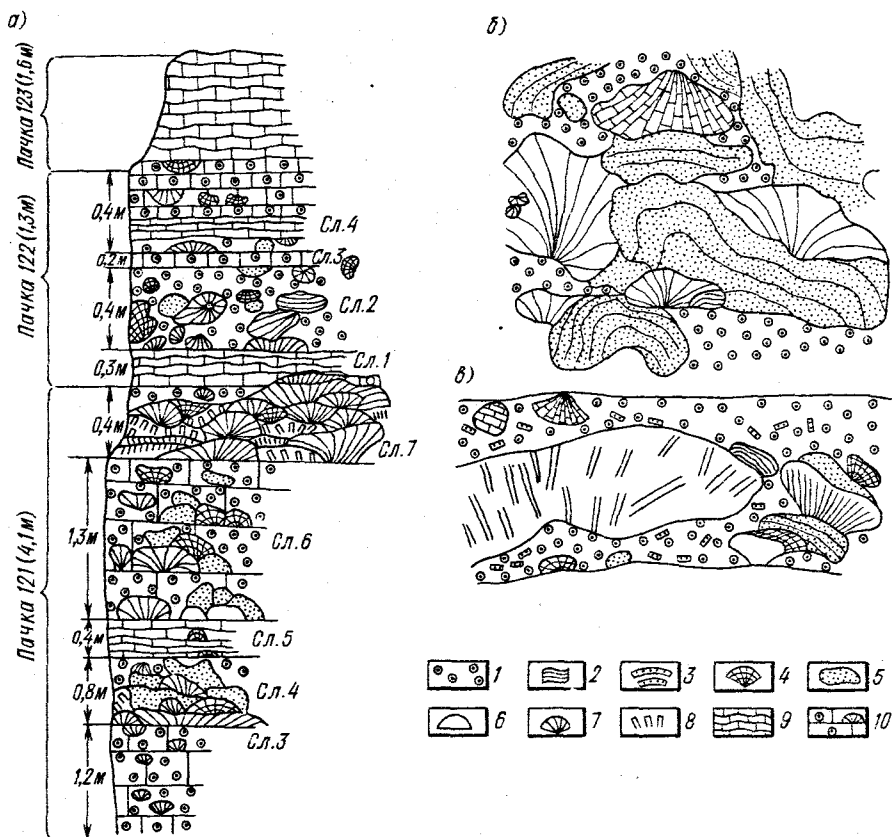


Рис.2. Биоморфные известняки первого кораллового горизонта: а - фрагмент разреза по В.Д.Чехович; б - фрагмент табуляторугозового биострома (пачка 121, слой 7), масштаб 1:12; в - фрагмент строматопоратокораллового биострома, масштаб 1:15

1 - криноидные известняки; 2 - строматопораты; 3 - ценостеумы лабехейд; 4 - фавозитиды; 5 - мультисолении; 6 - альвеолитиды; 7 - массивные колонии ругоз; 8 - ветвистые колонии ругоз; 9 - глинистые комковатые известняки; 10 - криноидно-коралловые известняки

матопорат, полипняков альвеолитид, колониальных ругоз, дисковидных колоний фавозитид, мультисолений, гелиолитид, создающих характерную слоистую текстуру известняков.

Пространство между колониями заполнено в первых двух биостромах органично-детритовым, а в последнем - алевроитоглинистым материалом. Вместе с обломками органических остатков встречаются крупные (до 3 см в диаметре) фрагменты стеблей морских лилий, отдельные створки брахиопод.

Содержание терригенной примеси в биостромных известняках незначительно. Нерастворимый остаток составляет 1,8-3,6 %. Карбонатные минералы представлены в основном (91,6-95,1 %) кальцитом (доломит не обнаружен) органического генезиса (скелетами целентерат, детритом). Под микроскопом среди несортированного по размеру детрита (от 0,1 до 3 мм) установлены обломки скелетных элементов криноидей, брахиопод, мшанок, наутилоидей, три-

лобитов. Цемент скудный, крустификационный, разномерный (0,1-2 мм); в некоторых порах и внутренних полостях целентерат - крупнокристаллический. Терригенная примесь представлена пелитовым материалом с незначительной долей алевроитовых зерен кварца, полевого шпата, фельзитов.

