



## Л.В. ПУСТОВАЛОВ И СТАНОВЛЕНИЕ НАУКИ ОБ ОСАДОЧНЫХ ПОРОДАХ В НАШЕЙ СТРАНЕ

В.Г. КУЗНЕЦОВ<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> ФГАОУ ВО «Российский государственный университет нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина»  
65, Ленинский проспект, г. Москва 119991, Россия

<sup>2</sup> ФГБун «Институт проблем нефти и газа Российской академии наук»  
3, ул. Губкина, г. Москва 119333, Россия

### АННОТАЦИЯ

Отмечена роль Л.В. Пустовалова в создании в нашей стране теоретической базы науки об осадочных породах, формулировании и обосновании важнейших закономерностей осадочного процесса и его стадий. Выделены и описаны процессы и результаты этих стадий — выветривания, переноса, осаждения, в результате чего происходит дифференциация осадочного материала и образование тех или иных осадочных пород разного состава и строения. Сформулированы понятия о стадиях диагенеза и эпигенеза (катагенеза). Впервые были намечены черты эволюции осадочного процесса: обстановок осадкообразования, образования тех или иных осадочных минералов и пород.

**Ключевые слова:** Л.В. Пустовалов, осадочная дифференциация, диагенез, эволюция осадочного породообразования

**Конфликт интересов:** автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование:** исследование не имело спонсорской поддержки.

**Для цитирования:** Кузнецов В.Г. Л.В. Пустовалов и становление науки об осадочных породах в нашей стране. *Известия высших учебных заведений. Геология и разведка.* 2023;65(2):92—99. <https://doi.org/10.32454/0016-7762-2023-65-2-92-99>

Статья поступила в редакцию 24.01.2023

Принята к публикации 24.05.2023

Опубликована 25.05.2023

## L.V. PUSTOVALOV AND THE ESTABLISHMENT OF SEDIMENTARY RESEARCH IN RUSSIA

VITALY G. KUZNETSOV<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Gubkin University  
65, Leninsky ave., Moscow 119991, Russia

<sup>2</sup> Oil and Gas Research Institute of RAS  
3, Gubkin str., Moscow 119333, Russia

### ABSTRACT

This article is dedicated to the role of L.V. Pustovalov in creating the theoretical foundations of sedimentary research in Russia, including determination and substantiation of the most important regularities governing sedimentary processes and their stages. The constituting stages of sedimentary processes, such as weathering, transport, and deposition, were identified and described. These stages lead to the differentiation of sedimentary material and the formation of sedimentary rocks of different composition and structure. The concepts of the stages of diagenesis and epigenesis

(catagenesis) were formulated. For the first time, specific features of sedimentary process evolution were outlined, including sedimentation conditions and formation of individual sedimentary minerals and rocks.

**Keywords:** L.V. Pustovalov, sedimentary differentiation, diagenesis, evolution of sedimentary rock-forming

**Conflict of interest:** the author declares no conflict of interest.

**Financial disclosure:** no financial support was provided for this study.

**For citation:** Kuznetsov V.G. L.V. Pustovalov and the establishment of sedimentary research in Russia. *Proceedings of higher educational establishments. Geology and Exploration*. 2023;65(2):92—99. <https://doi.org/10.32454/0016-7762-2023-65-2-92-99>

*Manuscript received 24 January 2023*

*Accepted 24 May 2023*

*Published 25 May 2023*

В августе 2022 года Л.В. Пустовалову исполнилось бы 120 лет. И хотя его нет с нами, основные идеи и научные разработки этого ученого до сих пор побуждают интерес и в той или иной степени присутствуют и развиваются, при этом, согласно законам диалектики, нередко развитие не «отрицает» выдвинутые ранее положения, но представляет их в новом, более глубоком значении. Ни в коей мере не ставя целью подробный анализ научных идей и научного наследия Л.В. Пустовалова, настоящие заметки посвящены некоторым крайне важным аспектам научного наследия этого выдающегося ученого.

Двадцатые–тридцатые годы двадцатого столетия — это время становления самостоятельной науки об осадочных породах, их составе, строении, механизмах и обстановках образования, преобразовании и изменении в течение геологической истории Земли. Подобные исследования совершенно независимо и в той или иной мере одновременно формировались и развивались в разных странах и на разных континентах. Так, в 1922 г. в США был организован Комитет по седиментологии, призванный определенным образом систематизировать и в той или иной форме обобщить направления исследовательских работ в области осадочных пород, в том числе для преподавания этой новой дисциплины в университетах страны.

