

## Пограничные силурийско-девонские красноцветные отложения Северного полушария Земли и их значение для палеогеографических реконструкций

В.В. Баранов

*Установлено, что в конце позднего силура на севере Евразийского и Американского континентов понижение уровня Мирового океана привело к осушению больших территорий, с которых происходил снос терригенного материала в мелководные изолированные и полуизолированные лагуны, опоясывающие Восточно-Европейскую, Сибирскую и Северо-Американскую (Канадскую) платформы. С аридизацией климата связано осаждение сульфатов и соли, а окислительно-восстановительные процессы способствовали формированию пестроцветных, преимущественно, красноцветных (redbeds) толщ, которые трассируются по всему Северному полушарию Земли.*

Ключевые слова: средний палеозой, поздний силур, красноцветные отложения, палеогеография, Северное полушарие Земли.

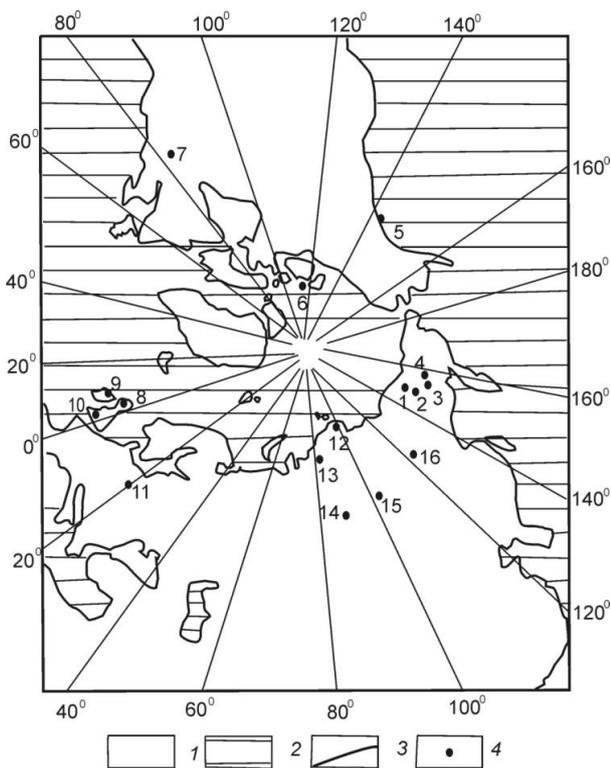
*It is established, that at the end of Late Silurian in the North of the Eurasian and American continents the downturn of a level of World ocean has resulted in drainage of the large territories from which occurred a demolition of terrigenous material in shallow isolated and semi-isolated lagoons surrounding the East Europe, Siberian and North American (Canadian) platforms. With aridization of the climate it is connected deposition of sulfates and salt, and redox processes promoted formation of variegated mainly redbeds stratum which traced on all northern hemisphere of the Earth.*

Key word: Middle Paleozoic, Late Silurian, redbeds, paleogeography, northern hemisphere.

Красноцветные отложения в среднем палеозое Северного полушария Земли установлены на нескольких стратиграфических уровнях, но их возрастная датировка и корреляция вызывают большие разногласия. Красноцветы, как правило, приурочены к финальным стадиям трансгрессивно-регрессивных мегациклов и сопрягаются с минимальным стоянием уровня Мирового океана, аридным климатом и тектонической активностью. Серия «Древний красный песчаник» (Old Red Sandstone) была выделена шотландским натуралистом и минералогом Р. Джемсоном в 1821 г. В 1839 г. английские геологи Р.И. Мурчисон и А. Сэдживк выделили ее как «Девонскую систему». Позднее она была расчленена на три региояруса: даунтонский, диттонский и бреконский. Нижний даунтонский региоярус был включен в силурийскую систему и в настоящее время он сопоставляется с лудловским и пржидольским ярусами. Диттонский и бреконский региоярусы входят в девонскую систему и соответствуют лохковскому и пражскому ярусам планетарной стратиграфической шкалы [1]. Древний красный песчаник – это континентальные и лагун-

ные отложения с остатками рыб, ракоскорпионов и двустворчатых моллюсков и др. Даунтонский ярус сложен в основании лудловской костеносной брекчией, в средней части – песчаниками, алевролитами и аргиллитами и в верхней – красноцветными мергелями. В вышележащих пестроцветных отложениях отмечаются мощные пласты конгломератов. К юго-востоку, на западном обрамлении Восточно-Европейской платформы, в Польско-Литовской и Львовской впадинах установлены красноцветные нижнедевонские отложения – аналог «Древнего красного песчаника» Великобритании мощностью до 400 м. Таким образом, регрессия морского бассейна на Восточно-Европейской платформе в конце силура – начале раннего девона привела сначала к образованию лагун, а затем и полному ее осушению (рисунок).

