

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ОТДЕЛЕНИЕ ГЕОЛОГИИ, ГЕОФИЗИКИ, ГЕОХИМИИ И ГОРНЫХ НАУК

ГЕОЛОГИЯ И ПАЛЕОНТОЛОГИЯ

*(К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ
АКАД. Д. В. НАЛИВКИНА)*

Ответственные редакторы
акад. *Б. С. Соколов*, чл.-кор. АН СССР *В. Д. Наливкин*

TTÜ GEOLOGIA INSTITUUT
RAAMATUKOGU

Nr. 7370



ЛЕНИНГРАД
«НАУКА»
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
1989

Д. Л. Кальо

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ СОБЫТИЙНЫХ ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНЫХ КАРТ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ИСТОРИИ БАЛТИЙСКОГО БАССЕЙНА В СИЛУРЕ

Палеогеографические реконструкции, создаваемые на базе литолого-фациального, палеоэкологического или в лучшем случае экосистемного анализа имеют крупное научное и практическое значение, особенно при достаточно детальном отражении на картах былых обстановок геологической истории. В этом смысле очень ценны высказывания Д. В. Наливкина (1978 и др.), обратившего много внимания на четкость понимания и отражения разных аспектов развития морских бассейнов и обитающих в них организмов (откуда и куда идут трансгрессии—регрессии, где расположены берег и шельф моря, чем обусловлены этапы развития и т. п.).

Изученность балтийско-скандинавского силура значительно повысилась за последние два десятка лет. Это выдвинуло и, с другой стороны, позволило приступить к решению ряда новых стратиграфических, фациальных и других задач. В итоге возникла идея составления событийных литолого-фациальных карт, детально передающих в духе высказываний Д. В. Наливкина палеогеографическую ситуацию бассейна. Рассмотрение методической стороны этой работы и составляет главный предмет данной статьи.

Исследования проводились в рамках проекта «Экостратиграфия» Международной программы геологической корреляции, в которой в 1978 г. была организована специальная рабочая группа. Поскольку в настоящей статье отражаются результаты коллектива, то отмечу всех участников рабочей группы: из Латвии — Р. Ж. Ульст и Л. Я. Ларская (ВНИИморгео), из Литвы — И. Ю. Пашкевичус (Вильнюсский университет), из Польши — Л. Теллер и Милашевский (Отдел палеобиологии ПАН), из ГДР — Г. Егер (Палеонтологический музей Берлинского университета), из Дании — М. Бьерресков (Копенгагенский университет), из Норвегии — Д. Ворсли (Палеонтологический музей университета Осло), из Швеции — М. Бассетт (Национальный музей Уэльса), К. Ларссон и Л. Чернс (Шведская геологическая служба) и из Эстонии моими ближайшими помощниками были Х. Э. Нестор и Р. Э. Эйнасто (Институт геологии АН ЭССР).

Следует еще отметить, что изучение фаций и истории развития силурийского Балтийского бассейна, методика которого здесь рассматривается, разумеется, не первая попытка использовать картографический метод для этих целей, а продолжает исследования, опубликованные в хорошо известных атласах литолого-фациальных и палеогеографических карт Русской платформы и СССР (Соколов, Александрова, 1952; Виноградов, 1961, 1968) и в ряде других работ, составивших базу к данной работе (см. список литературы в статье Кальо и др. Экологическая модель, 1983).

По сравнению со всеми предыдущими картами фаций новые карты имеют существенное различие: они не являются так называемыми объемными или интервальными картами, обобщающими фактический материал по отделу, ярусу или в лучшем случае по горизонту, а передают фациальную ситуацию отдельных моментов геологической истории или, иными словами, отражают определенные события истории развития бассейна. Событийные карты имеют то преимущество, что они позволяют передавать почти реальную палеогеографическую ситуацию, без потерь деталей, возникающих в процессе обобщения, или с минимальными потерями. Событийные карты могут полноценно охарактеризовать историю бассейна только при условии, если будет составлена доста-