Последнее нашло свое выражение в подготовке и издании в 1925 г. специального «Трактата по седиментологии» коллектива авторов во главе с У.Х. Твенхофелом. Второе издание этого пособия было переведено и издано на русском языке в 1936 г. под названием «Учения об образовании осадков».

1922 год стал знаковым и в нашей стране — в этом году М.С. Швецов в Московском университете начал читать специальный курс по петрографии осадочных пород; аналогичный курс в том же году прочел Б.П. Кротов в Казанском университете. В дальнейшем Б.П. Кротов отошел от педагогической деятельности и посвятил себя полностью науке, а М.С. Швецов до конца жизни успешно совмещал научную работу с преподавательской и создал, по сути дела, первый учебник «Петрография осадочных пород», впервые изданный в 1932 году и затем дважды переизданный с соответствующими изменениями и дополнениями в 1945 и 1958 гг. [20]. В том же 1922 г. в Ленинградском горном институте будущий академик Д.В. Наливкин начал читать курс «Учения о фациях» как раздел науки об осадочных породах.

Возвращаясь непосредственно к Л.В. Пустовалову, следует указать, что в 1934 г. он был приглашен в созданный в 1930 г. при разделе и на базе соответствующего факультета Горной академии Московский нефтяной институт, где возглавил кафедру минералогии и кристаллографии.

Л.В. Пустовалов начал реорганизацию кафедры с переориентации ее деятельности как в области преподавания, так и области научной, именно на осадочные породы. Он перераспределил часовую нагрузку на изучение именно осадочных пород, а не «чистой» кристаллографии, минералогии и общей петрографии, а также организовал проведение новых лабораторных и аналитических работ, в том числе гранулометрического, химического — карбонатного и др. — видов анализов. Сейчас эти анализы могут показаться простыми и примитивными, но тогда они были массовыми, рабочими, направленными на исследование именно осадочных пород.

Можно с полной уверенностью утверждать, что вершиной подобной переориентировки учебной и научной деятельности кафедры было написание и издание Л.В. Пустоваловым учебного пособия для нефтяных вузов «Петрография осадочных пород» [12]. Первая часть в виде отдельного тома названа «Основы литологии (петрологии) осадочных пород», вторая часть — «Структура, текстура, окраска и описание главнейших типов осадочных пород» и третья — «Таблицы», а по сути дела — альбомы иллюстраций.

Крайне важны положения Л.В. Пустовалова о названии науки, которые изложены в самом начале первого тома. Во Введении он отметил, что «...петрография осадочных пород не только всесторонне описывает соответствующие минеральные образования, т.е. фиксирует наблюдаемые в природе факты, но также занимается вопросами происхождения современных и древних осадков, вопросами их *генезиса*, т.е. изучает всю историю развития осадочной породы с момента ее образования до современного состояния, тесно увязывает эту историю с геологической историей земной коры и всей Земли в целом. Таким образом, учение об осадочных породах является сейчас не только описательной, но и *исторической* наукой, поэтому правильнее ее было бы называть не петрографией, а петрологией или *литологией осадочных пород*». И далее: «...вполне уместно поэтому именовать учение о современных и древних минеральных осадках *литологией* осадочных пород в отличие от петрологии магматических и метаморфических образований, подчеркивая тем самым не только ее описательное, но и генетическое содержание» (все выделения сделаны Л.В. Пустоваловым) [12, т. I, с. 7].

Сам термин «литология» именно для осадочных пород ранее использовался геологами Германии еще в XIX веке. Так, один из крупнейших исследователей рубежа XIX и XX столетий И. Вальтер в капитальном «Введении в геологию как историческую науку» половину более чем тысячестраничного тома посвятил описанию под этим термином осадочных пород и их происхождению, причем установил 7 фаз — стадий осадочного процесса: Выветривание, Абразия, Транспорт, Осаждение (дословно — осаждение с образованием слоев), Диагенез, Метаморфизм [30].

