

СЕКВЕНС-СТРАТИГРАФИЯ ВЕРХНЕГО ДЕВОНА И НИЖНЕГО КАРБОНА (ТУРНЕ) ЮЖНО-МИНУСИНСКОЙ ВПАДИНЫ

Проведено расчленение разрезов верхнего девона и нижнего карбона Южно-Минусинской впадины методом секвенс-стратиграфии. Было выделено пять секвенций – крупных осадочных тел, формирование которых связано трансгрессивно-регрессивными циклами седиментации. Верхний девон разделен на две секвенции: ойдановско-кохайская и тубинская. В строении нижнего карбона прослеживаются три секвенции: нижебыстрянская, вышебыстрянская-камыштинская, самохвальско-соломенская.

Ключевые слова: секвенс-стратиграфия; верхний девон; нижний карбон; Минусинский прогиб.

За 2011–2014 гг. в рамках геолого-съёмочных работ НИЛ Геокарт ТГУ по проекту ГДП-200 автором изучено более 30 разрезов верхнедевонских и нижнекаменноугольных отложений на территории Южно-Минусинской впадины и проведен послыйный отбор образцов с растительными остатками.

Основная цель исследований заключена в выявлении особенностей развития Южно-Минусинской впадины в позднем девоне и раннем карбоне. Автором в изучении разрезов применен метод секвенс-стратиграфии. Суть его заключается в установлении особенностей формирования седиментационных бассейнов и шельфовой зоны, осадконакопление в которых происходило в переменных морских, лагунно-континентальных и континентальных условиях. Основная единица «секвенс» представляет собой последовательность генетически связанных слоев, образованных за один трансгрессивно-регрессивный цикл. Секвенсы подразделяются на систему трактов – латеральных фациальных рядов, образованных в различных условиях седиментации. Так, выделяют тракт низкого стояния (ТНС) уровня моря, трансгрессивный тракт (ТТ) и тракт высокого стояния (ТВС) [1].

Тракт низкого стояния формируется при падении уровня моря и осушении бассейна. При этом происходит постепенное смещение береговой линии в сторону моря. Осадки характеризуются чередованием песчаников, алевролитов и реже карбонатов. *Трансгрессивный тракт* формируется при подъеме уровня моря и изменением направления осадконакопления в сторону континента. Вследствие дефицита крупнозернистых осадков с областей сноса образуются мощные глинистые и известняковые толщи. *Тракт высокого стояния* формируется при максимуме трансгрессии. Осадки тракта характеризуются высокой карбонатностью (известняки) и служат маркирующими горизонтами при корреляции разрезов [Там же].

Верхний девон Минусинского прогиба подразделен на две секвенции – ойдановско-кохайскую и тубинскую (рис. 1). Объему первой соответствует интервал ойдановской и кохайской свит. В ее состав также целесообразно включить и верхи нижележащей бейской свиты, характеризующие регрессивным типом осадков. Наиболее отчетливо регрессия в вышебейских отложениях выражена по периферии впадины. На севере и востоке Южно-Минусинской впадины

(левобережье Красноярского вдхр., район с. Советская Хакасия; левый берег р. Туба у с. Шошино [2]) вышебейские отложения представлены чередованием желтоватых и желтовато-серых мелкозернистых полимиктовых песчаников с карбонатным цементом, синевато- и зеленовато-серых алевролитов, массивных и реже обломочных светло-серых известняков. В слоях известковистых песчаников часто встречаются знаки крупной волноприбойной ряби и горизонты пустотелых конкреций с кальцитовыми жеодами. В районе с. Советская Хакасия в известняках верхней части бейской свиты найдены многочисленные брахиоподы *Euryspirifer cheehiel* Kon., 1846 и одиночные ругозы рода *Thamnophyllum* (определение Н.В. Гумеровой). Эти данные указывают на существование мелководья и формирование прибрежных фаций в позднебейское время. В западном, юго-западном и южном районах впадины (с. Чарков, хр. Согархая; с. Пуланколь; с. Бея; с. Бельтырское) верхи бейской свиты представлены преимущественно серыми глинистыми известняками, реже гипсами, также содержащими богатую морскую фауну (брахиоподы, ругозы). Терригенные отложения в этих районах имеют подчиненный характер. Как в северном и восточном районах, осадконакопление здесь происходило в мелководье, но в значительном удалении от берега и в более спокойной обстановке.

Таким образом, в верхней части бейской свиты в Южно-Минусинской впадине наблюдается постепенное замещение карбонатных отложений терригенно-карбонатными и терригенными в направлении с юго-запада на северо-восток впадины, связанное с сокращением площади морского бассейна по периферии и отступлением его береговой линии в позднебейское время.

При постепенном поднятии территории Южно-Минусинской впадины, которое привело к отступлению «бейского» моря, началось формирование мощной континентальной красноцветной ойдановской свиты. Контакт с нижележащей бейской свитой характеризуется как резким, так и плавным переходом от карбонатных отложений к терригенным. В более глубоких частях впадины (с. Советская Хакасия) бейские карбонаты постепенно сменяются пачкой зеленоватых (0,5 м) и лиловатых (1,5 м) алевролитов. По окраине (с. Сыры) [3] контакт свит имеет более резкую литологическую границу.