Общие стратоны, граптолитовые зоны		Район Осло	Готланд	Восточная Прибалтика	Польша	№ карт			
Верхний силур	Прэидоли	Не подразделен	Субтал	Размыто	Огессааре	adm.-trans. perneri	← 16		
					Каугатума	boißeeki lochkovensis priðoliensis ultimus parultimus	boißeeki samsonoviczi chelmiensis bugensius ultimus	← 15	
						Повдлс	← 14		
	Лудлов	Ладфорд	Ринзевике	Сунд- воллен	Сунд- воллен	Курессааре	formosus	← 13	
						Паадла	kozłowskii bohémograptus	kozłowskii- bohemicus	← 12
							Мельник	leintwardinensis	leintward.
Нижний силур	Венлок	Гомер	Стенс- фиорден	Хемсе	Ротсикюла	tumescens scanicus progenitor nilssoni	tumescens scanicus progenitor nilssoni	← 10	
					Халла	ludensis nassa	vulgaris nassa	← 9	
						Мальде	lundgreni	lundgreni	← 8
	Шеймбуд	Гоме	Малмоя	Слите	Хэглинт	Яагараху	ellesae linnarsoni rigidus riccartonensis murchisoni centrifugus	ellesae flexibilis rigidus riccarton. murchisoni insectus	← 7
						Яани	ellessae	ellessae	← 6
							Белск	griestoniensis crispus turriculatus	grieston. crispus turr.-linn.
Телч	Эрон	Вик	Рюттерокер	Не обнажа- ется	Адавере	sedgwickii convolutus	sedgwickii convolutus	← 4	
					Райккюла	leptotheca magnus triangulatus	gregarius	← 3	
						Юуру	cyphus acinales atavus acuminatus	cyphus vesiculosus acut.-asc.	← 2

← 1

точно многочисленная серия карт, описывающая все главные моменты развития бассейна. Учитывая это, мы составили по силуру Балтоскандии серию из 14 карт+2 карты по самим верхам ордовика и низам девона, чтобы показать, с чего началось и чем кончилось развитие силура. Итого 16 карт.

Карты составлялись по следующим уровням (в учет принимались обыкновенно первые метры соответствующего подразделения), отмеченным в таблице:

- | | |
|--------------------------|-------------------------------------|
| 1) верхи ордовика, | 9) » » lundgreni, |
| 2) низы зоны acuminatus, | 10) » » nassa, |
| 3) » » cyphus, | 11) » » nilssoni, |
| 4) » » convolutus, | 12) середина зоны leintwardinensis, |
| 5) » » sedgwickii, | 13) середина зоны formosus, |
| 6) » » griestoniensis, | 14) низы зоны groenvalliana, |
| 7) » » crenulata, | 15) » » jurassica, |
| 8) » » riccartonensis, | 16) » » Traquairaspis. |

Как видно по распределению карт по разрезу, мы пытались отразить на них наиболее важные моменты развития бассейна — предсилурийскую регрессию, последовавшие трансгрессии и регрессии, в частности максимум трансгрессии в начале и максимум регрессии в конце венлока, регрессию позднего силура — начала девона. Ниже остановимся на них подробнее.

Самые серьезные затруднения при составлении событийных карт связаны с обеспечением надежной корреляции разрезов разных фациальных зон и разных частей бассейна, так как речь идет о почти предельной детальности. Разумеется, мы не можем утверждать, что подошва пентамеровых известняков Восточной Латвии и района Осло действительно точно одновозрастна на уровне подошвы зоны *sedgwickii*, но мы пытались быть как можно более точными. Используя как стандарт для корреляции граптолитовые зоны (в придоли также остракодовые), мы пытались решить эту задачу каждый в своем регионе. Учитывая сравнительно хорошую стратиграфическую изученность силура рассматриваемой области, думается, что результат получен удовлетворительный.

В основу легенды карт и фациальной интерпретации пород, слагающих разрезы в разных частях бассейна, положена фациально-седиментологическая модель, разработанная в Институте геологии АН ЭССР на базе многолетних комплексных исследований прибалтийского силура (Нестор, Эйнасто, 1977). В ней выделяется пять главных фациальных зон и в их пределах ряд типов пород (см. легенду — рис. 1). Детальное описание фаций приведено в указанной выше работе, здесь отметим для ориентировки лишь общую характеристику фациальных зон.