Позднее Н.М. Страхов [15, 16] сформулировал положение о двухуровневой структуре литологии как науки: первый, более описательный — это петрография осадочных пород, которая направлена на детальное изучение конкретных

видов осадочных пород: обломочных, карбонатных, кремнистых, солевых и т.д., их составе, структурах, текстурах и, естественно, лишь частично, если можно так выразиться, на более теоретических аспектах — механизмах и обстановках происхождения этих пород. Второй уровень науки — это синтез и теоретическое осмысление общих закономерностей осадочного породообразования. В свою очередь, последний уровень — теоретическая литология — опять-таки условно, без четких границ между ними, в настоящее время включает три раздела: стадияльно-литогенетический, седиментационно-генетический и историко-литологический. По сути дела, без подобного подразделения эти направления с той или иной степенью детальности и, соответственно, обоснованности выводов были намечены Л.В. Пустоваловым.

Именно в этом плане интересно рассмотреть некоторые положения Л.В. Пустовалова, их развитие в настоящее время.

Одним из основных, если, по сути, не основным развиваемым Л.В. Пустоваловым, положений было введение и разработка учения об осадочной дифференциации вещества в осадочном процессе. В настоящих заметках нет необходимости разбирать подробно схемы самого Л.В. Пустовалова 1940 года. Важнее отметить развитие, а следовательно, и определенную коррекцию первичных представлений этого явления.

Сейчас ясно, что дифференциация, разделение вещества происходит практически на всех стадиях осадочного процесса и, естественно, не столь схематично и, с современных позиций, даже примитивно, как это дано в первичной схеме Л.В. Пустовалова.

Первый уровень глобального разделения вещества — это уровень выветривания, стадия образования самого осадочного материала. Существенно упрощая и схематизируя ситуацию, можно указать на практически хрестоматийные примеры выветривания гранитоидов, когда из алюмосиликатов вначале выделяются и удаляются щелочные элементы, затем щелочно-земельные и на заключительных стадиях — кремнезем. В итоге формируется классическая зональность коры выветривания: дресвянистая, гидрослюдистая, каолининовая и латеритная зоны, то есть разные осадочные образования со своим, отличным от исходного составом.

Схема дифференциации обломочного материала на стадиях переноса и осаждения — обломочная дифференциация Л.В. Пустовалова — это не просто разделение материала по размеру

обломков, но и более значимое, глобальное количественное разделение вещества. А.П. Лисицыным показано, что в Мировой океан с суши поступает 92,4% обломочного и только 7,6% растворенного вещества [9].

При этом на периферии океанов — на шельфе, континентальном склоне и его подножии — осаждаются 92,2% терригенного материала и только 7,8% поступает в центральные зоны океана. Другими словами, происходит разделение, дифференциация не только по размеру, но и по количеству вещества. Противоположная картина с растворенным материалом — в периферийных зонах океанов осаждаются 58%, а 42% соответственно, то есть почти половина вещества, переносится далее и осаждаются в пелагических областях. В определенной степени подобную ситуацию предвидел и сам Л.В. Пустовалов, который полагал, что на определенном этапе механическая и химическая дифференциация реализуются одновременно, но на каком-то этапе перенос и осаждение обломочного материала прекращается и преобладает, нередко абсолютно, дифференциация хемогенная [12, т. II, с. 267]. Это положение под названием «фазовая дифференциация» после работ Н.М. Страхова вошло в лексикон литологов.

Если механическая дифференциация была воспринята более или менее позитивно, то химическая вызвала достаточно негативное отношение. Дело в том, что чисто графическая иллюстрация этого положения в книге Л.В. Пустовалова подосознательно вызвала чрезвычайно упрощенное представление о том, что образование осадков того или иного состава зависит от положения, точнее удаления, от источников самого осадочного материала, что в корне неверно.

В самой общей форме можно говорить о том, что породы левой части схемы химической дифференциации Л.В. Пустовалова формируются в условиях гумидного климата, а правой — семиаридного и аридного [6]. Более того, конкретные геологические, в том числе климатические, условия и, соответственно, обстановки, способы осадконакопления могут достаточно тесно соприкасаться. Наглядным примером последнего является осадконакопление в Каспийском море и связанной с ним лагуне — Кара-Богаз-Гол. В существенно опресненном за счет активного притока пресных вод из гумидной климатической зоны Каспийском море идет седиментация песчано-глинистых и известковых (раковинных) отложений, а в примыкающей к нему лагуне

с ее резко повышенной соленостью — самых правых членов схемы химической дифференциации Л.В. Пустовалова.