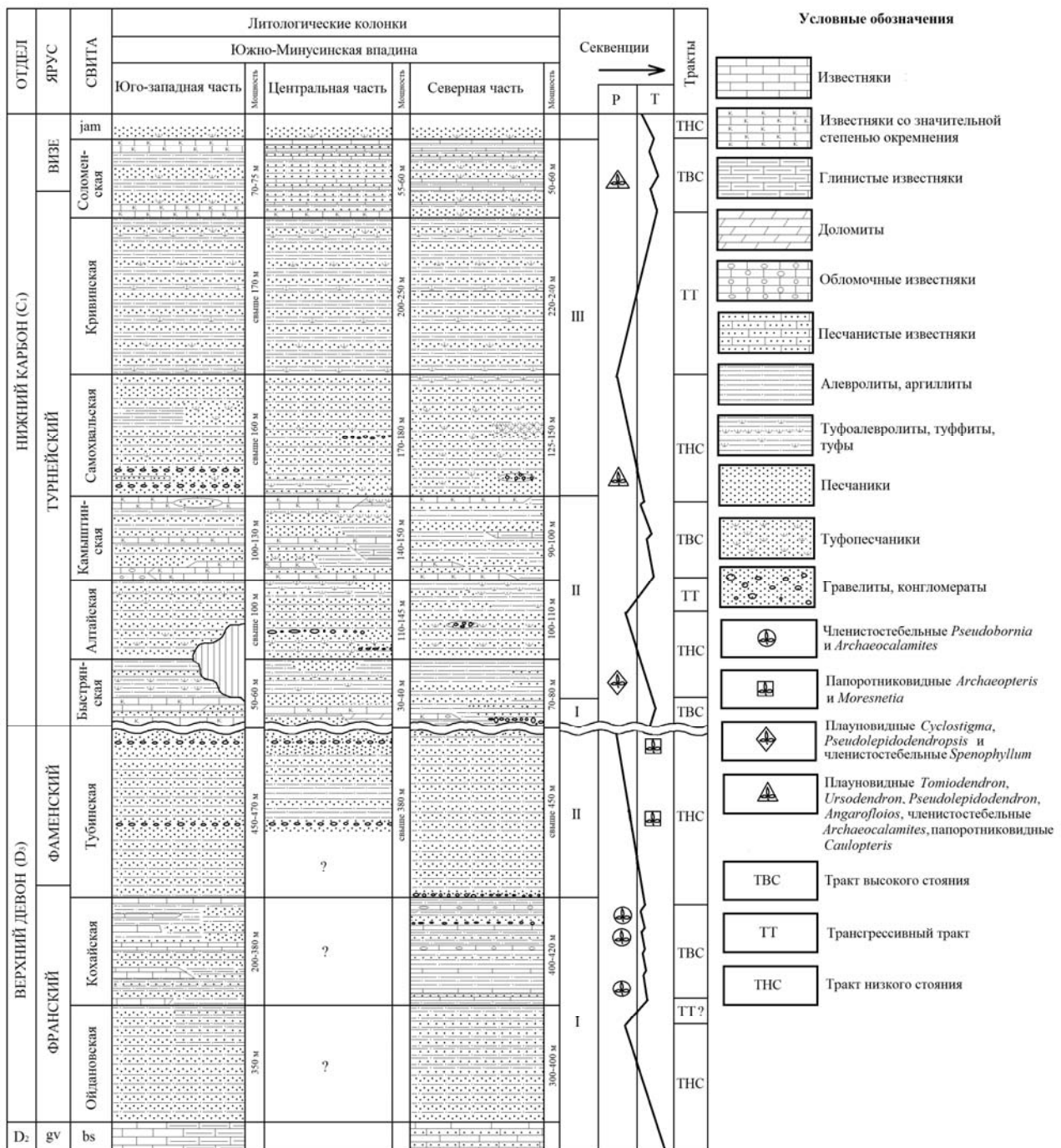


Рис. 1. Секвенс-стратиграфическое расчленение верхнего девона и нижнего карбона (турне) Южно-Минусинской впадины. При построении сводных литологических колонок применены данные Г.И. Теодоровича [6], А.А. Моссаковского и соавт. [2], М.И. Грайзера [16], Е.С. Единцева [3], А.Н. Федотова [7] и В.Т. Зорина [13]

Практически повсеместно разрезы ойдановской свиты характеризуются чередованием больших и малых алевритово-песчаных ритмов. Базальные слои свиты (10–15 м) у с. Сыры [3] имеют повышенную карбонатность, уменьшаемую выше по разрезу. Песчаники свиты преимущественно мелко-среднезернистые, косослоистые, лилового и розоватого цвета, преобладают в разрезах по периферии впадины близ областей сноса (с. Сыры; с. Таскино). Мощность слоев алевритов возрастает в направлении к наиболее глубокому участку бассейна (лог Ключи в во-

сточной части хр. Саксыр; с. Советская Хакасия). Нижняя и средняя части свиты соответствуют максимуму регрессии. Периодические осушения бассейна и изменения его береговых линий привели к образованию на многих напластованиях разно ориентированных знаков волноприбойной ряби и крупных трещин усыхания (рис. 2, а, б).

Таким образом, верхи бейской и ойдановская свиты представляют собой ТНС, характеризующий единый регрессивный этап развития прогиба на рубеже среднего – позднего девона.

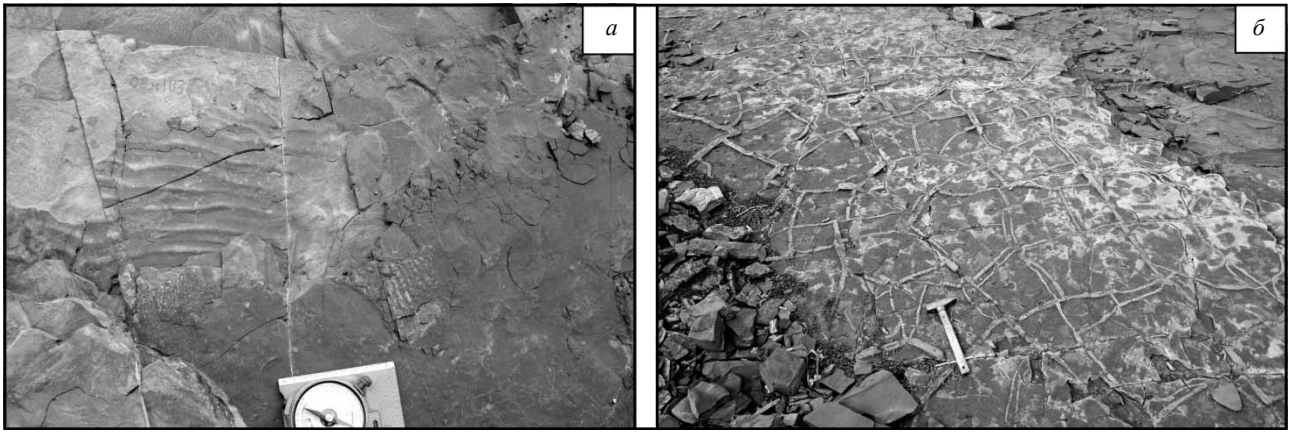


Рис. 2. Разнонаправленные знаки волноприбойной ряби в песчаниках (а) и трещины усыхания в алевролитах (б) средней части ойдановской свиты (район с. Советская Хакасия)

«Верхнебейско-ойдановский» ТНС плавно переходит в «кохайский» ТВС. Этот тракт состоит из ряда крупных ритмов. Основания ритмов сложены коричневатыми песчаниками, часто полимиктовыми, нередко с галькой и растительными остатками *Pseudobornia* cf. *ursina* Nathorst, 1894 и *Archaeocalamites* sp. [4]. Песчаники сменяются серыми алевролитами, аргиллитами и известняками. Алевролиты и аргиллиты преимущественно известковистые. Известняки часто водорослевые и содержат остатки рыб *Bothriolepis* sp. [5]. На севере впадины (Оглахты; с. Советская Хакасия) распространены обломочные известняки. Наиболее полное строение ритмы имеют на юго-западе (хр. Кохай [6]) и севере впадины (Оглахты [7]). В прибортовых районах впадины (район хр. Саксыр) ритмы состоят из чередующихся терригенных алевролит-песчаниковых отложений с редкими прослоями серых известняков.

В восточной части Южно-Минусинской впадины (г. Убрус) интервал кохайской свиты сложен красноцветными терригенными отложениями (песчаники, алевролиты) [2], литологически плохо отделимыми от ойдановской и тубинской свит («туранская» серия).

Таким образом, в строении «кохайского» тракта наблюдаются два основных типа фаций. Первый тип связан с лагунообразным заливом, образованным в результате ингрессий из запада Алтае-Саянской складчатой области. Залив протягивался [6, 8] из юго-запада Южно-Минусинской впадины (с. Таштып, с. Аскиз), через ее центр, с расширением на северо-запад (ст. Капчалы) и с постепенным переходом через Сыдо-Ербинскую впадину в северные районы прогиба. Второй тип приурочен к восточным районам Южно-Минусинской впадины, где все кохайское время продолжалось формирование терригенных красноцветных толщ.

Вторая верхнедевонская секвенция соответствует объему тубинской свиты, сложенной лиловатыми, бурыми мелкозернистыми песчаниками, алевролитами, реже конгломератами и гравелитами. Данная толща, как и ойдановская, сформировалась в обширном мелководном внутриконтинентальном бассейне и представляет собой ТНС.