Глинисто-биоморфные известняки состоят из трех ингредиентов: полипняков целентерат, известковых желваков светло-серого цвета (на их долю приходится 50-60 % породы) и вмещающей их темно-серой и зелено-серой известковой алевроитопелитовой массы. Для известняков характерна комковатая, желваковидная текстура. Глинисто-биоморфные коралловые известняки слагают слои и линзы мощностью 0,4-0,8; 1-1,7 или 3,0-5,2 м в верхних частях первого и второго коралловых горизонтов (см. рис. I, толща У). Карбонатные желваки и полипняки целентерат в глинисто-биоморфных известняках располагаются среди вмещающей их массы либо четковидными прослоями, либо неравномерно.

В первом коралловом горизонте целые, хорошей сохранности полипняки целентерат находятся обычно в прижизненном (реже перевернутом) положении, образуя на нескольких уровнях невысокие (20-30 см) биостромы. Они состоят из круглых и мелких (от 2 до 20, реже 30 см в поперечнике при высоте от 1 до 10 см), разнообразных по форме (желваковидных, караваеобразных, шаровидных) многочисленных мультисолений, альвеолитид, фавозитид, более редких ценетид, гелиолитид, строматопорат, колониальных и одиночных ругоз. Кроме них встречаются разрозненные членики и участки стеблей (12-14 см) морских лилий, мелкие раковины брахиопод. Среди карбонатных желваков, близких по форме и размерам полипнякам целентерат, установлены: мелкодетритовые брахиоподово-криноидные и пелитоморфные и тонкозернистые пелитоалевритовые известняки. Цементирующая масса комковатых коралловых известняков неоднородная, состоит из криноидно-брахиоподового детрита и шлама, алевроитовых и песчаных зерен (кварц, слюда, полевые шпаты, фельзиты). Нерастворимый остаток составляет от 10,9 до 21 %.

Биоморфные известняки, как следует из их характеристики, представляют собой преимущественно органогенные постройки на месте обитания рифостроителей в условиях теплого мелкого моря нормальной солености. Наиболее благоприятные условия для их образования существовали во время формирования первого кораллового горизонта.

Неоднократное повторение биостромных образований в разрезе, их небольшие размеры, замещение по простиранию криноидными и криноидно-детритовыми осадками свидетельствуют о мелководье и неустойчивом гидродинамическом режиме, привносе детритового и глинистого материала, временами заглушавшего рост биостромов. Обилие криноидного и целентератового материала позволяет предполагать существование в это время своеобразного карбонатного плато с небольшими биостромами, криноидными зарослями и редкими поселениями брахиопод и мшанок. Усиление движения воды и поступления обломочного материала приводило к замене биостромов поселениями низкорослых колоний целентерат, неравномерному накоплению карбонатно-глинистого и детритового материала, приведшего в дальнейшем к появлению комковатой текстуры.

Биоморфно-детритовые известняки представлены многочисленными разновидностями. На 30-60 % они состоят из целых и частично поврежденных скелетных элементов ископаемой фауны. Наблюдаются постепенные переходы биоморфно-детритовых известняков в биоморфные и детритовые. Текстурные и структурные особенности известняков находятся в прямой зависимости от фаунистической принадлежности, количества, сохранности и расположения окаменелостей. Наиболее распространены брахиоподовые, кораллово-криноидные, криноидные брахиоподово-мшанковые разновидности. Редко встречаются пелециподовые и остракодовые известняки.