Аналогичная ситуация складывалась в это время на Сибирской платформе и в окружающих ее морских бассейнах. На Сибирской платформе на рубеже верхнего силура и нижнего девона наблюдается регрессия морского бассейна с лагунными условиями осадконакопления. Красноцветные и гипсоносные отложения зубовского горизонта установлены здесь на северо-восточном борту Тунгусской синеклизы, где они представлены красноцветными, иногда пестроцветными мергелями и доломитами с пластами гипсов и



Обзорная схема местоположения красноцветных отложений верхнего силура – нижнего девона в Северном полушарии Земли: 1 – суша; 2 – море; 3 – граница между сушей и морем; 4 – местонахождение красноцветов (redbeds); 1 – хр. Тас-Хаяхта, 2 – Селенняхский кряж, 3 – Омудевские горы, 4 – Юкагирское плоскогорье (правобережье р. Колымы), 5 – юго-восточная Аляска, северные Кордильеры, 6 – Канадская Арктика, о. Сомерсет, 7 – Аппалачи, 8 – Шотландия, 9 – Ирландия, 10 – Уэльс, 11 – Брестско-Литовская впадина, 12 – Таймыр, 13 – северо-запад Сибирской платформы, 14 – Алтае-Саянская горная область, 15 – Тыва, 16 – Южное Верхоянье, хр. Сетте-Дабан

солей. Мощность отложений составляет 20–70 м [2]. Остальная территория платформы была приподнята и представляла слабо расчлененную низменную сушу. На восточном ее обрамлении, в Верхояно-Чукотском морском бассейне также прослеживается регрессивная тенденция. Здесь, на всех карбонатных платформах рифы и рифогенные отложения венлокско-лудловского возраста перекрыты лагунными красноцветными или пестроцветными отложениями, часто с прослоями или пластами гипсов и ангидритов, а иногда и с пластами конгломератов. На Омудевской карбонатной платформе мирнинская свита (лудфорд-пржидол) представлена пестроцветными алевролитами, мелкозернистыми песчаниками, прослоями доломитов и известняков. На юго-западном склоне наблюдается замещение пестроцветных отложений мирнинской свиты известняками ягоднинской свиты с брахиподами *Atrypoides phoca*

(Salter) [3]. По данным В.Вл. Меннера и др. [4], к северу в направлении Рассошинской структурно-фациальной зоны разрез мирнинской свиты становится более терригенным. В ее разрезе появляются конгломераты. На Приколымской карбонатной платформе красноцветные отложения представлены железинской свитой (пржидол – базальные слои лохкова) мощностью до 400 м. На Яно-Индибирской карбонатной платформе нижняя граница красноцветной артыхюрской свиты в разных структурно-фациальных зонах скользит от верхнего венлока до основания лудлова, а верхняя – от основания пржидола до нижнего девона, иногда включая его базальную часть [5–7]. В хр. Тас-Хаяхта (верхнее течение р. Нахатты) артыхюрская свита представлена преимущественно красноцветными мергелями с линзовидными прослоями гипса и ангидрита мощностью до 410 м. Она перекрывается здесь темно-серыми известняками пржидольского возраста с брахиподами *Atrypoides phoca* (Salter), *Collarothyris canaliculata* (Wenjukov) и конодонтами *Ozarkodina confluens* (Branson & Mehl). В центральной части хребта (руч. Быстрый) она замещается доломитово-гипсоносной толщей мощностью до 400 м, а в 6 км к северо-востоку, на водоразделе рек Болдымбы и Сюрюктях-Юрэх – пестроцветными мергелями и доломитами мощностью 90–100 м. В верхнем течении р. Куранах-Юрэх красноцветы артыхюрской свиты замещаются зелеными и коричневыми мергелями и доломитами мощностью более 350 м. В среднем течении р. Догдо (истоки р. Правый Солончан) наблюдается выклинивание красноцветов и замещение их известняками и доломитами. В Селенняхском кряже мощность и литологический состав артыхюрской свиты также варьируют. На правобережье р. Чибагалах, в ее верхнем течении артыхюрская свита согласно перекрывается известняками датинской свиты нижнего девона (табулятовая зона *Favosites socialis*) мощностью 100 м, т. е. здесь ее верхний возрастной предел ограничен ранним девонем. На остальной территории Селенняхского кряжа красноцветы перекрываются темно-серыми глинистыми известняками талындинской свиты с пржидольскими брахиподами *Atrypoides phoca* (Salter), *Collarothyris canaliculata* (Wenjukov) и конодонтами *Ozarkodina confluens* (Branson & Mehl).

К северо-востоку, на водоразделе рек Сакинджа и Джяпканджа – I в составе артыхюрской свиты появляются пласты известняков. Мощность свиты достигает здесь 350 м.