Максимум регрессии приурочен к средней и верхней частям свиты. Во многих районах Южно-

Минусинской впадины к этой части разреза приурочены трещины усыхания и знаки волноприбойной ряби (хр. Подкунинский, г. Змеиная). На юго-западе впадины (хребты Сарж и Сарского) к середине впадины приурочены слои конгломератов и гравелитов. На севере впадины в лиловатых мелкозернистых косослоистых песчаниках средней части свиты (хр. Подкунинский) были найдены остатки ваий *Archaeopteris halliana* (Goerp.) Daws., 1871. Северовосточнее (хр. Туран) в темно-серых алевропесчаниках А.П. Ананьевым [9] обнаружены многочисленные остатки *A. halliana*, *A. hibernica* (Forb.) Daws., 1853, *P. ursina*, *Moresnetia zalesky* Stockm., 1946.

В районе с. Лугавское в самой кровле тубинской свиты отмечено [7] несколько пачек, сложенных алевролитово-известняковыми ритмами, которые могут быть характерны для трансгрессивного тракта. В большинстве случаев отложений, свойственных ТТ, в верхней части тубинской свиты не наблюдается. Вероятно, это может быть связано с размывом кровли верхнедевонских отложений на рубеже девон – карбона [10].

Разрез нижнего карбона (турне) Южно-Минусинской впадины разделен на три секвенции – нижнебыстрянскую, верхнебыстрянско-камыштинскую и самохвальско-соломенскую (рис. 1).

Первая секвенция в результате предкарбонного перерыва [10] представлена одним трактом (ТВС), включающим в себя нижнюю и среднюю части быстрянской свиты (рис. 3).

Нижняя часть сложена карбонатными и карбонатно-терригенными отложениями, трансгрессивно залегающими на верхнедевонских породах с видимыми (г. Изых) и скрытыми несогласиями (хребты Подкунинский и Сарский). Установлено [11] постепенное сокращение мощности карбонатных отложений и их замещение терригенно-карбонатными и терригенными в направлении с юго-запада Южно-Минусинской впадины на север. На основании этого было предположено, что раннебыстрянская трансгрессия на юге Минусинского прогиба осуществлялась не с севера из «Кольвань-Томского» моря [12], а с юго-запада со стороны Кузнецкого бассейна.

В средней части быстрянской свиты, сложенной преимущественно алевролитово-песчаниковыми породами,

наблюдается проявление регрессии. Тем не менее эта часть свиты должна быть включена еще в состав ТВС на основании того, что на севере прогиба [13] среднебыстряньские отложения характеризуются, наоборот, уве-

личением мощностей карбонатов, связанным с расширением лагун. Отсюда следует, что уровень моря держался на достаточно высокой отметке не только в ранне-, но и также в течение среднебыстряньского времени.

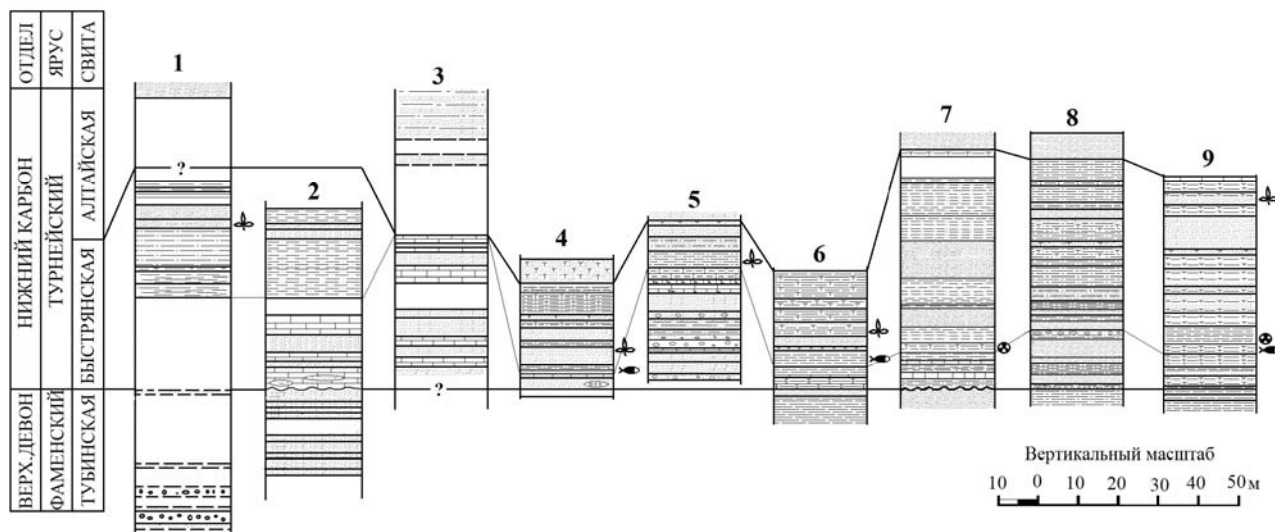


Рис. 3. Корреляция разрезов быстряньской свиты Южно-Минусинской и Сыдо-Ербинской и впадин: 1 – южный склон хр. Сарского, в 6,4 км юго-восточнее с. Ниж. База; 2 – северный склон хр. Сарж, правобережье р. Бол. Сыр; 3 – западный склон г. Уйтаг, левобережье р. Абакан вблизи с. Шалгинов; 4 – правый берег р. Абакан, г. Изых [13]; 5, 6 – южное крыло Алтае-Тагарской антиклинали: правый берег р. Енисей в 7 км ниже устья р. Коя [7] и левый берег р. Енисей, в 1 км севернее с. Алтай [13]; 7 – левый берег Красноярского вдхр., южный склон хр. Подкунинского, севернее пос. Усть-Абакан; 8 – правый берег р. Туба в устьевой части [7]; 9 – правый берег Красноярского вдхр., в 4 км юго-западнее с. Новая Сыда [13]

Начавшаяся в среднебыстряньское время в Южно-Минусинской впадине регрессия может быть связана с поднятием ее юго-западных районов и последующим разрывом связи с Кузнецким бассейном. Свидетельство этого – выпадение из разрезов средневерхнебыстряньских и даже нижнеалтайских отложений (массив Уйтаг и с. Куйбышево), а также наличие кор выветривания [14] в основании средней части быстряньской свиты в разрезе г. Изых.

Основанием следующей секвенции является верхняя часть быстряньской свиты (рис. 1). Эта часть, как и средняя, сложена терригенными алевролит-песчаниковыми отложениями. Как на юге, так и на севере прогиба в позднебыстряньское время осадконакопление проходило в условиях аккумулятивных равнин. Однако на севере еще происходили кратковременные смены фаций от дельтовых к лагунным [13], установленные по наличию в разрезах небольших прослоев известняков.

К верхнебыстряньским отложениям на всей территории прогиба приурочены флороносные слои, содержащие *Cyclostigma kiltorkense* Haughton, 1859, *Pseudolepidodendron carnegianum* (Heer) Schweitzer, 1969 и *Sphenophyllum subtenerrimum* Nathorst, 1902 [9, 13, 15, 16]. При этом на севере прогиба растительные остатки приурочены преимущественно к слоям алевролитов и аргиллитов лагунно-дельтовых фаций, а на юге – к песчаникам аллювиальных фаций [13, 15].

