

КРАТКАЯ ИСТОРИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ЭВОЛЮЦИОННОГО НАПРАВЛЕНИЯ В ЛИТОЛОГИИ

© 2025 г. А.Н. Дмитриевский^{a,*}, В.Г. Кузнецов^{a,b,**}

^aИнститут проблем нефти и газа РАН, Москва, Россия

^bРоссийский государственный университет нефти и газа им. И.М. Губкина, Москва, Россия

*E-mail: a.dmitrievsky@ipng.ru

**E-mail: vgkuz@yandex.ru

Поступила в редакцию 19.03.2025 г.

После доработки 21.03.2025 г.

Принята к публикации 03.04.2025 г.

Изменения, происходящие на поверхности Земли, документировались ещё в эпоху Античности. В период Нового времени эволюция литологических процессов была признана наукой и описывалась отдельными учёными, а со второй половины XIX в. сложились устойчивые представления об определённом постоянстве процессов и их последствиях в неживой природе и изменениях в органическом мире. С середины XX в. стали преобладать идеи эволюции осадочного процесса, который сопровождается соответствующими изменениями состава и свойств осадочных образований при прямом и косвенном участии живых организмов.

Ключевые слова: литология, осадочный процесс, эволюция.

DOI: 10.31857/S0869587325050069, EDN: EKMNAI

Представления учёных о развитии живой и неживой природы с древнейших времён легли в основу настоящей статьи и анализируются в рамках такой узкой темы, как эволюция осадочных процессов и осадочного породообразования в геологической истории Земли. Рассматривая этот вопрос в истори-

ческом аспекте, мы постараемся доступно изложить смысл тех или иных положений, а также приведём точные цитаты отдельных авторов, чтобы исключить двойственность толкований.

ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О РАЗВИТИИ ПРИРОДЫ В РАЗНЫЕ ЭПОХИ

Проблемы эволюции, а именно изменчивости природы и отдельных её элементов, привлекали внимание ещё античных мыслителей. Так, Гераклит сформулировал довольно часто употребляемую максиму о том, что “всё течёт и всё изменяется” и что “в одну и ту же реку нельзя войти дважды”, поскольку вода будет уже другой. О процессах, которые сейчас мы называем геологическими, писал величайший философ античного мира, отец всех наук Аристотель: “Одни и те же области Земли не остаются постоянно либо влажными, либо сухими, но меняют [свои свойства] в зависимости от появления и иссякания рек. Поэтому и суша, и моря меняются [местами], и земля не остаётся на все времена [землёй], а моря [морем], но там, где была суша, возникает море, а где ныне море, там снова будет суша” [1, с. 25, 26]. “Поскольку всякое есте-



ДМИТРИЕВСКИЙ Анатолий Николаевич – академик РАН, главный научный сотрудник ИПНГ РАН. КУЗНЕЦОВ Виталий Германович – доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник ИПНГ РАН, профессор кафедры литологии РГУНиГ им. И.М. Губкина.

ственное становление на земле происходит постепенно и в сроки, несравненно длиннее нашей жизни, эти [явления] нам незаметны, и [даже] гибель и уничтожение целых народов происходят прежде, чем [удаётся] засвидетельствовать от начала до конца какую-нибудь из таких перемен” [там же, с. 65]. “Итак, раз время бесконечно, а Вселенная вечна, то, очевидно, ни Танаис, ни Нил не текли всегда, но в давние времена места, откуда они вытекают, были сухи. Ведь действию рек положен предел, а время его не имеет. То же самое можно сказать и о других реках. Но если реки в самом деле возникают и исчезают, а одни и те же местности не остаются влажными постоянно, то в соответствии с этим должно меняться и море. И поскольку море всегда в одном месте отступает, а в другом наступает, ясно, что и на всей Земле море и суша не остаются сами собою, но со временем одно превращается в другое” [там же, с. 70]. Важно отметить, что Аристотель говорил о крайне медленных изменениях и о том, что наблюдать и устанавливать их не всегда возможно даже в течение целого ряда поколений.

Конец Античности и становление в Европе христианства были ознаменованы наступлением так называемых темных веков — периода экономического, интеллектуального и культурного упадка. В.И. Вернадский отразил это в своих лекциях по истории науки: сам подзаголовок седьмой лекции по истории научного мировоззрения (“Регрессивное течение под влиянием христианства”) ясно говорит о положении науки и о взаимоотношении её с религией. Вернадский на конкретных примерах раскрыл суть этого регресса: “Главным образом под влиянием распространения христианства в общее мировоззрение вошли новые взгляды, и сильное религиозное одушевление охватило значительную часть мыслящего общества. Под влиянием этого одушевления значительно ослаб интерес к научной работе и погасло доверие к научным методам искания... Научные истины не фиксировались в подрастающих поколениях, разношёрстные и разнообразные по этническому составу и культурным традициям правящие классы не овладевали тем научным материалом, который был добыт в других условиях жизни... Наука и научные знания не проникали широко в жизнь. Научные воззрения приравнивались к верованиям и потребностям, вынесенным из совершенно чуждых им мировоззрений. При этих обстоятельствах проникали, распространялись и овладевали образованием плохие и суеверные выборки и компендии древнего географического знания” [2, с. 110]. «В это время наряду с научным методом — и даже выше его — стал “богооткровенный” метод достижения истины на всех путях, во всех вопросах, в крупном и мелком» [там же, с. 111].

Это обстоятельство незамедлительно сказалось на развитии конкретных наук и привело к ложным выводам. “Таким образом, с одной стороны, охлаж-

дение к научным вопросам, с другой, появление нового — не научного, а религиозного метода решения вопроса — одинаково привели в конце концов к замене или появлению в науке ложного представления о характере нашей планеты” [там же, с. 111]. В.И. Вернадский приводит положение одного из идеологов христианства Лактанция, который считал, что целый ряд таких сугубо естественно-научных вопросов, как форма и размеры небесных тел, их состав и т.д., “не могут быть познаны человеком одним разумом, а те, которые к этому стремятся, должны считаться сумасшедшими и помутившимися рассудком” [там же, с. 111, 112]. “Для подавляющей массы человечества религиозная истина выше и убедительнее научной, и последняя должна уступить, когда между ними оказывается противоречие” [3, с. 97].