1. Литорально-лагунная зона — в прибрежно-тиховодных условиях накопились доломитово-илистые отложения — глинистые первичные доломиты (эвриптеровые, ламинарные и др.), встречаются также доломитистые афанитовые известняки. Сюда входит и так называемый закрытый шельф.

2. Отдельно-баровая зона — в условиях волнения (зона высокой энергии выше базиса волнения) образовались известково-зернистые отложения —

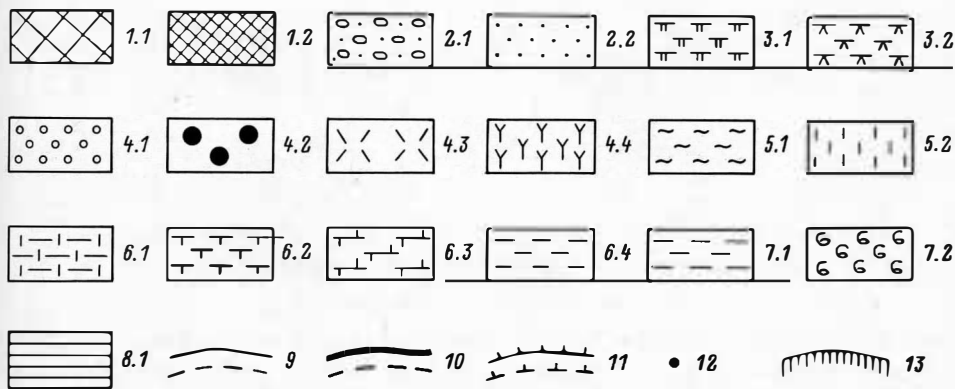


Рис. 1. Условные обозначения, использованные на картах.

1 — область сноса (коричневый цвет): 1.1 — низменная, 1.2 — горная; 2 — кластический шельф (розовый цвет): 2.1 — грубообломочные отложения, 2.2 — морские; 3 — литорально-лагунные отложения (лиловый цвет): 3.1 — солоноватоводные доломитовые илы, 3.2 — высокосолоноводные доломитовые илы; 4 — отдельно-баровые отложения (желтый цвет): 4.1 — струговые, оолитовые, онколитовые, 4.2 — рифовые и межрифовые, 4.3 — раковинные песок и гравий, 4.4 — известковые песок и алеврит; 5 — открытошельфовые отложения (зеленый цвет): 5.1 — детритовые известковые и терригенные илы, 5.2 — чистые известковые илы; 6 — переходные (склоновые) отложения (синий цвет): 6.1 — переслаивающиеся известковые и терригенные илы, 6.2 — известково-терригенные илы (зеленовато-серые), 6.3 — красноцветные илы, 6.4 — зеленые илы; 7 — депрессионные отложения (серый цвет): 7.1 — серые глины (алевериты), 7.2 — турбидиты; 8 — океанические отложения (черный цвет): 8.1 — темные евксинические глины (алевериты); 9 — границы фаций (достоверная и предполагаемая); 10 — береговая линия (достоверная и предполагаемая); 11 — контур современного распространения отложений; 12 — буровая скважина; 13 — линия Тэрнквиста.