Вышележащие отложения алтайской свиты (нижняя часть) характеризуют максимум регрессии, начавшейся еще в позднебыстряньское время. В Южно-Минусинской впадине нижнеалтайские отложения характеризуются преобладанием мелкосреднезернистых

песчаников, туфопесчаников, преимущественно полимиктовых, косослоистых, местами с линзами конгломератов и гравелитов. Алевролиты и аргиллиты встречаются в виде небольших прослоев (рис. 4).

Таким образом, верхнебыстряньские и нижнеалтайские отложения, характеризующие очередной регрессивный этап, могут быть объединены в один тракт ТНС.

В верхней части алтайской свиты в центральных и северных районах впадины прослеживается начало трансгрессии (ТТ). Здесь осадки становятся более тонкозернистыми (алевролиты, аргиллиты), повышается их карбонатность, хотя по периферии впадины продолжается поступление более грубообломочного материала.

«Верхнеалтайский» ТТ сменяется «камыштинским» ТВС. Разрез камыштинской свиты (рис. 5) практически повсеместно состоит из ряда крупных песчаниково-алевролитово-известняковых ритмов. Основание свиты, за исключением крайнего северо-востока Южно-Минусинской впадины (с. Листвягово, Кавказское), слагают разные по мощности слои окремелых известняков, согласно залегающих на грубозернистых известковистых песчаниках алтайской свиты (оз. Талое). Известняки, в большинстве случаев, грубозернистые, обломочные, с прожилками желтоватых и красноватых кремней. Наибольшую мощность они имеют в северо-западном (район озер Усколь и Талое), центральном (г. Изых, с. Алтай), юго-западном (г. Уйтаг, хр. Сарского) и юго-восточном (с. Жеблахты [17]) районах впадины. В остальных районах Южно-Минусинской впадины преобладают песчаники и алевролиты.

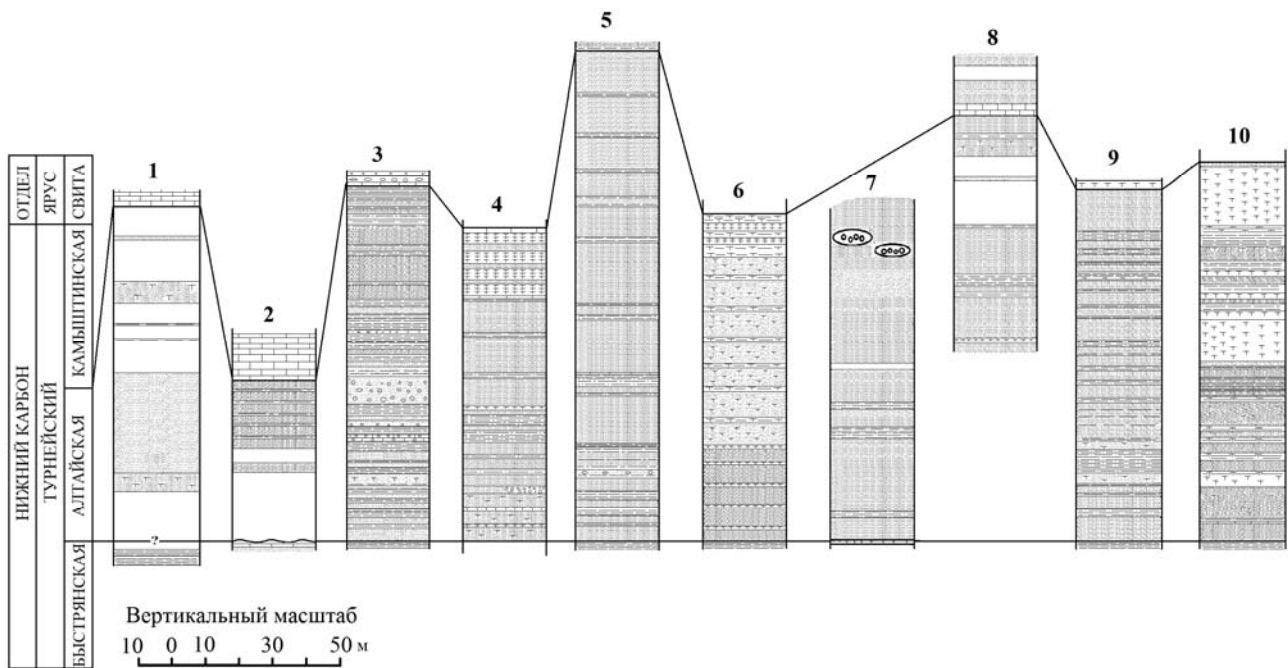


Рис. 4. Корреляция разрезов алтайской свиты Южно-Минусинской и Сыдо-Ербинской впадин: 1 – южный склон хр. Сарского, в 6,4 км юго-восточнее с. Ниж. База; 2 – западный склон г. Уйтаг, левобережье р. Абакан вблизи с. Шалгинов; 3 – правый берег р. Абакан, г. Изых [13]; 4 – левый берег р. Оя, у с. Жеблахты [17]; 5 – левый берег р. Енисей, к северу от с. Алтай [7]; 6 – левобережье р. Лугавка, у с. Восточное [2]; 7 – левый берег Красноярского вдхр., севернее пос. Усть-Абакан; 8 – южный склон хр. Подкунинского, искусственное обнажение у трассы М-54, севернее г. Черногорска; 9 – правый берег р. Туба в устьевой части [7]; 10 – правый берег Красноярского вдхр., в 4 км юго-западнее с. Новая Сыда [13]

Следующая секвенция соответствует интервалу от самохвальской до соломенской свит (рис. 1). В основании самохвальской свиты (ТНС) на севере (хр. Подкунинский), северо-западе (оз. Усколь; Абакансолязавод), юго-западе (г. Уйтаг; район с. Куйбышево) залегают слои светло-красных и коричневатых грубозернистых полимиктовых песчаников и гравелитов, об-

разованных в аллювиальных (пойменных) условиях (рис. 6). В центральном (г. Изых) и северо-восточном (пос. Малая Минуса) районах основание свиты сложено зеленовато-серыми и лиловато-бурыми мелкозернистыми туфопесчаниками и алевролитами, образованными уже в условиях приближенных аллювиально-дельтовых.