Другими словами, дифференциация осадочного материала при переносе и осаждении — отнюдь не прямая зависимость от места образования этого материала и места осаждения тех или иных отложений. Более того, может быть, в существенно меньших масштабах, но разделение вещества и формирование из в той или иной степени однородной и многокомпонентной по составу субстанции относительно «чистых» образований происходит не только на стадии переноса и осаждения. Таково, например, перераспределение вещества и образование диагенетических конкреций. Кстати, само определение стадии диагенеза и характеристика происходящих на этой стадии процессов были сформулированы Л.В. Пустоваловым, что позднее отметил академик Н.М. Страхов, глубокие и детальные исследования диагенеза которого стали практически эталонными [16, с. 78—79]. Уже этот краткий экскурс показывает, что практически на всех стадиях осадочного процесса различными способами происходит разделение вещества и осадочный процесс в целом — это глобальный, многостадийный и многоуровневый по масштабам и результатам процесс количественного и качественного разделения вещества, его дифференциация в пространстве и времени.

В пятидесятых годах Л.В. Пустовалов обратился к проблеме вторичных преобразований осадочных пород, организовал реализацию серии исследований, которые затем были оформлены и опубликованы в специальном теоретическом сборнике «О вторичных изменениях осадочных пород» [13] и положили начало детальному изучению этой стадии в работах А.Г. Коссовской, А.В. Копелиовича, В.Д. Шутова, И.М. Симановича, О.В. Япаскурта и др., что в итоге вылилось в большой самостоятельный раздел литологии в целом.

Нельзя не коснуться еще одного очень важного направления, которое относительно осадочного процесса впервые в столь четкой форме было сформулировано Л.В. Пустоваловым. Это вопрос об эволюции осадочного породообразования, а по сути дела, эволюции геологических процессов в истории Земли.

Вице-президент АН СССР академик А.Л. Яншин даже назвал Л.В. Пустовалова основоположником учения об эволюции осадочного породообразования и геологических процессов в целом в истории Земли [27], отметив с некоторым сожалением, что «...сломлена парадигма

актуализма была не в области тектоники, а в области литологии» [26, с. 5].

В рамках этого направления изучено и описано изменение в геологической истории Земли отдельных типов осадочных пород и осадочных формаций, а также были установлены общие закономерности изменения геологических, включая геохимические, обстановок и, соответственно, осадочных процессов в геологической истории по крайней мере за 3,2—3,4 млн лет, что нашло свое выражение в серии докладов на многочисленных совещаниях разного, в том числе международного, уровня и многочисленных публикациях [1, 3—5, 7, 8, 10, 18, 19, 22—25]. В итоге к настоящему времени в литологии сформировалось самостоятельное направление изучения эволюции осадочного процесса, которое в том числе восстанавливает изменение геохимических обстановок, наличие различных процессов осадконакопления и формирования тех или иных осадочных образований, то есть литология решает очень общие проблемы эволюции внешних геосфер Земли, но постановка проблемы и первые примеры эволюции образования отдельных типов осадочных пород — заслуга Л.В. Пустовалова.

Отмечая несомненные заслуги Л.В. Пустовалова в становлении литологии как самостоятельной и важной отрасли геологии, нельзя не коснуться тех аспектов науки, по которым он отчетливо и однозначно высказывался, но современное состояние знаний показывает ошибочность его взглядов и положений.

Прежде всего и важнее всего — это его отношение к роли организмов и жизни в образовании как конкретных осадочных пород, так и в осадочном процессе в целом.

Цитируем: «Организмы, сами зависящие в своем развитии от неорганической жизни земного шара, не могли и не могут самостоятельно играть той будто бы ведущей определяющей роли, которую ошибочно нередко приписывают им в данном случае» [12, т. I, с. 375]. И далее: «...как преимущественное развитие организмов с соответствующим составом своего скелета, так и особо благоприятные условия для сохранения именно таких организмов, совпадают с выпадением и накоплением того же самого или близкого продукта химической дифференциации» [там же, с. 376].

Другими словами, по Л.В. Пустовалову, именно обстановки осадконакопления определяют и обуславливают развитие в этом месте

(в современной терминологии — локацию) тех или иных организмов.