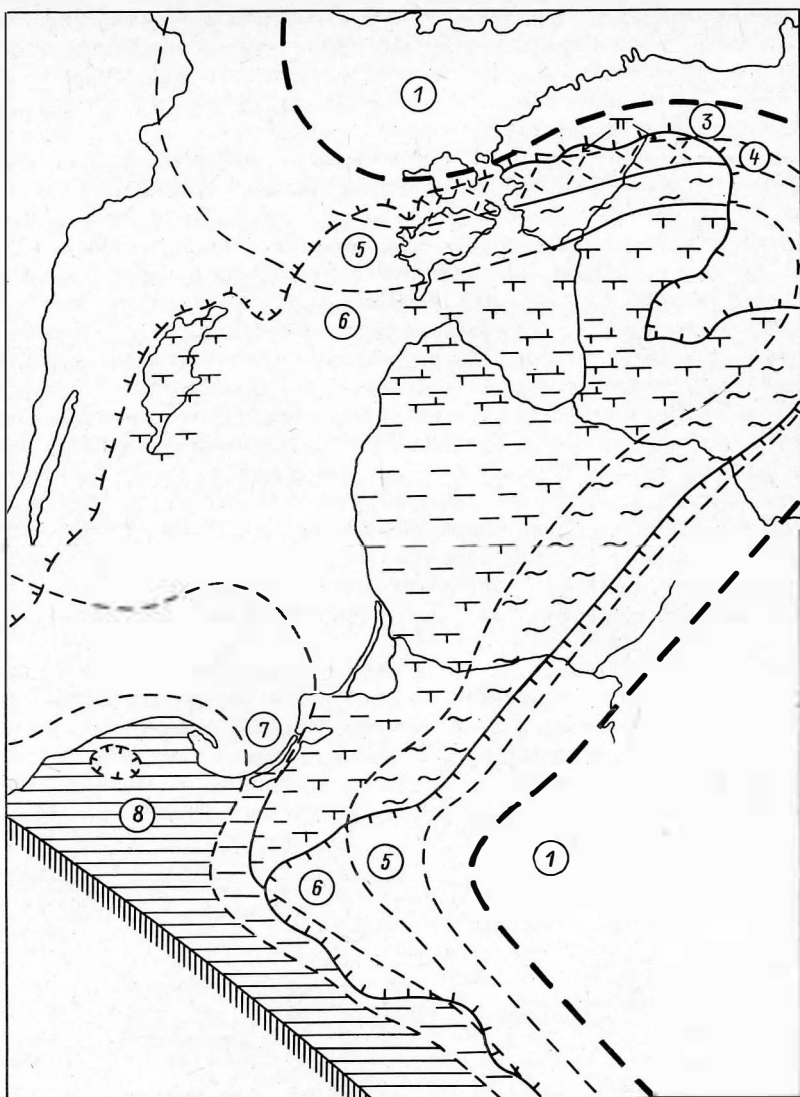


Рис. 2. Схема распространения фаций времени зоны *cyprius*.

Условные обозначения см. на рис. 1.

чистые известняки детритовые, биоморфные, биогермные, сгустковые, оолитовые, обломочные.

3. Открытошельфовая зона — в субтурбулентных условиях образовались известковые илесто-зернистые отложения — разные илестые известняки, несортированные илесто-детритовые, комковатые и детритовые известковые мергели.

4. Переходная зона (переход к материковому склону, иногда называемому склоновой) — в тиховодных условиях образовались известково-терригенно-илестые отложения — мергели и глины, однородные или с известковыми комками.

5. Депрессионная или глубоководная зона — часто в застойных условиях откладывались терригенно-илестые осадки — аргиллиты, глины и глинистые мергели.