Брахиоподовые известняки, в свою очередь, представлены несколькими разновидностями ракушечников: от содержащих хорошей сохранности целые раковинки брахиопод или состоящих из отсортированных ориентированных разрозненных створок до беспорядочно сгруженных створок с единичными или целыми раковинами в детритовой массе. Брахиоподовые ракушечники встречаются по всему разрезу чергакской серии, обычно в виде слоев мощностью от 5 до 30 см. Характер брахиоподовых известняков закономерно меняется по разрезу. В нижних толщах залегают известняки со значительной долей детритового материала. Резко преобладают обломанные створки, целые раковины встречаются редко. Остатки брахиопод принадлежат видам, обитавшим на различных грунтах. Фрагменты створок, раковины, неотсортированный детрит, песчано-алевритовый материал располагаются неравномерно, пятнами. По простиранию такие породы замещаются песчанистыми известняками. Накопление осадка происходило, видимо, в подвижной обстановке прибрежного мелководья. В средней части разреза (рис. I, толща V) в карбонатном и карбонатно-глинистом цементирующем материале располагаются хорошей сохранности целые раковины разнообразных брахиопод, отлагавшихся, видимо, вблизи мест обитания. Ракушечники из разрозненных створок отличаются преобладанием одного-двух родов. Обычно отсортированы, ориентированы выпуклостью вверх, вложены друг в друга, отчего возникает своеобразная слоистая текстура. Под выпуклой частью створки нередко сохраняется тонкозернистый осадок. Несомненно захоронение в подвижной среде после переноса, в процессе которого створки были разъединены и отсортированы. Однако хорошая сохранность створок и однообразие видового и родового составов позволяют предполагать сравнительно недалекий перенос от места обитания. Ракушечники в верхних толщах (рис. I, толщи VI, VII) характеризуются обедненным видовым составом. Резко преобладают выносимые камаротехииды, появляются створки лингул, чешуйки ихтиофауны. Ракушечники чередуются с песчаниками и содержат значительную примесь терригенного материала. Все это свидетельствует о накоплении в прибрежном мелководье, вероятно с изменением солевого режима в сторону опреснения.

Карбонатная составляющая ракушечников представлена в основном кальцитом (73,1-91,4 %), в прослоях со значительной терригенной примесью снижается до 45,8 %. Количество терригенного материала (среди которого преобладают песчаные и алевритовые зерна) колеблется от 4,8 до 16,8 %, но в некоторых прослоях ракушечника из нижней (толща II) и верхней (толщи VI, VII) песчаниковых толщ достигает 46,6 %. Крупный (1-3 мм) и мелкий

(0,15–I мм) детрит заполняет пространство между створками. В шлифах в нем отчетливо различаются обломки скелетов мшанок, морских лилий, слои створок брахиопод, фрагменты арагонитового панциря трилобитов. Неорганическая карбонатная часть рассматриваемых пород представлена мелкозернистым кальцитом.

Криноидные и кораллово-криноидные известняки характерны для карбонатной толщи, где образуют слои мощностью от 0,4 до 1,5 м. Макроскопически это породы светло-серого и розовато-серого цвета со сверкающим крупнокристаллическим изломом. Криноидные известняки на 75–90 % состоят из мелких и крупных (соответственно I–2 и 20–30 мм в диаметре) разрозненных члеников стеблей кротакокритинит и фрагментов стебля длиной до 10 см. В небольшом количестве встречаются мелкие полипники строматопорат, колоннальных кораллов, скелеты одиночных ругоз. Текстура породы беспорядочная или неяснослоистая. По химическому составу и содержанию терригенной примеси криноидные известняки идентичны биостромным. Цементирован криноидный материал скудным средне- и крупнокристаллическим регенерационным кальцитом, вместе с которым членики криноидей образуют монокристалл одной оптической ориентировки. Хорошая сохранность и обилие криноидного материала говорят о захоронении вблизи от криноидных зарослей среди биостромов.