Настоящая статья не предполагает развития дискуссии с объяснением тех или иных положений. Удивительно другое. Работая с Я.В. Самойловым — соратником и единомышленником В.И. Вернадского, общаясь с самим В.И. Вернадским, Л.В. Пустовалов не осознал и не воспринял их идеи о роли жизни в создании обстановок внешних геосфер — гидро- и атмосферы, которые в значительной, если не основной, мере определяют и саму химическую обстановку внешних геосфер, и соответственно механизмы и способы осаждения материала.

Основные научные и педагогические работы Л.В. Пустовалова были посвящены системам породного уровня — закономерным ассоциациям минералов, слагающих горную породу, в данном случае осадочную. Но одновременно он рассмотрел, правда, очень кратко, и атомарный, элементный уровень, введя понятие о геохимических фациях. Эта сторона его научного творчества была весьма положительно воспринята одним из творцов геохимии в нашей стране академиком А.Е. Ферсманом, который включил соответствующую статью Л.В. Пустовалова в качестве отдельного параграфа в главе о геохимии гипергенных процессов в свой капитальный труд «Геохимия» [17, 698—701]. Не касаясь подробно этого вопроса, можно констатировать, что Л.В. Пустовалов выделил и охарактеризовал ряд геохимических фаций, однако принцип их выделения и, если можно так выразиться, их равнозначность, равноуровневость, равномасштабность были явно поверхностны. Так, были выделены пустынная геохимическая фация и фация сероводородная, то есть использованы абсолютно разные основания для подразделения. Многие объяснения причин образования тех или иных геохимических фаций не выдержали проверки временем. Например, пирит как показатель сероводородной геохимической фации образуется в абсолютном большинстве случаев в диагенезе и сероводородная геохимическая обстановка никак не связана с положением границы сероводородного заражения в водной толще выше уровня осадка, как это описано у Л.В. Пустовалова. Достаточно указать на факт частой пиритизации остатков организмов и, в частности, их раковин. Сами организмы обитали в кислородсодержащей среде, а уже в осадке, в диагенезе создавалась восстановительная, в том числе сероводородная, геохимическая обстановка, что и обусловило образование сульфидов, в том

числе и пиритизацию раковин. Даже в современном Черном море с его сероводородным заражением содержание пирита в осадках глубоководных областей с сероводородом и мелководных с кислородом одинаково. По этому поводу Н.М. Страхов отметил, что «...черноморские илы отнюдь не отличаются каким-либо особым богатством  $FeS_2$ , а тот пирит, какой имеется, возник, как обычно, в илах, а вовсе не в воде моря» [14, стр. 136]. Добавим, что большую, если не основную, роль в образовании пирита имеют бактерии, что изучено и описано в работах микробиологов [2]. Словосочетание «сероводородное заражение» заменено ныне на краткий более звучный термин — аноксия, и именно под этим словом широко используется, в частности, для объяснения массовых вымираний (см., например, [28, 29]), что, как отмечено выше, никакого отношения к обстановкам в придонном слое, где и обитает фауна, не имеет.

Понятно, что критиковать отдельные положения и выводы спустя несколько десятилетий после первых сообщений по крайней мере некорректно, однако само введение геохимических идей и методов в изучение осадочных пород и осадочного процесса в целом, сама постановка проблемы геохимических обстановок седименто-, диа- и катагенеза была впервые осуществлена именно Л.В. Пустоваловым, и это оказалось весьма плодотворным направлением, которое в итоге вылилось в создание целого раздела геохимии — геохимии гипергенеза [11].

Введенное Л.В. Пустоваловым понятие о геохимических обстановках седиментации и диагенеза в виде положения о геохимических фациях прочно вошло в лексикон литологов, и, с той или иной

степенью достоверности, они реконструируются в процессе литологических исследований.

Завершить краткий очерк о работах Л.В. Пустовалова можно высказыванием патриарха отечественной науки об осадочных породах М.С. Швецова: «...работа Л.В. Пустовалова сыграла большую положительную роль в развитии осадочной петрографии. Прежде всего она подчеркнула существование точных закономерностей образования осадочных пород и взаимоотношений и связей последних между собой. Она способствовала, как в свое время статья Я.В. Самойлова, пробуждению и повышению интереса к изучению осадочных пород и пониманию необходимости выявления основных законов их образования. И, наконец, что было не менее важно, у тех исследователей, которые считали положения Л.В. Пустовалова ошибочными, она вызвала потребность глубже вникнуть в сущность общих закономерностей осадочного породообразования, которых без того эти исследователи, может быть, и не стали бы касаться. Таким образом, работа Л.В. Пустовалова, как и ее критика, способствовала привлечению внимания к целеустремленной разработке основ теории осадкообразования и поискам путей решения этой проблемы, основанных на тщательном изучении точных фактических данных, и сыграла немалую роль в развитии теоретических основ нашей науки» [21, с. 209—210].