Основные “естественно-научные” представления, изложенные в Моисеевом повествовании, освящались средневековой официальной наукой и были основаны на постулатах Библии. И если изменения, происходившие в короткие отрезки времени, не отвергались, то в вопросах эволюции в масштабах геологического времени господствовал один принцип: созданные за шесть дней творения твердь небесная, суша — земля, собрание вод — моря, все растения и животные, включая венец творения — человека, без явных изменений просуществовали примерно 6 тыс. лет. Правда, цифра эта, по подсчётам богословов разных школ, колеблется от 3483 до 6984 лет до н.э. [4, с. 216]. По некоторым сведениям, архиепископ Ашера рассчитал точное время создания Земли — 9 ч утра 26 октября 4004 г. до рождения Христова [5, с. 104]. Тем не менее история человечества продолжалась, мир становился иным, появились новые воззрения, нередко крамольные. В этом отношении интересно сравнить мнения двух выдающихся натуралистов-естествоиспытателей — француза Ж.Л. Бюффона и его современника М.В. Ломоносова.

Энциклопедист второй половины XVIII в. Ж.Л. Бюффон (с 1776 г. — почётный член Петербургской академии наук), исходя из своих космогонических представлений об образовании Земли, установил время её существования — 75 тыс. лет. Он считал, что за это время принципиальных изменений условий, обстановок, равно как и самих процессов не происходило. Бюффон выдвигал идею об использовании информации о современных условиях и процессах для воссоздания обстановок прошлого¹: “Чтобы узнать, что прежде всего на ней [Земле — А.Д., В.К.] происходило, рассмотрим, что ныне на дне морском делается, и, производя из сих наблюдений основательные заключения, можем удостовериться о нынешнем виде и внутреннем строении Земли, нами обитаемой” [6, с. 86]. Анало-

¹ Здесь и далее в цитатах сохранены грамматика и орфография первоисточников.

гичные соображения о постепенных изменениях на Земле и о том, что прошлое можно восстанавливать, наблюдая и изучая действующие в настоящее время геологические силы, были высказаны и в той или иной степени обоснованы Дж. Геттоном (Англия) и К. Гоффом (Германия). Забегая несколько вперёд, отметим, что подобные представления легли в основу актуалистического метода в геологии.

Что касается М.В. Ломоносова, интересен отрывок из его работы 1763 г.: “И во первых твёрдо помнить должно, что выдимыя телесныя на земли вещи и весь мир не в таком состоянии были с начала от создания, как ныне находим, но великия происходили в нём перемены, что показывает История и древняя География, с нынешнею снесённая и случающиеся в наши дни перемены земной поверхности... И так напрасно многие думают, что всё, как видим, с начала Творцом создано; будто нетокмо горы, доли и воды, но и разные роды минералов произошли вместе со всем светом, и потому де не надобно изследовать причин, для чего они внутренними свойствами и положением мест разнятся. Таковыя разсуждения весьма вредны приращению всех наук, следовательно, и натуральному знанию шара земного, и особливо искусству руднаго дела, хотя оных умникам и легко быть философами, выучась наизусть три слова: Бог так сотворил; и сие дая в ответ в место всех причин” [7, с. 508, 509].

Вскоре после Ж.Л. Бюффона и М.В. Ломоносова, уже в первой трети XIX в., произошли кардинальные изменения в видении развития Земли. Это был “героический период” становления геологии как самостоятельной науки. Однако вопросы эволюции даже не поднимались. Изменения в истории Земли признавались (естественно, только в научной среде), однако их причины воспринимались весьма упрощённо и не рассматривались.

Представления о медленных, но постоянных изменениях содержатся в многократно переиздававшейся книге английского учёного Ч. Лайеля “Принципы геологии, являющиеся попыткой объяснить прошлые изменения поверхности Земли путём соотношения с причинами, ныне действующими”. Русский перевод 9-го издания вышел в 1866 г. под названием “Основные начала геологии или новейшие изменения Земли и её обитателей” [8]. Интересно, что главная идея автора отражена не в переводе книги, а в энциклопедическом словаре Ф.А. Брокгауза и И.Ф. Ефрона: “С древнейших времён до наших дней не действовали никакие другие причины, кроме тех, которые ныне действуют, и действия их всегда проявлялись с той же энергией, которую они проявляют ныне” [9, с. 272]. Этот постулат надолго стал ведущей парадигмой геологии. Однако важнее оказалась гипотеза об очень длительном существовании Земли. Огромный интерес к работе Ч. Лайеля, ясность и аргументированность его выводов оказали решающее влияние на геологическую (и не только)

общественность и на долгие годы, точнее десятилетия, стали идеологической и методологической основой науки. Позднее учение Лайеля было названо И. Ротом актуалистическим [10]. Суть его представлений можно афористично выразить фразой: “Настоящее – ключ к прошлому”.