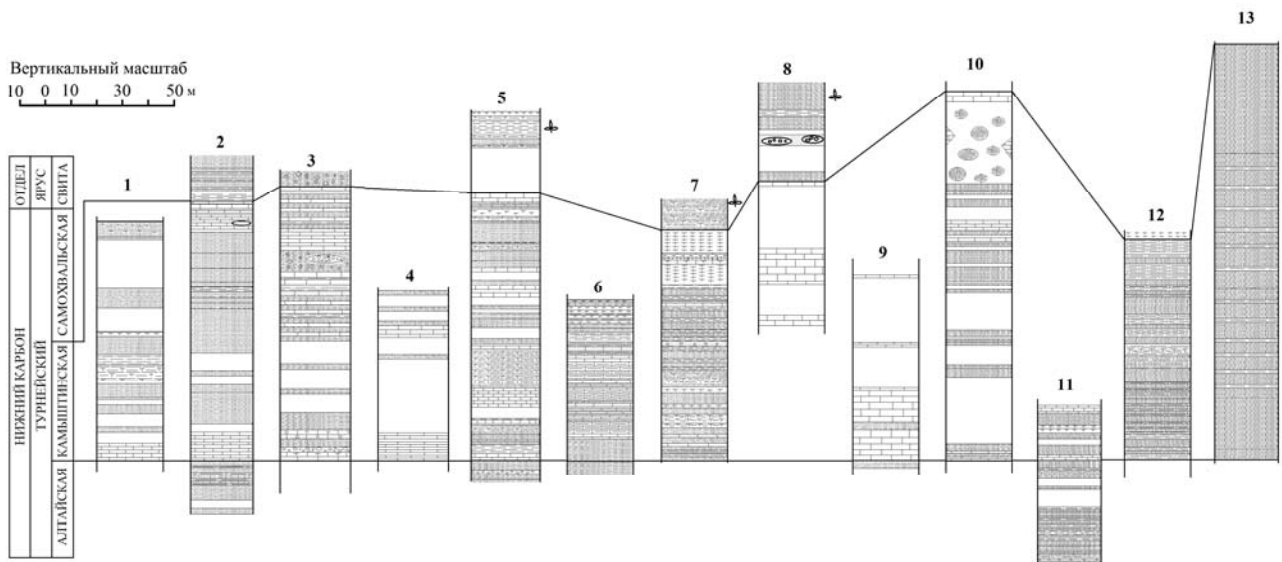


Рис. 5. Корреляция разрезов камыштинской свиты Южно-Минусинской впадины: 1 – южный склон хр. Сарского, в 6,4 км юго-восточнее с. Ниж. База; 2 – западный склон г. Уйтаг, левобережье р. Абакан вблизи с. Шалгинов; 3 – левый берег р. Абакан, восточнее оз. Соленого; 4 – западный склон г. Улуг-Кирба-2; 5 – правый берег р. Абакан, г. Изых; 6 – левый берег р. Енисей, к северу от с. Алтай [7]; 7 – р. Енисей, о. Тополов [13]; 8 – восточный берег оз. Усколь; 9 – куэста, западнее оз. Талое; 10 – правый берег р. Енисей, в районе с. Быстрая [19]; 11 – южный склон хр. Подкунинского, искусственное обнажение у трассы М-54, севернее г. Черногорска; 12 – правый берег р. Туба в устьевой части [7]; 13 – хр. Туран, близ с. Моисеевка [20]

Для нижнесамохвальских терригенных отложений характерна также повышенная известковистость, которая может быть связана с размывом карбонатов нижележащей камыштинской свиты в периферийных районах впадины. Выше по разрезу карбонатность отложений постепенно уменьшается.

Практически повсеместно в основании свиты встречаются остатки ископаемых растений

Tomiodendron varium (Radcz., 1960) S. Meyen, 1972, *Ursodendron chacassicum* Radcz., 1960 em. S. Meyen, 1972, *Pseudolepidodendron concinnum* (Radcz., 1960) Zorin, 1998 [13, 16, 18]. В районах г. Уйтаг, оз. Усколь и пос. Малая Минуса встречаются остатки *Caulopteris* cf. *ogurensis* (Schm., 1877) Ananiev et. Mikhailova, 1958, а также остатки сходные с *Angarofloios* и *Archaeocalamites*.

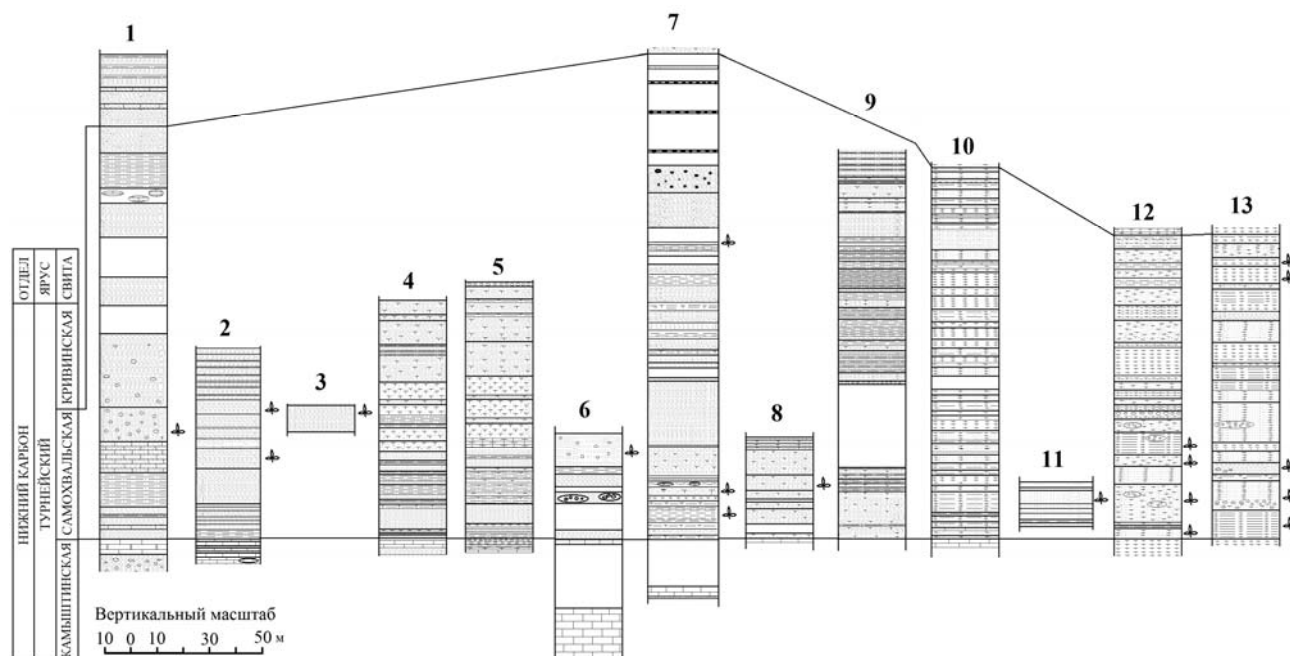


Рис. 6. Корреляция разрезов самохвальской свиты Южно-Минусинской и Сыдо-Ербинской впадин: 1 – левый берег р. Абакан, восточнее оз. Соленого; 2 – западный склон г. Уйтаг, левобережье р. Абакан вблизи с. Шалгинов; 3 – карьер в 1,5 км восточнее с. Куйбышево; 4, 5 – район с. Московского [7]; 6 – восточный берег оз. Усколь; 7 – правый берег р. Абакан, г. Изых; 8 – правый берег р. Енисей, ниже устья р. Коя [Там же]; 9 – левый берег р. Енисей, к северу от с. Алтай [Там же]; 10 – правый берег р. Абакан, г. Самохвал [Там же]; 11 – карьер, в 2,5 км северо-восточнее пос. Малая Минуса; 12 – правый берег р. Туба в устьевой части [Там же]; 13 – правый берег Красноярского вдхр., в 4 км юго-западнее с. Новая Сыда [13]

Самохвальскую сменяет мощная кривинская свита, сложенная монотонным чередованием песчаников, туфопесчаников, алевролитов, аргиллитов и редких прослоев известняков, преимущественно темно-лилового и темно-зеленого цвета (рис. 7). В отличие от самохвальской, отложения кривинской свиты преимущественно более тонкозернистые и характеризуются повышенной карбонатностью. На основании этого отложения свиты отнесены к началу трансгрессии (ТТ). Растительные остатки встречаются крайне редко и представлены в основном *P. concinnum*. На севере впадины (хр. Подкунинский) также встречены единичные *P. minussinskiensis* Zorin, 1998.