Литология, как любая наука, живет, развивается, углубляется, вплоть до полного изменения отдельных ее частей и разделов, и это показатель ее значимости, жизнеспособности, того, что заложил в ее основание Л.В. Пустовалов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Анатольева А.И.* Главные рубежи эволюции красноцветных формаций. Новосибирск: Наука, 1978. 190 с. (Тр. ИГиГ СО АН СССР, вып. 416).
2. *Бактериальная палеонтология.* М.: ПИН РАН, 2002, 188 с.
3. *Броневой В.А., Теняков В.А.* К эволюции бокситообразующих процессов в фанерозое // *Литология и полезные ископаемые*, 1987. № 1. С. 41—50.
4. *Жарков М.А.* Эволюция галогенного осадконакопления в истории Земли // 27-й Международный геол. конгресс. Доклады советских геологов. Литология. М.: Наука, 1984. Т 4. С. 69—75.
5. *Кузнецов В.Г.* Эволюция карбонатакопления в истории Земли. М.: ГЕОС, 2003. 262 с.
6. *Кузнецов В.Г.* Учение Л.В. Пустовалова об осадочной дифференциации и его современное состояние // Бюллетень МОИП. Отд. геол., 2005. Т. 80. Т. 4. С. 66—74.
7. *Кузнецов В.Г.* Эволюция доломитообразования и ее возможные причины // Бюллетень МОИП. Отд. геол., 2005. Т. 80. Вып. 4. С. 49—66.
8. *Кузнецов В.Г.* Эволюция осадочного породообразования в истории Земли. М.: Научный мир, 2016. 212 с.
9. *Лисицын А.П.* Процессы океанской седиментации. М.: Наука, 1978. 392 с.
10. *Михайлов Б.М.* Эволюция обстановок бокситонакопления в геологической истории Земли // *Проблемы генезиса бокситов.* М.: Наука, 1975. С. 41—55.
11. *Перельман А.И.* Геохимия элементов в зоне гипергенеза. М.: Недра, 1972. 288 с.
12. *Пустовалов Л.В.* Петрография осадочных пород.

- Гостоптехиздат, М.—Л., 1940. Ч. 1. 476 с. Ч. 2. 420 с. Ч. 3. 63 с.
13. *Пустовалов Л.В.* О вторичных изменениях осадочных горных пород и их геологическое значение // О вторичных изменениях осадочных пород. Тр. ГИН, вып. 5. Изд-во АН СССР, 1956 С. 3—52.
  14. *Страхов Н.М.* Осадкообразование в Черном море // Образование осадков в современных водоемах. М.: Изд. АН СССР, 1954. С. 81—136.
  15. *Страхов Н.М.* О теоретической литологии и ее проблемах // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1957. № 11. С. 15—31.
  16. *Страхов Н.М.* Основы теории литогенеза. Т. 1. М.: Изд-во АН СССР, 1960. 212 с.
  17. *Ферсман А.Е.* Геохимия. Избранные труды. Т. 111. М.: Изд-во АН СССР, 1955. 98 с.
  18. *Хворова И.В.* Основные черты эволюции кремне-накопления в фанерозое // Эволюция осадочного процесса в океанах и на континентах. М.: Наука, 1983. С. 111—120.
  19. *Холодов В.Н.* Эволюция кремне-накопления в истории Земли // Происхождение и практическое использование кремнистых пород. М.: Наука, 1987. С. 6—43.
  20. *Швецов М.С.* Петрография осадочных пород. М.: Гостоптехиздат, 1958. 416 с.
  21. *Швецов М.С.* Материалы к истории развития науки об осадочных породах в СССР // Очерки по истории геологических знаний. Вып. 6. М.: Изд. АН СССР, 1958. С. 97—237.
  22. Эволюция геологических процессов в истории Земли. М.: Наука, 1993. 240 с.
  23. Эволюция нефте- и газообразования в истории Земли. М.: Наука, 1986. 223 с.
  24. Эволюция осадочного процесса в океанах и на континентах. М.: Наука, 1983. 264 с.
  25. Эволюция осадочного рудообразования в истории Земли. М.: Наука, 1984. 231 с.
  26. *Яншин А.Л.* Эволюция геологических процессов в истории Земли. Л.: Наука, 1988. 39 с.
  27. *Яншин А.Л.* Л.В. Пустовалов — основоположник учения об эволюции геологических процессов // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений, 1993. № 4. С. 3—9.
  28. *Joachimski M.M., Buggisch W.* Anoxic events in the late Frasnian — Causes of the Frasnian-Famenian faunal crisis? // *Geology*, 1993. Vol. 21. P. 675—678.
  29. *Huang Y., Chen Z.-Q., Algeo Th., et al.* Two-stage marine anoxia and biotic response during the Permian-Triassic transition in Kashmir, northern India: pyrite framboid evidence // *Global and Planetary Change*. 2019. Vol. 172. P. 124—139.
  30. *Walther J.* Einleitung in die Geologie als historische Wissenschaft. Iena, Gustav Fischer, 1893/1894. 1148 p.