Во второй половине XIX в. после выхода в свет работ Ч. Дарвина, включая книгу “Происхождение видов путём естественного отбора или сохранение благоприятствуемых пород в борьбе за жизнь”, идеи эволюции стали глубже проникать в естествознание, но не в геологию. Эволюция признавалась в самой общей, примитивной форме: трансгрессии и регрессии, поднятия и опускания земной коры без изменения сути самих процессов, скорости их протекания, появления и исчезновения каких-либо факторов, в том числе специфических для определённых эпох. В этом контексте показательна двойственная позиция одного из крупнейших геологов рубежа XIX–XX вв. И. Вальтера, который, с одной стороны, считал силы и процессы неживой природы более-менее постоянными, а с другой, признавал влияние эволюции организмов на образование осадочных пород. Приведём несколько его наиболее ярких цитат. “Всё более убеждались в том, что великие геологические процессы той или иной давно прошедшей эпохи предопределялись теми же условиями, отличались теми же последствиями, какими отмечены соответствующие явления настоящего времени” [11, с. 514]. “Климатические изменения (физические и химические в широком смысле слова) с незапамятных времён совершались на земной нашей поверхности по одним и тем же законам” [там же, с. 515]. В другой работе автор выразил свою мысль в значительно более поэтической форме: “Мы твёрдо убеждены, однако, в том, что силы природы во все геологические периоды действовали одинаковым образом, что первобытное море было с такими же синими волнами, как наш теперешний океан, что кораллы прежних периодов выказывали такую же пестроту цветов и что леса каменноугольного периода также зеленели, как наши теперешние растения. О деятельности давно исчезнувшего водопада можно судить по ныне падающему Рейнскому, о результатах работы растаявшего уже глетчера – по теперешним альпийским ледникам. Первобытный вулкан выбрасывал в атмосферу такие же столбы пепла, как дымящийся Везувий, и древние, плотные теперь песчаники могут быть сравниваемы с дюнными областями современных пустынь” [12, с. 138]. На основе этих положений “возникла *сравнительная литология*, позволяющая судить об отложениях давно прошедших времён по соответствующим образованиям настоящего времени” [11, с. 514]. По сути, это манифест и предтеча широко распространёвшегося позднее сравнительно-литологического метода исследований А.Д. Архангельского и Н.М. Страхова.

Иная ситуация сложилась с пониманием жизни. Посвятив отдельную главу своей книги литологическому значению организмов и жизни в целом, Вальтер счёл необходимым озвучить следующую мысль: “Но если как физические, так и химические условия образования пород всегда были одни и те же, то, всё же, одно постоянно изменялось и принимало всё более новые формы, а именно *живая субстанция* растений и животных” [11, с. 515]. “Исходя из убеждения, что одни лишь явления современности могут решить загадку прошлого, мы открыто признаём, что во все геологические времена существовали биологические и физические явления, которые чужды современности. Однако не только были вымершие виды и группы животных, но также в некоторые отрезки времени господствовали и определённые климатические, океанографические и физические условия, которые нельзя определять по явлениям современности и судить по ним” [13, с. 29, 30]. Эти изменения так или иначе влияли и на осадочный процесс: “Связывая логические факты, мы... отмечаем, что организмы обуславливают литологические изменения прошлого, и приходим к однозначному результату, что параллельно с морфологическими преобразованиями органического мира постоянно изменялась также физиологическая деятельность организмов, что с кембриа не только изменились виды растений и животных, но одновременно должны были изменяться и все вызывавшиеся организмами литогенетические процессы. Между морфологической формой и её литогенетической деятельностью, между формой и образом жизни животных существуют настолько тесные, неразрывные связи, что каждое изменение видового признака должно было обуславливать изменение в осадкообразовании” [13, с. 1003]. Автор подводит своеобразный итог: “Когда мы без предубеждения рассматриваем хронологически вполне твёрдо установленную последовательность геологических событий, перед нами почти везде развёртываются литогенетические, филогенетические или бионические *причинные ряды, которые никогда не возвращаются к своей исходной точке*, и все попытки доказать периодическое возвращение этих процессов в слоях земной коры представляются нам насилием над фактами” [11, с. 6].

СТАНОВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ СОВРЕМЕННЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ЭВОЛЮЦИИ

В начале XX в. произошли важные открытия в области эволюции геологических процессов. В 1909 г. Р. Дэли установил, что в разрезе фанерозоя количество доломитов последовательно сокращается и одновременно относительно возрастает количество известняков [14]. По-видимому, это было первое или, по крайней мере, одно из первых свидетельств эволюции осадочных пород, а не только биоты. Другие примеры и формы эволюции осадоч-

ного породообразования хоть и отмечались, но стали понятны гораздо позже. Это были лишь крайне важные факты, причины возникновения которых оставались вне поля зрения учёных.

Интересно, что среди всех разделов геологии изменение во времени геологических обстановок и процессов было показано именно на примере осадочных пород. И это в общем закономерно. Если последовательность событий устанавливалась по данным палеонтологии и базирующейся на ней стратиграфии, то сами события и условия древних эпох выражены, зафиксированы и реконструируются главным образом на основе изучения осадочных пород. Как с некоторым сожалением и даже горечью отмечал академик А.Л. Яншин, “сломлена парадигма актуализма была не в области тектоники, а в области литологии” [15, с. 5].

Идеи эволюции только начинали прокладывать себе дорогу, перелом произошёл лишь в середине XX в. К 1940-м годам несколько учёных одновременно сформулировали идеи об эволюции осадочного породообразования, равно как и эволюции геологических процессов в целом. К теме отличия древних и современных обстановок осадкообразования и осадконакопления одним из первых обратился Л.В. Пустовалов. В 1940 г. был опубликован его учебник “Петрография осадочных пород”, где кратко, в дискуссионной форме был поставлен вопрос постоянства и изменчивости обстановок и процессов, правомерности сопоставления их современного и древнего проявлений. Опираясь на примеры некоторых типов пород, которые широко распространены в образованиях того или иного возраста и отсутствуют в настоящее время, автор обращал внимание на то, что раньше были иные условия, и без учёта их эволюции (хотя термин “эволюция” не фигурирует в его текстах) прийти к достоверному решению невозможно: “Только лишь в том случае, если мы учитываем историческую обстановку осадкообразования, мы можем рассчитывать достигнуть правильных и надёжных результатов. Формальное же сопоставление неминуемо должно привести к грубым ошибкам” [16, с. 371]. Пустовалов привёл очень показательный, хотя и частный конкретный пример изменения обстановок образования глауконита: в крайне мелководных морских условиях мелового периода и относительно глубоководных (порядка 200 м) — в современную эпоху [там же, с. 370, 371]. При этом признание эволюции осадочного породообразования никак не умаляет важности современных осадков и осадочного процесса, ибо “чем подробнее будут наши знания о современных отложениях, тем точнее и увереннее мы сможем воссоздать условия образования осадочных пород” [там же, с. 372].