Максимумом трансгрессии приходится на соломенскую свиту нижнего карбона (ТВС). Этот тракт по наличию мощных слоев сильно окремелых известняков сходен с камыштинским ТВС (рис. 7). Известняки имеют максимальную мощность в центре и юго-западе впадины (г. Изых; хр. Сарского).

На востоке впадины в районах сёл Листвягово и Кавказское свита характеризуется преобладанием терригенных пород [16]. Здесь же отмечено наличие растительных остатков *Angarofloios alternans* (Schm., 1877) S. Meyen, 1974, *Ursodendron distans* (Chachlov, 1940) S. Meyen, 1973 и *C. ogurensis* [13, 16]. В отло-

жениях свиты в других районах впадины растений не обнаружено.

В целом объемы свит преимущественно соответствуют интервалам выделенных трактов, за исключением быстрянской и алтайской свит нижнего карбона. На основании литологических отличий и направленности осадконакопления (трансгрессия и регрессия) в дальнейшем возможно провести более детальное деление быстрянской и алтайской свит. Быстрянская свита может быть разделена на две подсвиты – нижнюю и верхнюю. Нижняя характеризуется трансгрессивным типом осадков, а верхняя – регрессивным. Алтайская может быть разделена на нижнеалтайскую подсвиту, образованную в результате регрессии, и трансгрессивную верхнеалтайскую подсвиту.

Прослежена определенная связь особенностей осадконакопления и характера распространения растительных комплексов в верхнедевонских и нижнекаменноугольных отложениях. Широкое площадное распространение ископаемых растений наблюдается только в верхнебыстрянских и нижнесамохвальских отложениях нижнего карбона, характеризующихся регрессивным типом осадков и расположенных в основаниях секвенций. В отложениях с трансгрессивным типом осадков (кохайская, кривинская и соломенская свиты) растительные остатки встречаются гораздо реже.

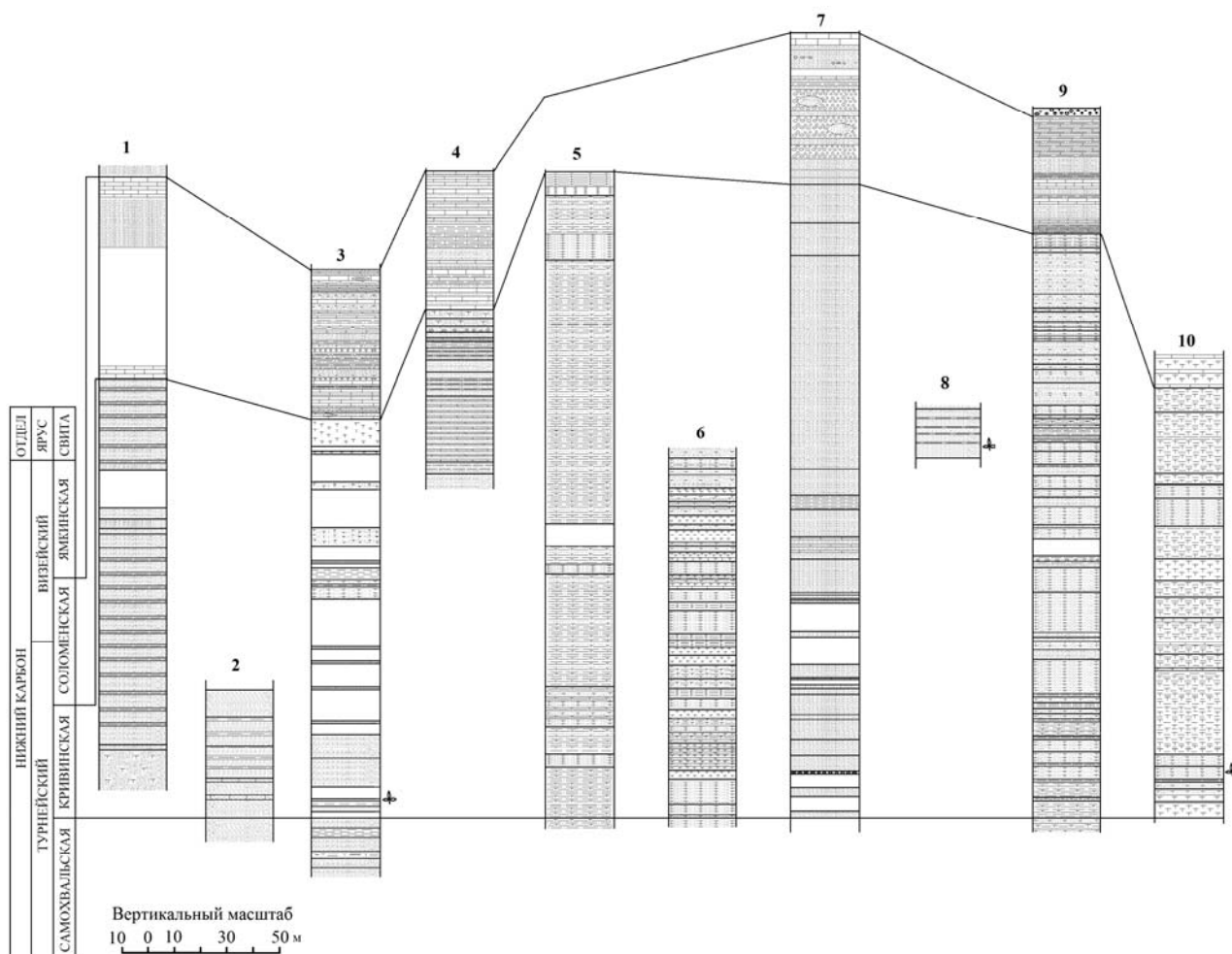


Рис. 7. Корреляция разрезов кривинской и соломенской свит Южно-Минусинской и Сыдо-Ербинской впадин: 1 – южный склон хр. Сарского, в 6,4 км юго-восточнее с. Ниж. База; 2 – левый берег р. Абакан, восточнее оз. Соленого; 2 – правый берег р. Абакан, г. Изых [7]; 4 – правый берег р. Енисей, близ устья р. Коя [Там же]; 5 – правый берег р. Енисей у с. Кривинское [Там же]; 6 – правый берег р. Абакан, г. Самохвал [Там же]; 7 – правый берег р. Енисей, в районе с. Комарково [19]; 8 – южный склон хр. Подкунинского, искусственное обнажение у трассы М-54, севернее г. Черногорска; 9 – правый берег р. Туба в устьевой части [7]; 10 – правый берег Красноярского вдхр., в 4 км юго-западнее с. Новая Сыда [13]

Каждая секвенция характеризуется определенным составом растительных комплексов (рис. 1). В верхнем девоне ойдановско-кохайская секвенция характеризуется доминированием *P. ursina* (кохайский ТВС). В тубинской секвенции того же возраста преобладают представители рода *Archaeopteris* (тубинский ТВС). В нижнем карбоне верхнебыстрянско-камыштинская

секвенция характеризуется комплексом, состоящим из *C. kiltorkense*, *P. carneggianum* и *S. subtenerrimum* (верхнебыстрянский ТВС). В отложениях самохвальско-соломенской секвенции распространены остатки *T. varium*, *U. chacassicum*, *P. concinnum*, *P. minusinskiensis*, *U. distans*, *A. alternans* и *C. ogurensis*.