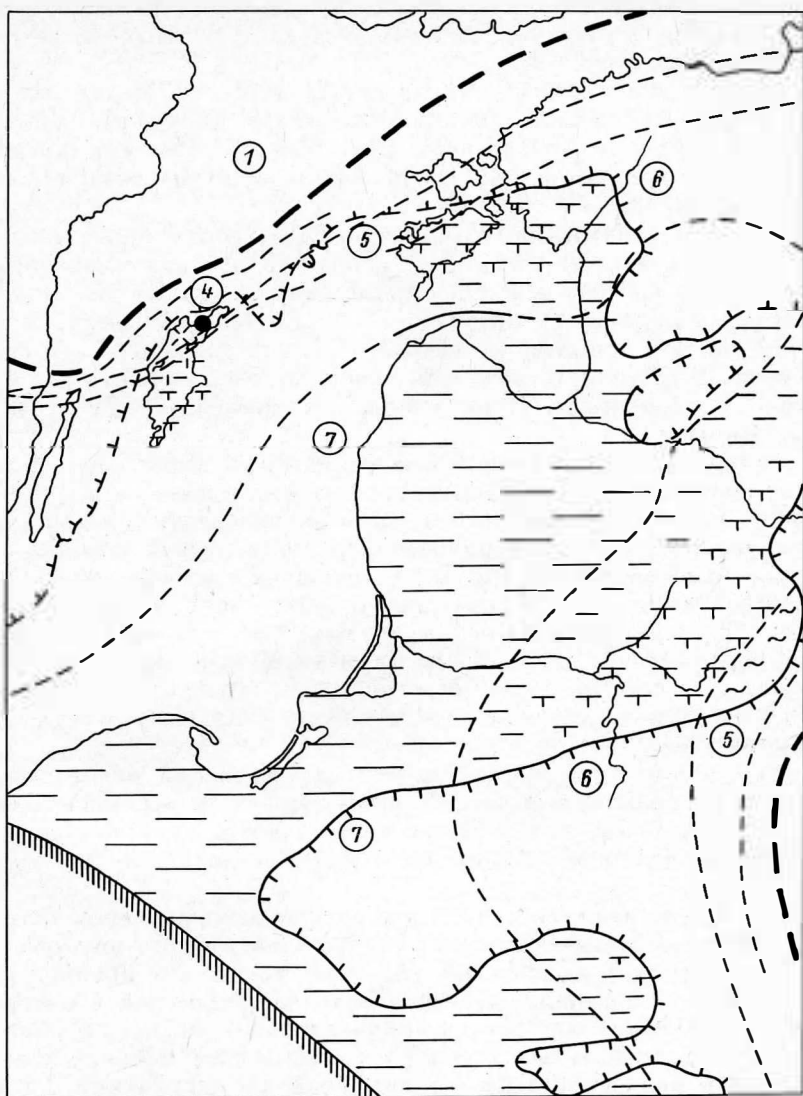


Рис. 3. Схема распространения фаций времени зоны *riccartonensis*.

Условные обозначения см. на рис. 1.

Следует сразу отметить, что приведенная модель описывает лишь наиболее общие закономерности фациально-седиментологического строения бассейна. Эта, так сказать, осредненная модель на разных стадиях развития бассейна претерпевала видоизменения.

Нужно отметить, что здесь применена терминология, которая нами используется в течение ряда лет (Нестор, Эйнасто, 1977; Кальо и др., 1984), но сейчас она пересматривается, так как опыт изучения более широкого материала по развитию Балтийско-Скандинавского силурийского бассейна выдвинул несколько иную интерпретацию фациальной зональности. Эта работа еще не завершена, и поэтому здесь термины не обсуждаются, так как не имеют принципиального значения в отношении цели данной статьи.

Палеографическая обстановка показана на составляющихся картах цветом, а литологический состав отложений — штриховыми знаками. При этом

палеографическая интерпретация проведена по всей площади карты, а литологические знаки нанесены только на части площадей, на которых соответствующие отложения установлены.

В данной статье нет возможности привести полностью составленную серию карт. Для примера представляются лишь вырезки из двух карт, охватывающие восточную часть изученного бассейна (рис. 2 и 3). Рисунки представлены в черно-белом исполнении и поэтому фациальная интерпретация приведена здесь цифрами в кружках.

Несмотря на столь скудный иллюстративный материал, приведем некоторые выводы по истории развития бассейна, используя для этого всю серию карт.

К Балтийскому региону в узком смысле ранее относили два классических района выходов силурийских отложений — о. Готланд (Швеция) и Эстонию. За последние 40 лет понятие балтийского силура значительно расширилось за счет глубокозалегающих отложений, вскрытых многочисленными буровыми скважинами на территории Латвии, Литвы, Калининградской области РСФСР и Северной Польши.

Имея в виду палеогеографический и фациальный аспекты, А. Мартинссон назвал этот район Балтийским заливом. Справедливость этого определения хорошо видна по приводимым ниже схемам распределения фаций (рис. 2, 3). Он рассматривается как часть перикратонного моря, расположенного на западе Восточно-Европейской платформы. В юго-западном направлении море переходило за линией Тёрнквиста в океанический бассейн Средней Европы. Судя по общему характеру карбонатных и преимущественно тонких терригенных отложений, обрамляющий залив Фенно-Сарматский континент был равнинным. Нет сомнения, что весь Балтийский регион располагался в силуре в пределах тропической зоны, но в позднем силуре климат стал заметно более аридным (Сеславинский, 1978).

По картам видно, что пояса однотипных отложений оконтуривают субпараллельно берега залива и отражают батиметрическую зональность, волновую активность, состав биоты и т. п. Последовательность карт позволяет проследить постепенные изменения фаций бассейна, происходившие более или менее быстро.