Позднее он сформулировал эту мысль более точно: “Мы должны со всей смелостью и решительностью... заменить неполный и односторонний принцип актуализма начала прошлого столетия, ле-

жавший в основе всех геологических исследований предшествующего периода, сыгравший свою важнейшую роль в развитии геологии, но явно сейчас себя исчерпавший и ставший теперь тормозом для дальнейшего развития геологических знаний, — мы должны со всей смелостью и решительностью заменить этот принцип актуализма новым, творческим, единственно правильным, более широким и более плодотворным *принципом развития*, поднимающим геологию на более высокую ступень” [17, с. 101]. В похожем ключе вскоре высказался Н.М. Страхов: “Хотя современные осадки и напоминают ископаемые породы, но это сходство только в общих чертах, а отнюдь не тождество. *Древнюю седиментацию нельзя целиком уложить в рамки современной*” [18, с. 43].

Признавая огромную роль Л.В. Пустовалова в становлении и развитии литологии и эволюции осадочного процесса, к сожалению, нельзя не упомянуть и досадную ошибку в его представлениях и, соответственно, публикациях. Речь идёт о роли в осадочном процессе организмов и жизни в целом. В своём главном труде — “Петрография осадочных пород” — он посвятил этому вопросу отдельную главу, где писал, что “организмы, сами зависящие в своём развитии от неорганической жизни земного шара, не могли и не могут самостоятельно играть той будто бы ведущей и определяющей роли, которую приписывают им в данном случае” [16, т. 1, с. 375]. И далее: “Лишь та работа организмов является эффективной в отношении минерального осадкообразования, которая совпадает с общим направлением процесса осадкообразования” [там же, с. 378]. Удивительно, что подобное мнение отстаивал бывший сотрудник скончавшегося к тому времени Я.М. Самойлова и современник В.И. Вернадского, с которым он неоднократно общался [19], — учёных, столь много сделавших для познания роли жизни в осадочном процессе и в геологическом развитии Земли.

Отмечая приоритет Л.В. Пустовалова в постановке проблемы и одновременно критикуя его, Н.М. Страхов так видел эволюцию осадочного пороодообразования и отдельных типов пород в истории Земли: «Как известно, Л.В. Пустовалов ещё в 1940 г. впервые разобрал этот вопрос [периодичности и эволюции осадконакопления в истории Земли — *А.Д., В.К.*]. Однако предложенное им решение (“закономерности”) обладает многими и существенными дефектами, так что вся проблема в целом нуждается, на мой взгляд, в дальнейших исследованиях» [20, с. 70].

Рассматривая историю эволюции осадочного процесса и осадочного пороодообразования, нельзя не отметить работы самого Н.М. Страхова. Вначале он обращался к эволюции отдельных типов пород, а затем — осадочного процесса в целом, причём в самом общем виде [20–24]. Так, изучая железорудный осадочный процесс, Страхов показал, что его интенсивность со временем снижается и одно-

временно меняется фаціальная природа руд. В докембрии это джеспилиты, в фанерозое — морские гидрогетит-шамозитовые руды, в карбоне появляются и развиваются в более молодых образованиях озёрно-болотные руды, с юры — руды кор выветривания [21]. В работе 1951 г. он описал некоторые различия современного и древнего карбонатонакопления, прежде всего с точки зрения способов осаждения материала и частично — его состава [22].

Неоспорим тот факт, что отечественная литология в 1960–1980-е годы развивалась в значительной мере под влиянием разработок именно Н.М. Страхова. Напомним, что его представления, в частности о влиянии биоты (прежде всего микробиоты) на осадочный процесс, существенно менялись. Так, в 1951 г. он высказал своё мнение в более чем резкой форме: «Вся история вопроса о бактериальных карбонатных толщах являет в литологии пример того, как эффективная и внешне правдоподобная, но совершенно необоснованная и неверная по существу идея, внесённая в литологию извне и ловко на первый взгляд заполняющая пробел в литологической теории, держится потом десятилетиями, тормозя прогресс науки. Сколько ещё таких “миф” царит в разных разделах литологии, нося ярлык общепризнанных истин!» [22, с. 75]. В более поздних работах он сдерживался в формулировках и отмечал значение биоса наряду с изменениями физико-химических условий и процессов на поверхности Земли. Нужно подчеркнуть, что сами эти изменения были обусловлены развитием биоса — жизни в целом: “Его [биоса — *А.Д., В.К.*] воздействие было двояким: непосредственным и косвенным. Непосредственное заключалось в том, что известьевыделяющие, кремневые и магниевые организмы оттягивали на себя массу растворов CaCO_3 , MgCO_3 , SiO_2 , поступавших с водосборных площадей, и тем самым подавляли хемогенную их садку, замещая её биогенной экстракцией. Косвенное влияние сводилось к дополнительному извлечению CO_2 из атмосферы и гидросферы и накоплению в них свободного O_2 ” [24, с. 478].

Сами по себе примеры исчезновения или резкого сокращения одних пород и, напротив, появления других уже указывают на определённую эволюцию осадочного пороодообразования, однако важно было осознать философское, методологическое значение этого явления. Значимым этапом на пути к этому стала литологическая дискуссия в печати в 1950–1951 гг., продолженная на 1-м Всесоюзном литологическом совещании в 1952 г. [25, 26]. Так или иначе, идея эволюции овладела массами, в результате стали появляться работы эволюционной направленности. Черту в вопросе об осадочных образованиях подвёл Н.М. Страхов, сначала в отдельной главе своего трёхтомника [27], затем более подробно в специальной статье [23] и монографии [24].

Хотя мы ни в коей мере не умаляем значимости работ зарубежных исследователей (прежде всего

американских и западноевропейских), которые достигли больших успехов по целому ряду направлений, они были далеко не в первых рядах в вопросах геологической эволюции. В 1971 г. в Нью-Йорке был издан капитальный труд известных геохимиков Р. Гаррелса и Ф. Маккензи “Evolution of Sedimentary Rocks”, позднее переведённый на русский язык и изданный в серии фундаментальных трудов зарубежных учёных по геологии, геофизике и геохимии [28]. В предисловии к оригинальному английскому изданию авторы писали, что они “основывались почти исключительно на физической стороне процессов, так как рассмотрение биологических процессов и истории развития организмов потребовало бы значительно большего объёма книги, а также более глубоких знаний, чем те, которыми мы располагаем” [там же, с. 8]. Именно игнорирование влияния жизни и её производных резко обесценило их труд, привело к крайне ограниченному и, следовательно, недостоверному выводу, что и было отмечено редактором русского издания членом-корреспондентом АН СССР (позже академик) А.Б. Роновым: “Вряд ли можно согласиться с их униформистской концепцией и с идеями о доминирующей роли деструктивных и вторичных процессов в эволюции осадочных пород и исключением рассмотрения эволюции жизни и нарастания окислительных процессов на земной поверхности” [там же, с. 6].