В Южном Верхоянье, на левобережье р. Восточной Хандыги отложения лудлова и пржидола представлены желтыми доломитами с пластами гипса и ангидрита, которые относятся к хурат-

ской свите. Она перекрывается темно-серыми известняками сеттедабанской свиты с ранне-лохковскими табулятами, брахиоподами и конодонтами. Мощность ее составляет 200–250 м.

На Таймыре в ? пржидоле – начале раннего девона существовали мелководные лагуны, в которых накапливались ленточные гипсы и ангидриты, доломиты, мергели, глинистые сланцы белокаменных слоев мощностью до 80 м [8].

На северо-западе Сибирской платформы пржидольские отложения встречаются фрагментарно. В Норильско-Туринском районе они представлены верхней частью постнической свиты и ее возрастным аналогом мирошкинской свитой, которая сложена доломитами, доломитовыми мергелями, сульфатоносными доломитами и ангидритами. В кавернах и трещинах обнаружена каменная соль. Мощность пржидольских отложений 20 м [9]. В низах нижнего девона отмечается смена сульфатно-доломитовой толщи пестроцветными (зелено-вато-серыми и красно-коричневыми) карбонатно-глинистыми отложениями, общая мощность которых не превышает 270 м [10]. На юго-западном обрамлении Сибирской платформы, в Алтае-Саянской горной области в основании нижнего девона залегает сухая свита, которая сложена красноцветными и зелено-вато-серыми конгломератами, гравелитами, песчаниками, алевролитами и аргиллитами мощностью 100–260 м [11]. В Тыве пограничные силурийско-девонские отложения представлены красноцветами хондыргейской свиты, генезис которых варьирует от прибрежно-морских до континентальных [12]. Таким образом, в позднем силуре и начале раннего девона Сибирская платформа представляла приподнятую собой слабо расчлененную сушу, окруженную мелководными полуизолированными лагунами, в которых накапливались красноцветные или пестроцветные, преимущественно, терригенные и сульфатоносные отложения.

В складчатых поясах, окружающих Северо-Американскую (Канадскую) платформу, верхний силур – нижний девон также представлен красноцветными отложениями. На юго-восточной Аляске, в северных Кордильерах красноцветные отложения представлены формацией Карин [13], возраст которой условно определяется как лудловский. Она сложена конгломератами, гравелитами, песчаниками и мергелями мощностью до 1600 м. Здесь в изолированных обнажениях обнаружены в темно-серых известняках пржидольские брахиоподы *Atrypoida phoca* (Salter). В Арктической Кана-

де красноцветные, эвапоритовые отложения лудлова (Cape Crauford Formation) установлены на острове Сомерсет [14]. На западе Северной Америки, в Центральных Аппалачах пограничные отложения силура и девона представлены красноцветными тонкослоистыми песчаниками (redbeds Andreas) мощностью около 20 м [15].

**Выводы.** Таким образом, в конце силура, позднем лудлове на севере Евразийского и Американского континентов наблюдается максимум регрессии Мирового океана. В изолированных и полуизолированных лагунах, окружающих Восточно-Европейскую, Сибирскую и Северо-Американскую (Канадскую) платформы, происходило осаждение сульфатоносных и соленосных, пестроцветных, преимущественно, красноцветных (redbeds) толщ, которые трассируются по всему Северному полушарию Земли. В начале пржидола начинается трансгрессия, следы которой зафиксированы на севере Евразийского и Американского континентов.

*Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (грант 13-05-00520) и Программы Президиума РАН № 23, проект № 23.1.*

#### Литература

1. Bassett M.G. Silurian to Scandinavian // Proceedings of the Shropshire Geological Society. – 1986. – V.5. – P.1–3.
2. Матухин Р.Г., Меннер В.В., Соколов П.Н., Решетняк Д.Р. Стратиграфическая основа девонской системы Сибирской платформы. – Новосибирск: СНИИГиГМС, 1995. – 80 с.
3. Орадовская М.М. Биостратиграфия и фации ордовика–силура Северо-Востока СССР. – М.: Недра, 1988. – 176 с.
4. Меннер В.В., Сидяченко А.И., Сурмилова Е.П., Шульгина В.С. Историко-геологический анализ при решении вопроса о границе силура и девона Северной Азии // Граница силура и девона и биостратиграфия силура: тр. III Международного симпозиума. – Т. I. – Л.: Наука, 1971. – С. 164–172.
5. Альховик Т.С., Баранов В.В. Стратиграфия верхнего силура и нижнего девона Восточной Якутии // Регион. геол. и полезн. ископ. Якутии. – Якутск: Изд-во ЯГУ, 1992. – С. 23–37.
6. Альховик Т.С., Баранов В.В. Силур севера Восточной Якутии (районирование, стратиграфия, стратотипы свит) // Вестник Госкомгеологии. – 2001а. – №1. – С. 91–101.
7. Альховик Т.С., Баранов В.В. Стратиграфия нижнего девона Восточной Якутии (Северо-Восток России). – Якутск: ЯФ Изд-ва СО РАН, 2001б. – 149 с.
8. Черкесова С.В. Общая стратиграфическая характеристика нижнедевонских отложений тарейского опорного разреза // Стратиграфия и фауна нижнедевонских отложений тарейского опорного разреза. – СПб.: Недра, 1994. – С. 7–37.