## REFERENCES

1. Anatolieva A. I. Main Landmarks of the Evolution of Redstone Formations. Novosibirsk: Nauka, 1978. 190 p. (Proceedings of the Institute of Geology and Geophysics, Siberian Branch of the Academy of Sciences of the Soviet Union, no. 416) (In Russian).
2. Bacterial Paleontology. Moscow: Paleontological Institute of Russian Academy of Sciences, 2002. 188 p.
3. Bronevoy V.A., Tenyakov V.A. To the Evolution of Bauxite-Forming Processes in Phanerozoic // *Lithology and Mineral Resources*. 1987. No. 1. P. 41—50 (In Russian).
4. Zharkov M.A. Evolution of Halogenic Sedimentation in the Earth History // 27th International Geological Congress. Reports of the Soviet Geologists. Lithology. Moscow: Nauka, 1984. Vol. 4. P. 69—75 (In Russian).
5. Kuznetsov V.G. Evolution of Carbonate Accumulation in the Earth History. Moscow: GEOS, 2003. 262 p.
6. Kuznetsov V.G. L.V. Pustovalov's Doctrine on Sedimental Differentiation and Its Current State // *Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Geological Division*. 2005. Vol. 80. No. 4. P. 66—74 (In Russian).
7. Kuznetsov V.G. Evolution of Dolomite Formation and Its Possible Reasons // *Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Geological Division*. 2005. Vol. 80. No. 4. P. 49—66 (In Russian).
8. Kuznetsov V.G. Evolution of Sedimental Rock-Forming in the Earth History. Moscow: Nauchny Mir, 2016. 212 p. (In Russian).
9. Lisitsyn A.P. The Processes of Ocean Sedimentation. Moscow: Nauka, 1978. 392 p. (In Russian).
10. Mikhaylov B.M. Evolution of the Settings of Bauxite-Forming in the Geological History of the Earth // *Problems of Bauxite Genesis*. Moscow: Nauka, 1975. P. 41—55 (In Russian).
11. Perelman A.I. Geochemistry of Elements in the Hypergenesis Zone. Moscow: Nedra, 1972. 288 p. (In Russian).
12. Pustovalov L.V. Petrography of Sedimentary Rocks. Moscow — Leningrad: Gostoptekhizdat, 1940. Part I. 476 p. Part II. 420 p. Part III. 63 p. (In Russian).
13. Pustovalov L.V. On Secondary Changes in Sedimentary Rocks and Their Geological Significance // *On Secondary Changes of Sedimentary Rocks. Proceedings of Geological Institute*. Vol. 5. Academy of Sciences of the Soviet Union, 1956. P. 3—52 (In Russian).
14. Strakhov N.M. Sedimentation in the Black Sea // *Sedimentation in Modern Reservoirs*. Moscow: Academy of Sciences of the Soviet Union, 1954. P. 81—136 (In Russian).
15. Strakhov N.M. On Theoretical Lithology and Its Problems // *Izvestiya: Geological Series*, 1957. No. 11. P. 15—31 (In Russian).
16. Strakhov N.M. Fundamentals of the Lithogenesis Theory. Vol. 1. Moscow: Academy of Sciences of the Soviet Union, 1960. 212 p. (In Russian).
17. Fersman A.E. Geochemistry. Selected Writings.