В течение силура наблюдается четыре трансгрессивно-регрессивных цикла, которые наиболее ясно проявляются в отложениях мелкого шельфа.

Первый цикл силура начался наступлением моря после крупной регрессии в конце ордовика, а завершился незначительной регрессией в интервале зон *convolutus*—*sedgwickii*. Трансгрессия привела ко времени зоны *surplus* (рис. 2) к установлению типичной для Балтийского залива фациальной зональности, но при этом зоны мелкого шельфа остались сравнительно узкими, а в пределах глубокого шельфа и склона образовалась обширная область с весьма сходными палеогеографическими условиями и отложениями. На краю шельфа в осевой части залива стала формироваться глубоководная депрессия, которая в среднем лландовери достигла района п-ова Курземе.

Трансгрессия второго цикла началась во время зоны *turriculatus* (частично, возможно, даже раньше), затем несколько стабилизировалась и достигла максимума во время зоны *riccartonensis* (рис. 3). На этой стадии фациальная дифференциация стала маловыраженной, и фациальные зоны занимали очень широкие площади. Цикл завершился крупной регрессией в конце венлока, когда на карбонатном шельфе были широко развиты лагуны и прибрежные равнины.

Третий цикл, начавшийся зоной *nilssoni* и завершившийся незначительной регрессией в интервале зон *leintwardinensis* и *Vohemograptus*, повторил по фациальному характеру в принципе предыдущий цикл. Следует отметить лишь образование эвапоритов в лагунах Восточной Литвы.

Четвертый цикл начался слабой трансгрессией в самом конце лудлова (уровень зоны *formosus*), вскоре перешедшей в регрессию, продолжавшуюся и

в начале девона. На этой стадии развития большая часть Балтийского залива стала областью мелкого шельфа, в пределах которого фациальные зоны, в частности открытого шельфа, стали очень широкими. Изменился и характер отложений — большую роль стали играть богатые терригенным материалом карбонатные илы с детритом, состав отложений стал очень изменчив и т. д. В Северной Польше впервые в разрезе появились карбонатные отложения в маргинальной зоне.

Описанная этапность фациального развития Балтийского залива имеет и определенный стратиграфический смысл, подтверждающий применимость, в принципе, стандартных подразделений силура, выделенных в других районах Европы. Некоторые расхождения или неясности границ этапов не изменяют общего сходства расчленения на крупные подразделения.

В целом опыт изучения силурийской истории Палеобалтийского моря при помощи серии событийных литолого-фациальных и палеогеографических карт показывает, что этот метод является трудоемким, но дает весьма информативный результат.

Литература

- Виноградов А. П. (ред.). Атлас литолого-палеогеографических карт Русской платформы и ее геосинклинального обрамления. Ч. 1: Поздний докембрий и палеозой. М.; Л., 1961.
- Виноградов А. П. (ред.). Атлас литолого-палеогеографических карт СССР. М.: Всесоюз. аэрогеол. трест, 1968. Т. 1.
- Экологическая модель силурийского бассейна Восточной Прибалтики / Кальо Д. Л., Вийра В. Я., Клааманн Э. Р. и др. // Проблемы экологии фауны и флоры древних бассейнов. М.: Наука, 1983. С. 43—61.
- Кальо Д. Л., Клааманн Э. Р., Нестор Х. Э. Экосистемы силурийского бассейна Восточной Прибалтики // 27-й Междунар. геол. конгр.: Докл. Т. 2: Палеонтология. М.: Наука, 1984. С. 25—30.
- Наливкин Д. В. Этапы развития органического мира // Проблемы этапности развития органического мира. Л.: Наука, 1978. С. 11—16.
- Нестор Х. Э., Эйнасто Р. Э. Фациально-седиментологическая модель силурийского Палеобалтийского периконтинентального бассейна // Фации и фауна силура Прибалтики. Таллин: Изд-во АН ЭССР, 1977. С. 89—121.
- Сеславинский К. Б. Климаты и глобальные климатические пояса ордовика и силура // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1978. № 3. С. 98—112.
- Соколов В. С., Александрова Е. П. Литолого-фациальные карты Русской платформы. М.; Л.: М-во нефт. пром-сти СССР, АН СССР, 1952.