Применительно к проблемам эволюции нельзя не отметить фундаментальных исследований самого А.Б. Ронина [29], в том числе проведённых совместно с его сотрудниками и соавторами. На огромном фактическом материале он показал изменение объёмов различных петрографических типов осадочных и вулканогенно-осадочных пород и их соотношений в геологической истории Земли (точнее, в течение неогена), их состава как в осадочной оболочке, так и в основных структурных элементах литосферы.

Следующий этап исследований эволюции осадочного породобразования и осадочного процесса связан с именем академика А.Л. Яншина. Ещё в 1953 г. в Большой советской энциклопедии была опубликована его статья о красноцветных формациях. Сама по себе публикация в энциклопедии — не самое значимое событие. Однако в данном случае важно, что была дана не просто характеристика объекта. Во-первых, произошёл переход от характеристики и описания пород к объекту уже более высокого уровня — формациям. Во-вторых, было показано, что существуют по крайней мере два типа формаций, которые складываются в условиях разного климата, а следовательно, разного характера биоты. Формации первого типа образовывались в жарком и сухом климате, их породы, наряду с основными песчано-глинистыми, содержат линзы и небольшие пласты известняков, иногда доломитов, с ними связаны проявления и месторождения гипсов и солей. Второй тип формаций также образовывался в жарком, но уже влажном климате. Поро-

ды не содержат прослоев известняков и мергелей, но переслаиваются с сероцветными угленосными образованиями или переходят в них по простиранию.

Принципиально важным был не только факт дифференцировки двух типов формаций, но и акцент на разных климатических — аридных и гумидных — условиях их формирования. Позднее стало ясно, и на это указал А.Л. Яншин, что подобное разделение по климатическому типу произошло только после экспансии биоты, прежде всего растительной, на сушу. Таким образом, в изучение эволюции были вовлечены объекты не только породного, но и формационного уровня. Кроме того, эволюция осадочного процесса стала рассматриваться в увязке с эволюцией жизни, в частности с историей освоения континентов живыми организмами. Ярким примером последнего служит последовательное формирование угленосных толщ и бокситов в гумидных зонах сначала в прибрежных областях, а затем на удалённых от морей водоразделах [30–32].

Впоследствии проблема эволюции геологических процессов, обстановок и других объектов геологии как науки разрабатывалась не только А.Л. Яншиным и его сотрудниками, но и в различных научных учреждениях страны. Были изучены эволюция фосфато- и соленакопления красноцветных формаций, а главное — общие проблемы эволюции геологических обстановок и процессов, что нашло отражение в организации специальных совещаний, публикации монографий и тематических сборников [33–37]. А.Л. Яншин подчёркивал, что изначально проблема эволюции геологических процессов была поставлена Л.В. Пустоваловым [15].

При всей значимости сравнительно-литологического метода обнаружились его недостатки, точнее, объективные ограничения в плане исследования эволюции осадочного процесса. Обсуждая принципы выделения геологических формаций, А.Л. Яншин отмечал, что Н.М. Страховым “подробнейшим образом описан гумидный тип литогенеза со всеми его особенностями и во всех его многообразных проявлениях... Убедительно показано на огромном цифровом материале, что все особенности выветривания, переноса материала и отложения осадка, процессов диагенеза и эпигенеза, поведения отдельных элементов и даже окраски пород при гумидном типе литогенеза связаны с присутствием большого количества органического вещества растительного происхождения... Однако наземная растительность существовала не всегда... А каковы же были особенности гумидного литогенеза на континентах до появления наземной растительности? Ответа на этот вопрос мы не найдём...” [38].

Как говорилось выше, в 1953 г. А.Л. Яншин показал, что некоторые додевонские красноцветные толщи, образовавшиеся до заселения суши растительностью, принципиально отличаются от таковых, но более молодого возраста [39]. Через десять лет,

в мае 1963 г., на организованной в Геологическом институте АН СССР теоретической конференции “Пути и методы познания закономерностей развития Земли” Яншин показал разницу между методом и принципом актуализма, обозначил проблему изучения эволюции геологических процессов, намечил и сформулировал основные направления исследований, принципиально расширил проблематику до уровня эволюции геологических процессов в целом. Если раньше исследования приводили к установлению и фиксации факта эволюции, то теперь во главу угла были поставлены вопросы эволюции процессов, обстановок, а следовательно, причин. Идеи эволюции стали всеобщими. Список авторов и работ в рамках этого направления весьма широк и вряд ли поддаётся сколько-нибудь полному перечислению и тем более анализу [20–24, 29, 32–34, 36, 37, 40–49, 50–52].

Поскольку осадочный процесс тесно связан, а нередко и определяется жизнедеятельностью организмов, важная информация по эволюции осадочных пород и обстановок осадконакопления была получена в ходе реализации программы президиума РАН “Происхождение биосферы и эволюция гео-биологических систем” [53–55]. Труды литологов и биологов-палеонтологов раскрыли значительные жизни и её влияния на осадочный процесс как в виде формирования тех или иных пород, так и глобально – посредством создания и эволюции геохимических обстановок внешних геосфер. Последние обусловили появление, развитие и изменение условий, в которых протекали и продолжают протекать осадочные процессы.

Подводя итог, можно с полной уверенностью утверждать, что работы трёх выдающихся отечественных учёных – Л.В. Пустовалова, Н.М. Страхова и А.Л. Яншина – легли в основу, наряду с уже существовавшим стадийным (стадийно-литологическим) и седиментационным (седиментологическим, седиментационно-генетическим) разделами литологии, особого – эволюционного раздела, в который вошли вопросы эволюции осадочного процесса и общей эволюции геохимических обстановок внешних геосфер планеты [56–59].