- Vol. III. Moscow: Academy of Sciences of the Soviet Union, 1955. 98 p. (In Russian).
18. Khvorova I.V. Main Characteristics of the Evolution of Silica Sedimentation in Phanerozoic // Evolution of the Process of Sedimentation in the Oceans and on the Continents. Moscow: Nauka, 1983. P. 111—120 (In Russian).
  19. Kholodov V.N. Evolution of Silica Sedimentation in the Earth History // Genesis and Practical Use of Siliceous Rocks. Moscow: Nauka, 1987. P. 6—43 (In Russian).
  20. Shvetsov M.S. Petrography of Sedimentary Rocks. Moscow: Gostoptekhizdat, 1958. 416 p. (In Russian).
  21. Shvetsov M.S. Materials to the history of Sedimentary Rocks Science in the USSR // Essays on the History of Geological Knowledge. No. 6. Moscow: Academy of Sciences of the Soviet Union, 1958. P. 97—237 (In Russian).
  22. Evolution of Geological Processes in the Earth History. Moscow: Nauka, 1993. 240 p. (In Russian).
  23. Evolution of Oil and Gas Formation in the Earth History. Moscow: Nauka, 1986. 223 p. (In Russian).
  24. Evolution of the Process of Sedimentation in the Oceans and on the Continents. Moscow: Nauka, 1983. 264 p. (In Russian).
  25. Evolution of Sedimentary Mineralization in the Earth History. Moscow: Nauka, 1984. 231 p. (In Russian).
  26. Yanshin A.L. Evolution of the Geological Processes in the Earth History. Leningrad: Nauka, 1988. 39 p. (In Russian).
  27. Yanshin A.L. L.V. Pustovalov — a Founder of the Doctrine on Evolution of Geological Processes // Geology, Geophysics and Oil and Gas Reservoir Engineering. 1993. No. 4. P. 3—9 (In Russian).
  28. Joachimski M.M., Buggisch W. Anoxic events in the late Frasnian — Causes of the Frasnian-Famenian faunal crisis? // Geology. 1993. Vol. 21. P. 675—678.
  29. Huang Y., Chen Z.-Q., Algeo Th., et al. Two-stage marine anoxia and biotic response during the Permian-Triassic transition in Kashmir, northern India: pyrite framboid evidence // Global and Planetary Change. 2019. Vol. 172. P. 124—139.
  30. Walther J. Einleitung in die Geologie als historische Wissenschaft. Iena, Gustav Fischer, 1893/1894. 1148 p.

### ВКЛАД АВТОРА / AUTHOR CONTRIBUTIONS

Кузнецов В.Г. — внес вклад в разработку концепции статьи, подготовил текст статьи, окончательно утвердил публикуемую версию статьи и согласен принять на себя ответственность за все аспекты работы.

Vitaly G. Kuznetsov — contributed to the development of the concept of the article, prepared the text of the article, finally approved the published version of the article and agreed to assume responsibility for all aspects of the work.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ / INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

**Кузнецов Виталий Германович** — доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры литологии ФГАОУ ВО «Российский государственный университет нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина»; ведущий научный сотрудник ФГБН «Институт проблем нефти и газа Российской академии наук».

65, Ленинский проспект, г. Москва 119991, Россия  
3, ул. Губкина, г. Москва 119333, Россия  
e-mail: [vgkuz@yandex.ru](mailto:vgkuz@yandex.ru)  
тел.: +7 (499) 507-91-72, +7 (495) 330-39-42  
SPIN-код: 9477-8454  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4425-0119>

**Vitaly G. Kuznetsov** — Dr. of Sci. (Geol.-Mineral.), Prof. of the Department of Lithology of Gubkin University; Leading Researcher at the Oil and Gas Research Institute of RAS.

65, Leninsky ave., Moscow 119991, Russia  
3, Gubkin str., Moscow 119333, Russia  
e-mail: [vgkuz@yandex.ru](mailto:vgkuz@yandex.ru)  
tel.: + 7 (499) 507-91-72, + 7 (495) 330-39-42  
SPIN-code: 9477-8454  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4425-0119>