Остракодовые известняки состоят из створок (0,8–I см) и мелких обломков раковин остракод, образующих массовые скопления и ориентированных параллельно слоистости. Вместе с ними встречаются обломки створок лингул, двустворок, чешушки рыб. Для этих известняков характерна значительная примесь песчаного материала (от 13,8 до 47,8 %). Характерны они для верхней части разреза силура.

Органогенно-детритовые известняки встречаются на всех стратиграфических уровнях. Они образуют тонкие прослои, а также являются составной частью и замещают по простиранию вышеперечисленные типы пород. Рассматриваемые породы обычно состоят из смеси обломков различных органических остатков. По преобладающему составу детрита выделяются несколько разновидностей известняков: 1) брахиоподовые; 2) брахиоподово-криноидные; 3) брахиоподово-мшанково-криноидные; 4) остракодовые. По размеру слагающих их фрагментов органических остатков различаются: крупндетритовые (обломки больше I мм), мелкодетритовые (обломки от 0,1 до I мм), несортированные (из смеси обломков разных размеров) разновидности известняков.

Содержание терригенной примеси в органогенных известняках варьирует в значительных пределах, достигая в толщах II, III, VI 35,6 %, в толще VII даже 47,8 %. Количество кальцита колеблется от 61,9 до 93,5 %, доломита – от 1,6 до 3,0 %. Формирование органогенно-детритовых известняков можно сравнивать с образованием прибрежных песчаных отложений. Органогенный обломочный материал перемывался и размельчался в активной гидродинамической среде прибрежного мелководья.

Разнообразие силурийских карбонатных пород в Центральной Туве объясняется сложной палеогеографической обстановкой. В начале элөгестского вре-

мени сюда, на приподнятый блок ранних каледонид, проникало море. В прибрежной обстановке накапливались песчаные, а временами детритовые и брахиоподово-детритовые осадки. С перемещением береговой линии на восток песчаные осадки сменились алевритовыми, а в момент максимума трансгрессии на этой территории возникли условия, близкие к карбонатному плато. Однако близость приподнятой суши, поставлявшей обломочный материал, и неустойчивый режим мелководья препятствовали развитию крупных рифогенных построек. Мелкое теплое море было благоприятно для обитания разнообразной фауны с твердым скелетом. В конце элэгестского времени началось отступление моря. Карбонатные осадки уступили место терригенным. Закономерно изменился и характер карбонатных прослоев, формировавшихся в прибрежной части временами возвращавшегося моря.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Атлас текстур и структур осадочных горных пород. Ч.2. Карбонатные породы. М., Недра, 1969. 706 с.
2. Владимирская Е.В. Биостратиграфия чергакского надгоризонта Тувы. - Зап.ЛГИ, 1978, ч.73, вып.2, с.10-22.
3. Владимирская Е.В., Кривободрова А.В. Чергакский бассейн Тувы. - Зап.ЛГИ, 1981, т.85, с.3-11.
4. Владимирская Е.В., Чехович В.Д., Кривободрова А.В. и др. Силур Центральной Тувы. - Тр.ВСЕГЕИ, новая серия, 1977, т.202, с.42-53.
5. Осипова А.И. О классификации карбонатных пород и их генетической интерпретации. - В кн.: Проблемы литологии и геохимии осадочных пород и руд. М., Наука, 1975, с.260-276.
6. Пылма Л. Сравнительная литология карбонатных пород ордовика Северной и Средней Прибалтики. Таллин, Валгус, 1982. 163 с.
7. Решения Всесоюзного совещания по разработке унифицированных стратиграфических схем докембрия, палеозоя и четвертичной системы Средней Сибири 1979 г. Часть 2. Средний и верхний палеозой. Новосибирск, изд.СНИИГГимС, 1982. 215 с.
8. Силур Сибирской платформы. Новые региональные и местные стратиграфические подразделения. Новосибирск, Наука, 1979. 96 с.
9. Силур Эстонии / Под ред.Д.Л.Кальо. Таллин, Валгус, 1970. 342 с.