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Работа выполнена в рамках задания ГММЕ–2022–04.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Аристотель*. Метеорология. Л.: Гидрометеиздат, 1983.
Aristotle. Meteorology. Leningrad: Hydrometeoizdat, 1983. (In Russ.)
2. *Вернадский В.И.* Труды по всеобщей истории науки. 2-е изд. М.: Наука, 1988.
Vernadsky V.I. Works on the general history of science. 2nd ed. Moscow: Nauka, 1988. (In Russ.)
3. *Вернадский В.И.* Научная мысль как планетарное явление. М.: Наука, 1991.
Vernadsky V.I. Scientific thought as a planetary phenomenon. Moscow: Nauka, 1991. (In Russ.)
4. *Леонтьева Г.А., Шорин П.А., Кобрин В.Б.* Ключи к тайнам Клио. М.: Просвещение, 1994.
Leontieva G.A., Shorin P.A., Kobrin V.B. Keys to the mysteries of Clio. Moscow: Prosveshchenie, 1994. (In Russ.)
5. *Хэллем Э.* Великие геологические споры. М.: Мир, 1985.
Hallam E. Great Geological Controversies. N.Y.: Oxford University Press, 1983.
6. *Бюффон Ж.Л.Л.* Всеобщая и частная естественная история графа де Бюффона. Ч. 1. СПб., 1789.
Buffon G.L.L. Histoire naturelle, générale et particulière. Tome I. 1785.
7. *Ломоносов М.В.* О слоях земных. Т. II. СПб.: Изд-во А. Смирдина, 1850.
Lomonosov M.V. On the layers of the Earth. Vol. II. St. Petersburg: Publishing house of A. Smirdin, 1850. (In Russ.)
8. *Ляйэлль Ч.* Основные начала геологии или новейшие изменения Земли и её обитателей. Т. 1, 2. СПб., 1866.
Lyell C. Principles of Geology. Or, The Modern Changes of the Earth and Its Inhabitants Considered as Illustrative of Geology. London, 1853.
9. *Брокгауз Ф.А., Ефрон И.Ф.* Энциклопедический словарь. Т. XVIII. СПб., 1896.
Brockhaus F.A., Efron I.F. Encyclopedic dictionary. Vol. XVIII. St. Petersburg, 1896. (In Russ.)
10. *Кузнецов В.Г.* Два Чарлза – Ляйель и Дарвин и их влияние на изменение научного и общественно-мировоззрения в XIX столетии // Бюллетень МОИП. Отдел геологический. 2010. Т. 85. № 3. С. 69–91.
Kuznetsov V.G. Two Charles – Lyell and Darwin and their influence on the change of scientific and social worldview in the XIX century // Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Geological series. 2010, vol. 85, no. 3, pp. 69–91. (In Russ.)
11. *Вальтер И.* История Земли и жизни. СПб.: Изд-во П.П. Сойкина, 1912.
Walter J. Geschichte der Erde und des Lebens. Leipzig, 1908.
12. *Вальтер И.* Начатки геологии. Петроград: Просвещение, 1915.
Walter J. Vorschule der Geologie: eine gemeinverständliche Einführung und Anleitung zu Beobachtungen in der Heimat. 1906.
13. *Walther J.* Einleitung in die Geologie als historische Wissenschaft. Iena: Gustav Fischer, 1893–1894.