9. Лопушинская Т.В., Мельников Н.В., Дорошенко Л.Д., Доронина С.И. Местные стратиграфические подразделения Курейской синеклизы Сибирской платформы // Региональная геология, стратиграфия и палеонтология докембрия и нижнего палеозоя Сибири. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 2010. – С. 157–170.

10. Матухин Р.Г., Меннер В.В. Девоны и нижний карбон северо-запада Сибирской платформы. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 1995. – 80 с.

11. Ржонсницкая М.А. Кузнецкий прогиб и сопредельные районы Западной Сибири // Стратиграфия СССР. Девоны системы. – М.: Недра, 1973. – С. 15–55.

12. Сенников Н.В. Геологические события в палеозое Алтае-Саянской складчатой области и их отражение в палеогеографических и седиментаци-

онных обстановках и палеобиотах // Эволюция биосферы и биоразнообразия. – М.: Т-во научных изданий КМК, 2006. – С. 506–526.

13. Eberlein G.D., Churkin M. Jr. Paleozoic stratigraphy in the Coastal Area of Prince of Wales Island, Southeastern Alaska // Geological Survey Bulletin 1284. – 1970. – С. 1–67.

14. Jones B., Dixon O.A. Stratigraphy and sedimentology of Upper Silurian rocks, northern Somerset Island, Arctic Canada // Canadian Journal of Earth Sciences. – 1977. – V. 14. – P. 1427–1452.

15. Miller J.D., Kent D.V. Paleomagnetism of the Silurian-Devonian Andreas redbeds: Evidence for an Early Devonian supercontinent? // Geology. – 1988. – V. 16. – P. 195–198.

Поступила в редакцию 06.08.2014

УДК 551.345

## Роль напочвенных покровов в формировании температуры грунтов на северо-востоке Амурской области

С.И. Заболотник

*Проведён анализ многолетних наблюдений за температурой воздуха, снежного и мохового покровов и подстилающих грунтов в Верхнезейской равнине (300 м абс.) и в хребте Турана (600 м абс.). Установлено, что средняя годовая температура под снежным покровом мощностью 0,3–0,6 м на 7,5–10,5°C выше, чем температура приземного воздуха, и достигает 0,9–3,2°C. Под моховым покровом толщиной 0,07–0,30 м средняя годовая температура, наоборот, понижается на 0,5–1,8°C и на его подошве составляет 0,2–2,0°C. Дальнейшее понижение температуры грунтов до 0°C и ниже происходит за счёт охлаждающего влияния торфа и увлажнённых почвенных горизонтов.*

Ключевые слова: средние годовые температуры приземного воздуха, дневной поверхности, напочвенных покровов и грунтов.

*Long-term observations of the temperatures of the air, snow and moss covers and grounds in the Upper Zeya plain (300 m a.s.l.) and in the Turan Ridge (600 m a.s.l.) have been analyzed. It has been found that the mean annual temperature beneath a 0,3–0,6 m snow cover is 7,5–10,5°C higher than air temperature and becomes positive (0,9–3,2°C). Under a moss cover 0,07–0,30 m in thickness, on the contrary, the mean annual temperature is lowered by 0,5–1,8°C, being 0,2–2,0°C at its base. A further decrease in ground temperatures to 0°C or lower occurs due to the cooling effect of moss and moist soil horizons.*

Key words: mean annual temperatures, air, surface covers, grounds.

### Введение

Основными параметрами, определяющими возможность и условия формирования многолетнемёрзлых пород, являются температура воздуха и напочвенные снежный и моховой покровы.

Строительство различных объектов на ос-

ваиваемых территориях криолитозоны потребовали углубления знаний о геофизиологической обстановке на конкретных участках. Особый интерес при этом представляют мари – почти безлесные увлажнённые мохово-торфяные пространства, в пределах которых практически всегда встречались многолетнемёрзлые породы, даже в тех случаях, когда они отсутствовали на окружающих территориях.

Для количественной оценки влияния покровов на температуру подстилающих пород, а также для выявления последствий при их уничтожении

ЗАБОЛОТНИК Станислав Иванович – к.г.-м.н., в.н.с. ИМЗ СО РАН, zabolotnik@mpi.ysn.ru.