ЛИТЕРАТУРА

1. Маргулис Л.С. Секвенная стратиграфия в изучении строения осадочных чехлов // Нефтегазовая геология. Теория и практика. СПб. : ВНИГРИ, 2008. Т. 3. URL: http://www.ngtr.ru/rub/2/37_2008.pdf
2. Моссаковский А.А., Дуранте М.В., Павлова И.И. Геологическая карта СССР масштаба 1: 200000. Серия Минусинская. Лист N-46-XXI // Объяснительная записка. М. : Госгеолтехиздат, 1960. 90 с.
3. Единцев Е.С. и др. Геологическое строение и полезные ископаемые листов N-46-86-в и N-46-86-г // Окончательный отчет Камыштинской ГСП за 1968-1970 гг. Т. 1. Пос. Кулун : Красноярское геологическое управление. Западная комплексная геологоразведочная экспедиция, 1970.
4. Филимонов А.Н. Новое местонахождение позднедевонских растений в районе пос. Усть-Камышта // Труды III Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов памяти акад. А.П. Карпинского. СПб. : ВСЕГЕИ, 2013. С. 166–170, ил.
5. Региональная стратиграфическая схема девонских образований восточной части Алтае-Саянской области. Новосибирск : СНИИГГиМС, 2012. 52 с.
6. Теодорович Г.И., Полонская Б.Я. Стратиграфия, петрография и фации девона Минусинских и Назаровской впадин. М. : Изд-во АН СССР, 1958. 232 с.
7. Федотов А.Н. Геологическое доизучение масштаба 1:200 000 в Минусинской впадине на Абаканской площади (Абаканская). Кн. I : Текст отчета + граф. изобр. Красноярск : Красноярскгеолсъемка, 1996.
8. Теодорович Г.И. Основные черты стратиграфии и палеогеографии девона Минусинских впадин // Вопросы геологии Азии. М. : Изд-во АН СССР, 1954. С. 262–285.

9. *Ананьев А.Р.* Важнейшие местонахождения девонских флор в Саяно-Алтайской горной области. Томск : Изд-во Том. ун-та, 1959. 99 с.
10. *Зорин В.Т.* Перерыв и кора выветривания на границе верхнего девона и нижнего карбона в Назаровской и Северо-Минусинской впадинах (Минусинский прогиб) // Геология и геофизика. Новосибирск : Наука, 1984. № 8. С. 126–129.
11. *Филимонов А.Н.* Новые данные по палеогеографии раннего карбона минусинского прогиба // Вестник Томского государственного университета. 2014. № 382. С. 207–213.
12. *Могилев А.Е.* Некоторые особенности геологического развития Минусинского прогиба и его складчатого обрамления в раннем карбоне // Материалы по геологии Сибири. Томск : Изд-во ТГУ, 1983. С. 60–75.
13. *Зорин В.Т.* Нижний карбон Минусинского прогиба (стратиграфия, флора). СПб. : Изд-во Разумовой Н.А., 1998. 144 с., 26 рис., прил. 10 табл.
14. *Чочиа Н.Г., Краснов В.И.* Геологическое строение Минусинских межгорных впадин и перспективы их нефтегазоносности. Л. : Гостехиздат, 1958. 300 с.
15. *Ананьев В.А.* Основные местонахождения флор начала раннего карбона в Северо-Минусинской впадине. Томск : Изд-во Том. ун-та, 1979. 124 с., ил, фототабл.
16. *Грайзер М.И.* Нижнекаменноугольные отложения Саяно-Алтайской складчатой области. М. : Наука, 1967. 148 с.
17. *Филиппова И.Б.* Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Объяснительная записка к листу N-46-XXVII. М. : Недра, 1967. 83 с.
18. *Филимонов А.Н.* Новые местонахождения раннекаменноугольных растений в Южно-Минусинской впадине // Палеоботанический вестник. Непериодическое издание к журналу «Lethaea rossica. Российский палеоботанический журнал». М. : ГЕОС, 2013. Вып. 1. С. 124–129, табл. XVII–XVIII.
19. *Тыжнов А.В., Тыжнова О.В.* Геологическое строение антиклиналей Быстринской, Тагарской и Алтайского сользавода Минусинского бассейна и смежных с ними участков (лист N-46-XX). Новосибирск : Зап.-Сиб. геол. упр., 1943.
20. *Кац Я.Г.* Геологическая карта масштаба 1 : 200 000. Серия Минусинская котловина. Лист N-46-XIV (карта + объяснительная записка). М. : Госгеолтехиздат, 1959. 96 с.

Статья представлена научной редакцией «Науки о Земле» 16 июня 2014 г.

UPPER DEVONIAN AND LOWER CARBONIFEROUS (TOURNAISIAN) SEQUENCE STRATIGRAPHY OF THE YUZHNO-MINUSINSKAYA DEPRESSION

Tomsk State University Journal. No. 385 (2014), 197-205. DOI: 10.17223/15617793/385/34

Filimonov Aleksandr N. Tomsk State University (Tomsk, Russian Federation). E-mail: Aleksandrman88@mail.ru

Keywords: sequence stratigraphy; Upper Devonian; Lower Carboniferous; Minusinskaya depression.

The zoning of the Upper Devonian and Lower Carboniferous sections of the Yuzhno-Minusinskaya depression has been performed with the use of the sequence stratigraphy method. The Upper Devonian section of the Yuzhno-Minusinskaya Depression is subdivided into two sequences. The basement of the first sequence is the lowstand system tract (LST) corresponding to the volume of the Oidanovskaya suite and characterizing the regression maximum. The tract is composed of terrigenous red deposits. They are replaced by the Kokhaiskaya suite representing the highstand system tract (HST). Its composition differs from that of the underlying tract by the presence of terrigenous-carbonate and carbonate rocks in the section.

The volume of the second sequence coincides with the red Tubinskaya suite being LST and formed in the result of the depression territory uplift followed by regression. The lithological characteristic of the suite is similar to that of the Oidanovskaya suite.

The Lower Carboniferous (Tournaisian) section of the Yuzhno-Minusinskaya depression is subdivided into three sequences. The first sequence persists as a single tract (HST) in the result of the pre-Carboniferous hiatus and includes the lower and middle parts of the Bystryanskaya suite. These parts are composed of the terrigenous-carbonate unconformable rocks on the washed out surface of the Upper Devonian deposits. The second sequence includes the upper part of the Bystryanskaya suite, the Altaiskaya and Kamyshinskaya suites. To its bottom, the tract (LST) is confined, including the top of the Bystryanskaya suite and the lower part of the Altaiskaya suite which are composed of predominating terrigenous deposits. The lower Altaiskian deposits correspond to the maximum regression. Meanwhile, the upper Altaiskian deposits are characterized by the sediment transgressive type (TT) composed mainly of fine-grained sandstones, siltstones, claystones and silicified limestones. The third sequence corresponds to the interval from the Samokhvalskaya to Solomenskaya suites. The basement of this sequence is the terrigenous Samokhvalskaya suite (LST) composed of medium- and coarse-grained sandstones, siltstones and more rarely claystones. It is replaced by the thick Krivinskaya suite composed by the monotonous alternation of fine-grained sandstones, tuffaceous sandstones, siltstones, claystones and rare limestone interbeds. As opposed to the Samokhvalskaya suite, deposits of the Krivinskaya suite are predominantly more fine-grained and characterized by the enhanced carbonate content. On this basis, the deposits of this suite are assigned to the beginning of a new transgression (TT). Its maximum falls on the Solomenskaya suite (HST), the structure of which is very similar to that of the Kamyshinskaya suite.