14. *Daly R.* First calcareous fossils and evolution of limestones // *Geol. Soc. Amer. Bull.* 1909, vol. 20, pp. 2517–2527.
15. *Яншин А.Л.* Л.В. Пустовалов — основоположник учения об эволюции геологических процессов // *Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений.* 1993а. № 4. С. 3–9.
Yanshin A.L. L.V. Pustovalov — the founder of the doctrine of the evolution of geological processes // *Geology Geophysics and Development of Oil and Gas Fields.* 1993a, no. 4, pp. 3–9. (In Russ.)
16. *Пустовалов Л.В.* Петрография осадочных пород. Т. 1, 2. М.—Л.: Гостоптехиздат, 1940.
Pustovalov L.V. Petrography of sedimentary rocks. Vol. 1, 2. Moscow: Gostoptekhizdat, 1940. (In Russ.)
17. *Пустовалов Л.В.* К вопросу о положении в науке об осадочных породах // *Известия АН СССР. Серия геологическая.* 1950. № 4. С. 68–102.
Pustovalov L.V. On the issue of the situation in the science of sedimentary rocks // *Izvestiya AN SSSR. Seriya Geologicheskaya.* 1950, no. 4, pp. 68–102. (In Russ.)
18. *Страхов Н.М.* Основы исторической геологии. Ч. 1. М.—Л. Госгеолтехиздат, 1948.
Strakhov N.M. Fundamentals of Historical Geology. Part 1. Moscow—Leningrad: Gosgeoltekhizdat, 1948. (In Russ.)
19. *Кузнецов В.Г.* В.И. Вернадский и Л.В. Пустовалов. Сравнительный анализ педагогической деятельности и научных представлений // *Бюллетень Комиссии по разработке научного наследия академика В.И. Вернадского.* 2011. № 2. С. 32–52.
Kuznetsov V.G. V.I. Vernadsky and L.V. Pustovalov. Comparative analysis of pedagogical activity and scientific ideas // *Bulletin of the Commission for the Development of the Scientific heritage of Academician V.I. Vernadsky.* 2011, no. 2, pp. 32–52. (In Russ.)
20. *Страхов Н.М.* О периодичности и необратимой эволюции осадконакопления в истории Земли // *Известия АН СССР. Серия геологическая.* 1949. № 6. С. 70–111.
Strakhov N.M. Periodicity and Irreversible Evolution of Sedimentation in the Earth's History // *Izvestiya AN SSSR. Seriya Geologicheskaya.* 1949, no. 6, pp. 70–111. (In Russ.)
21. *Страхов Н.М.* Железорудные фации и их аналоги в истории Земли // *Труды Института геологических наук / АН СССР. Геологическая серия. Вып. 73. № 22.* М.: Изд-во АН СССР, 1947.
Strakhov N.M. Iron ore facies and their analogues in the history of the Earth // *Proceedings of the Institute of Geological Sciences / Academy of Sciences of the USSR. Geological series. Iss. 73, no. 22.* Moscow: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR, 1947. (In Russ.)
22. *Страхов Н.М.* Известково-доломитовые фации современных и древних водоёмов // *Труды Института геологических наук АН СССР. Геологическая серия. Вып. 124. № 45.* М.: Изд-во АН СССР, 1951.
Strakhov N.M. Calcareous-dolomite facies of modern and ancient reservoirs // *Proceedings of the Institute of Geological Sciences of the Academy of Sciences of the USSR. Geological series. Iss. 124, no. 45.* Moscow: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR, 1951 (In Russ.)
23. *Страхов Н.М.* Этапы развития внешних геосфер и осадочного породообразования в истории Земли // *Известия АН СССР. Серия геологическая.* 1962. № 12. С. 3–22.
Strakhov N.M. Stages of development of external geospheres and sedimentary rock formation in the history of the Earth // *Izvestiya AN SSSR. Seriya Geologicheskaya.* 1962, no. 12, pp. 3–22. (In Russ.)
24. *Страхов Н.М.* Типы литогенеза и их эволюция в истории Земли. М.: Госгеолтехиздат, 1963.
Strakhov N.M. Types of lithogenesis and their evolution in the history of the Earth. Moscow: Gosgeoltekhizdat, 1963. (In Russ.)
25. Совещание по осадочным породам. Доклады. Вып. 1. М.: Изд-во АН СССР, 1952.
A meeting on sedimentary rocks. Reports. Iss. 1. Moscow: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR, 1952. (In Russ.)
26. Совещание по осадочным породам. Доклады. Вып. 2. М.: Изд-во АН СССР, 1955.
A meeting on sedimentary rocks. Reports. Iss. 2. Moscow: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR, 1955. (In Russ.)
27. *Страхов Н.М.* Основы теории литогенеза. Т. 1. М.: Изд-во АН СССР, 1960.
Strakhov N.M. Fundamentals of the theory of lithogenesis. Vol. 1. Moscow: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR, 1960. (In Russ.)
28. *Гаррелс Р., Маккензи Ф.* Эволюция осадочных пород. М.: Мир, 1974.
Garrels R., Mackenzie F. Evolution of sedimentary rocks. Norton, 1971.
29. *Ронов А.Б.* Стратисфера, или осадочная оболочка Земли (количественное исследование). М.: Наука, 1993.
Ronov A.B. The stratisphere, or the sedimentary shell of the Earth (quantitative study). Moscow: Nauka, 1993. (In Russ.)
30. *Броневой В.А., Теняков В.А.* К эволюции бокситообразующих процессов в фанерозое // *Литология и полезные ископаемые.* 1987. № 1. С. 41–50.
Bronevoy V.A., Tenyakov V.A. On the evolution of bauxite-forming processes in the Phanerozoic // *Lithology and Minerals.* 1987, no. 1, pp. 41–50. (In Russ.)

31. Михайлов Б.М. Эволюция обстановок бокситообразования в геологической истории Земли // Проблемы генезиса бокситов. М.: Наука, 1975. С. 41–55.
Mikhailov B.M. Evolution of bauxite formation environments in the geological history of the Earth // Problems of bauxite genesis. Moscow: Nauka, 1975. Pp. 41–55. (In Russ.)
32. Кузнецов В.Г. Эволюция осадочного породообразования в истории Земли. М.: Научный мир, 2016.
Kuznetsov V.G. Evolution of sedimentary rock formation in the history of the Earth. Moscow: Scientific World, 2016. (In Russ.)
33. Эволюция геологических процессов в истории Земли. М.: Наука, 1993.
The evolution of geological processes in the history of the Earth. Moscow: Nauka, 1993. (In Russ.)
34. Эволюция карбонатакопления в истории Земли. М.: Наука, 1988.
The evolution of carbon accumulation in the history of the Earth. Moscow: Nauka, 1988. (In Russ.)
35. Эволюция нефте-газообразования в истории Земли. М.: Наука, 1986.
The evolution of oil and gas formation in the history of the Earth. Moscow: Nauka, 1986. (In Russ.)
36. Эволюция осадочного процесса в океанах и на континентах. М.: Наука, 1983.
Evolution of the sedimentary process in oceans and continents. Moscow: Nauka, 1983. (In Russ.)
37. Эволюция осадочного рудообразования в истории Земли. М.: Наука, 1984.
Evolution of sedimentary ore formation in the history of the Earth. Moscow: Nauka, 1984. (In Russ.)
38. Яншин А.Л. Предисловие (О принципах выделения геологических формаций) // Домезозойские красноцветные формации. Новосибирск: Наука, 1972. С. 5–12.
Yanshin A.L. Preface (On the principles of distinguishing geological formations) // Pre-Mesozoic red-colored formations. Novosibirsk: Nauka, 1972. Pp. 5–12. (In Russ.)
39. Яншин А.Л. Красноцветные формации // Большая советская энциклопедия. Т. 25. М.: Советская энциклопедия, 1953. С. 264.
Yanshin A.L. Red-colored formations // The Great Soviet Encyclopedia. Vol. 25. Moscow: Soviet Encyclopedia, 1953. P. 264. (In Russ.)
40. Анатольева А.И. Эволюция домезозойских красноцветных формаций // Эволюция осадочного породообразования в истории Земли. Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1976. С. 44–55.
Anatolyeva A.I. Evolution of pre-Mesozoic red-colored formations // The evolution of sedimentary rock formation in the history of the Earth. Novosibirsk: IPGG SB RAS, 1976. Pp. 44–55. (In Russ.)
41. Анатольева А.И. Главные рубежи эволюции красноцветных формаций. Новосибирск: Наука, 1978.
Anatolyeva A.I. The main frontiers of the evolution of red-colored formations. Novosibirsk: Nauka, 1978. (In Russ.)
42. Анатольева А.И. Эволюция континентального красноцветного породообразования в истории Земли // Эволюция осадочного процесса в океанах и на континентах. М.: Наука, 1983. С. 121–128.
Anatolyeva A.I. The evolution of continental red-colored rock formation in the history of the Earth // Evolution of the sedimentary process in the oceans and on the continents. Moscow: Nauka, 1983. Pp. 121–128. (In Russ.)
43. Жарков М.А. История палеозойского соленакопления. Новосибирск: Наука, 1978.
Zharkov M.A. History of Paleozoic salt accumulation. Novosibirsk: Nauka, 1978. (In Russ.)
44. Жарков М.А. Этапы грандиозного накопления эвапоритов и проблема изменения солёности вод Мирового океана в фанерозое // Проблемы эволюции геологических процессов. Новосибирск: Наука, 1981. С. 110–121.
Zharkov M.A. Stages of the grandiose accumulation of evaporites and the problem of changing the salinity of the waters of the World Ocean in the Phanerozoic // Problems of the evolution of geological processes. Novosibirsk: Nauka, 1981. Pp. 110–121. (In Russ.)
45. Жарков М.А. Эволюция галогенного осадконакопления в истории Земли // 27-й Международный геол. конгресс. Доклады советских геологов. Литология. Т. 4. М.: Наука, 1984. С. 69–75.
Zharkov M.A. Evolution of halogen sedimentation in the history of the Earth // 27th International Geological Congress. Reports of Soviet geologists. Lithology. Vol. 4. Moscow: Nauka, 1984. Pp. 69–75. (In Russ.)
46. Красильникова Н.А. О генезисе фосфоритов и эволюции фосфоритообразования // Литология и полезные ископаемые. 1967. № 5. С. 156–163.
Krasilnikova N.A. On the genesis of phosphorites and the evolution of phosphorite formation // Lithology and minerals. 1967, no. 5, pp. 156–163. (In Russ.)
47. Красильникова Н.А. Историко-геологическое развитие условий фосфоритообразования // Состояние и задачи советской литологии. 1970. Т. 3. С. 3–9.
Krasilnikova N.A. Historical and geological development of phosphorite formation conditions // The state and tasks of Soviet lithology. 1970, vol. 3, pp. 3–9. (In Russ.)
48. Кузнецов В.Г. Эволюция карбонатакопления в истории Земли. М.: ГЕОС, 2003.
Kuznetsov V.G. Evolution of carbon accumulation in the history of the Earth. Moscow: GEOS, 2003. (In Russ.)

49. Проблемы эволюции геологических процессов. Новосибирск: Наука, 1981.
Problems of the evolution of geological processes. Novosibirsk: Nauka, 1981. (In Russ.)
50. Яншин А.Л. Эволюция геологических процессов в истории Земли. Л.: Наука, 1988.
Yanshin A.L. The evolution of geological processes in the history of the Earth. Leningrad: Nauka, 1988. (In Russ.)
51. Яншин А.Л. Эволюция фосфоритообразования // Эволюция геологических процессов в истории Земли. М.: Наука, 1993б. С. 158–174.
Yanshin A.L. Evolution of phosphorite formation // Evolution of Geological Processes in the Earth's History. Moscow: Nauka, 1993b. Pp. 158–174. (In Russ.)
52. Яншин А.Л., Жарков М.А. Эпохи и эволюция фосфоритонакопления в истории Земли // Бюллетень МОИП. Отдел геологический. 1986. Т. 61. Вып. 2. С. 7–19.
Yanshin A.L., Zharkov M.A. Epochs and evolution of phosphorite accumulation in the history of the Earth // Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Geological series. 1986, vol. 61, no. 2, pp. 7–19. (In Russ.)
53. Проблемы ранней эволюции фотосинтеза. М.: ПИН РАН, 2011.
Problems of the early evolution of photosynthesis. Moscow: PIN RAS, 2011. (In Russ.)
54. Ранняя колонизация суши. М.: ПИН РАН, 2012.
Early colonization of the land. Moscow: PIN RAS, 2012. (In Russ.)
55. Рифогенные формации и рифы в эволюции биосферы. М.: ПИН РАН, 2011.
Reef formations and reefs in the evolution of the biosphere. Moscow: PIN RAS, 2011. (In Russ.)
56. Антошкина А.И. Краткий курс литологии. Сыктывкар: Сыктывкарский университет, 2013.
Antoshkina A.I. A short course in lithology. Syktyvkar: Syktyvkar University, 2013. (In Russ.)
57. Кузнецов В.Г. Литология. Краткий курс. Учебник. М.: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2018.
Kuznetsov V.G. Lithology. A short course. Textbook. Moscow: Gubkin Russian State University of Oil and Gas, 2018. (In Russ.)
58. Фролов В.Т. Литология. Кн. 3. М.: Изд-во МГУ, 1995.
Frolov V.T. Lithology. Book 3. Moscow: Publishing House of Moscow State University, 1995. (In Russ.)
59. Янаскурт О.В. Литология. М.: Академия, 2008.
Yapaskurt O.V. Lithology. Moscow: Akademiya, 2008. (In Russ.)

A CONCISE HISTORY OF THE ORIGIN AND DEVELOPMENT OF THE EVOLUTIONARY TREND IN LITHOLOGY

A.N. Dmitrievsky^{a,*}, V.G. Kuznetsov^{a,b,**}

^a*Oil and Research Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

^b*The Gubkin Russian State University of Oil and Gas, Moscow, Russia*

*E-mail: a.dmitrievsky@ipng.ru

**E-mail: vgkuz@yandex.ru

The changes taking place on the Earth's surface have been documented since Antiquity. In the Modern period, the evolution of lithological processes was recognized by science and described by individual scientists, and since the second half of the 19th century, stable ideas have developed about a certain constancy of processes and their consequences in inanimate nature and changes in the organic world. Since the middle of the twentieth century, the ideas of the evolution of the sedimentary process began to prevail, accompanied by corresponding changes in the composition and properties of sedimentary formations with the direct and indirect participation of living organisms.

Keywords: lithology, sedimentary process, evolution.