REFERENCES

1. Margulis L.S. Sequence stratigraphy in studying the structure of sedimentary covers. *Neftegazovaya geologiya. Teoriya i praktika*, 2008, vol. 3. Available at: http://www.ngtp.ru/rub/2/37_2008.pdf. (In Russian).
2. Mossakovskiy A.A., Durante M.V., Pavlova I.I. *Geologicheskaya karta SSSR, masshtaba 1 : 200000. Seriya Minusinskaya. List N-46-XXI. Ob'yasnitel'naya zapiska* [Geological map of the USSR, scale 1 : 200,000 Series Minusinskaya. Sheet N-46-XXI. Explanatory memorandum]. Moscow: Gosgeoltekhizdat Publ., 1960. 90 p.
3. Edintsev E.S. et al. *Geologicheskoe stroenie i poleznye iskopaemye listov N-46-86-v i N-46-86-g. Okonchatel'nyy otchet Kamyshinskoy GSP za 1968-1970 gg.* [Geological structure and minerals of sheets N-46-86-in and N-46-86-g. Final report of Kamyshinskaya geological-mapping party for 1968-1970]. Kulun: Krasnoyarskoe geologicheskoe upravlenie. Zapadnaya kompleksnaya geologorazvedochnaya ekspeditsiya Publ., 1970. Vol. 1.
4. Filimonov A.N. [New location of the Late Devonian plants in the vicinity of the settlement of Ust-Kamyshhta]. *Trudy III Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh i spetsialistov pamyati akad. A.P. Karpinskogo* [Proc. of the III International scientific-practical conference of young scientists and specialists in memory of Acad. A.P. Karpinsky]. St. Petersburg: VSEGEI Publ., 2013, pp. 166-170. (In Russian).
5. Regional'naya stratigraficheskaya skhema devonskikh obrazovaniy vostochnoy chasti Altae-Sayanskoy oblasti [Regional stratigraphic scheme of the Devonian formations of the eastern part of the Altai-Sayan region]. Novosibirsk: SNIIGGiMS Publ., 2012. 52 p.
6. Teodorovich G.I. et al. *Stratigrafiya, petrografiya i fatsii devona Minusinskikh i Nazarovskoy vpadin* [Stratigraphy, petrography and facies of the Devonian of the Minusinsk and Nazarovskaya depressions]. Moscow: USSR AS Publ., 1958. 232 p.

7. Fedotov A.N. *Geologicheskoe doizuchenie masshtaba 1:200 000 v Minusinskoj vpadine na Abakanskoj ploschadi (Abakanskaya)* [Additional geological exploration of scale 1: 200 000 in the Minusinsk depression in Abakan area (Abakan)]. Krasnoyarsk: "Krasnoyarskgeols"emka" Publ., 1996. Book 1.
8. Teodorovich G.I. *Osnovnye cherty stratigrafii i paleogeografii devona Minusinskikh vpadin* [The main features of stratigraphy and paleogeography of the Devonian of Minusinsk depressions]. In: *Voprosy geologii Azii* [Problems of geology of Asia]. Moscow: USSR AS Publ., 1954, pp. 262-285.
9. Anan'ev A.R. *Vazhneyshie mestonakhozhdeniya devonskikh flor v Sayano-Altayskoy gornoy oblasti* [The most important locations of the Devonian floras in the Sayano-Altai mountain region]. Tomsk: Tomsk State University Publ., 1959. 99 p.
10. Zorin V.T. *Pereryv i kora vyvetrivaniya na granitse verkhnego devona i nizhnego karbona v Nazarovskoy i Severo-Minusinskoj vpadinakh (Minusinskiy progib)* [Break and weathering crust at the boundary of the Upper Devonian and Lower Carboniferous in the Nazarovskaya and Severo-Minusinskaya depressions (Minusinsk trough)]. *Geologiya i geofizika – Russian Geology and Geophysics*, 1984, no. 8, pp. 126-129.
11. Filimonov A.N. Recent data on the paleogeography of the Early Carboniferous of the Minusinsk Depression. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta – Tomsk State University Journal*, 2014, no. 382, pp. 207-213. (In Russian).
12. Mogilev A.E. *Nekotorye osobennosti geologicheskogo razvitiya Minusinskogo progiba i ego skladchatogo obramleniya v rannem karbone* [Some features of the geological development of the Minusinsk trough and its folded frame in the Early Carboniferous]. In: *Materialy po geologii Sibiri* [Materials on the geology of Siberia]. Tomsk: Tomsk State University Publ., 1983, pp. 60-75.
13. Zorin V.T. *Nizhniy karbon Minusinskogo progiba (stratigrafiya, flora)* [The Lower Carboniferous of the Minusinsk trough (stratigraphy, flora)]. St. Petersburg: Izd-vo Razumovoy N.A. Publ., 1998. 144 p.
14. Chochia N.G. et al. *Geologicheskoe stroenie Minusinskikh mezhgornyykh vpadin i perspektivy ikh nefte-gazonosnosti* [Geological structure of the Minusinsk intermountain and prospects of their oil and gas content]. Leningrad: Gostoptekhizdat Publ., 1958. 300 p.
15. Anan'ev V.A. *Osnovnye mestonakhozhdeniya flor nachala rannego karbona v Severo-Minusinskoj vpadine* [The main locations of the floras in the beginning of the Early Carboniferous in the Severo-Minusinskaya depression]. Tomsk: Tomsk State University Publ., 1979. 124 p.
16. Grayzer M.I. *Nizhnkamennougol'nye otlozheniya Sayano-Altayskoy skladchatoy oblasti* [Lower Carboniferous sediments of the Sayano-Altai folded region]. Moscow: Nauka Publ., 1967. 148 p.
17. Filippova I.B. et al. *Geologicheskaya karta SSSR, masshtaba 1: 200 000. Ob"yasnitel'naya zapiska k listu N-46-XXVII* [Geological map of the USSR, scale 1: 200 000 Explanatory memorandum to sheet N-46-XXVII]. Moscow: "Nedra" Publ., 1967. 83 p.
18. Filimonov A.N. *Novye mestonakhozhdeniya rannekamennougol'nykh rasteniy v Yuzhno-Minusinskoj vpadine* [New localities of Early Carboniferous plants in the Yuzhno-Minusinskaya depression]. In: *Paleobotanicheskiy vremennik*. Moscow: GEOS Publ., 2013. Issue 1, pp. 124-129.
19. Tyzhnov A.V. i Tyzhnova O.V. *Geologicheskoe stroenie antiklinaly Bystryanskoy, Tagarskoy i Altayskogo sol'zavoda Minusinskogo basseyna i smezhnykh s nimi uchastkov (list N-46-XX)* [Geological structure of the Bystryanskaya and Tagarskaya anticlines, Altai saltworks, Minusinsk basin and adjacent areas (sheet N-46-XX)]. Novosibirsk: Zapadno-Sibirskoe geologicheskoe upravlenie Publ., 1943.
20. Kats Ya.G. et al. *Geologicheskaya karta masshtaba 1: 200 000. Seriya Minusinskaya kotlovina. List N-46-XIV (karta + ob"yasnitel'naya zapiska)* [Geological map, scale 1: 200 000. Minusinsk Hollow Series. Sheet N-46-XIV (map and explanatory memorandum)]. Moscow: Gosgeoltekhizdat Publ., 1959. 96 p.

Received: 16 June 2014