

ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

УДК 55(09)

**ВОПРОСЫ ПАЛЕОНТОЛОГИИ, СТРАТИГРАФИИ
И ИСТОРИЧЕСКОЙ ГЕОЛОГИИ В ТРАКТАТЕ Н. СТЕНОНА
«О ТВЁРДОМ, ЕСТЕСТВЕННО СОДЕРЖАЩЕМСЯ В ТВЁРДОМ»**

Л.В. НОВГОРОВОДА, Ф.Ф. АХУНОВ, Р.У. ЕРЕМЕНКО, В.Н. КОМАРОВ

*ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе»
23, Миклухо-Маклая ул., г. Москва 117997, Россия
e-mail: komarovngri@mail.ru*

В 2019 г. исполняется 350 лет со дня выхода в свет трактата Николауса Стенона «О твёрдом, естественно содержащемся в твёрдом». В нём доказана возможность интерпретации пространственных отношений слоёв горных пород с точки зрения временной последовательности явлений. Н. Стенон связал пространство и время через появление в одном и том же месте разных тел, объединённых определёнными пространственно-геометрическими связями, создав методологическую основу для историко-геологического анализа. Обосновав непрерывно-прерывистую структуру процесса осадконакопления, он пришёл к выводу, что аналогичную структуру имеет и геосторический процесс. Н. Стенон сделал заключение о неполноте геологической летописи и универсальности стратонов, а также сформулировал принцип актуализма. В трактате определено происхождение окаменелостей, проанализированы факторы фоссилизации остатков организмов, рассмотрены закономерности образования местонахождений, разработаны новые методические приёмы расшифровки ландшафтов геологического прошлого. Связав пространственные отношения между слоями с последовательностью их образования во времени, Н. Стенон ввёл в геологию новую реляционно-генетическую концепцию времени и разработал методику определения темпоральных свойств и отношений геологических объектов.

К л ю ч е в ы е с л о в а: Н. Стенон; палеонтология; стратиграфия; историческая геология; геологическое время.

DOI:10.32454/0016-7762-2018-6-85-90

**ISSUES OF PALEONTOLOGY, STRATIGRAPHY
AND HISTORICAL GEOLOGY IN THE TREATISE OF N. STENON
«ON THE SOLID, NATURALLY CONTAINED IN THE SOLID»**

L.V. NOVGORODOVA, F.F. AKHUNOV, R.V. EREMENKO, V.N. KOMAROV

*Russian State Geological Prospecting University
23, Miklouho-Maklay's street, Moscow 117997, Russia
e-mail: komarovngri@mail.ru*

The 350th anniversary of the publication of Nicholas Stenon's treatise «On the solid, naturally contained in the solid» is marked in 2019. This work proves possibility of interpretation of spatial relations of layers of rocks from the point of view of the time sequence of the phenomena. N. Stenon linked space and time through the appearance in the same place of different bodies, united by certain spatial and geometric relationships, having created a methodological basis for geohistorical analysis. Having substantiated the continuous-discontinuous structure of the sedimentation process, he concluded that a geohistorical process has a similar structure. N. Stenon made a conclusion about the incompleteness of the geological chronicle and the universality of the straton, and formulated the principle of actualism. In the treatise, the origin of fossils is defined, the factors of fossilization of remains of organisms are analyzed, regularities of formation of locations are considered, new methodical receptions of deciphering of landscapes of the geological past are developed. Linking the spatial relationships between the layers with the sequence of their formation in time, N. Stenon introduced in geology a new relational genetic concept of time and developed a method for determining the temporal properties and relationships of geological objects.

К е y w o r d s: N. Stenon; paleontology; stratigraphy; historical geology; geological time.

В XVII в. произошёл окончательный отказ от аристотельско-птоломеевской концепции мироздания, которая уступила место картине физического мира, основанной на строгих математических законах. Характерной чертой исследований, проводившихся в эту эпоху в различных областях естествознания, было стремление проникнуть в суть изучаемых явлений не на основании умозрительных гипотез, а с помощью тщательного описания и экспериментальной проверки полученных выводов. Геологии в её современном понимании ещё не существовало, хотя внимание натуралистов и философов уже занимали те вопросы, которые в дальнейшем стали основными предметами изучения геологии.

Особое значение в этом отношении имеет фундаментальное сочинение выдающегося итальянского естествоиспытателя датского происхождения Николауса Стенона «О твёрдом, естественно содержащемся в твёрдом», явившееся итогом его наблюдений в провинции Тоскана (Западная Италия) [1—4, 6—15]. В 2019 г. мировая геологическая общественность будет отмечать 350-летие со дня выхода в свет первого издания этого трактата.

Необходимо отметить, что в середине XVII в. очень сильным было влияние христианской доктрины на общий интеллектуальный климат. Оно проявлялось главным образом в науках, связанных с анализом исторических явлений: для их свершения отведено жёстко лимитированные Священным писанием сроки (хотя отпущенный теологами срок в 6000 лет был явно недостаточным для объяснения всех тех природных феноменов, которые зафиксированы в геологической летописи). Поэтому «первые геосторические построения были не в состоянии (да и не стремились) оценить ту бездну времени, которая отделяла человечество от возникновения нашей планеты» [4, с. 18]. Следует также подчеркнуть, что в это время ещё не существовало подробных географических описаний, из которых можно было бы получить достоверные сведения о геологических особенностях тех или иных регионов. Поэтому при попытках обоснования своих представлений Н. Стенон привлекал наряду с немногочисленными актуалистическими и исторически достоверными фактами не только данные Библии, но и сведения, содержащиеся в хрониках и трудах древних авторов.

В своей работе Н. Стенон использовал дедуктивную методологию Р. Декарта, «согласно которой нужно сначала выявить очевидные истины, проникательностью ума установить первопричины и из них выводить следствия» [4, с. 19]. Общая логика построения трактата Н. Стенона, по мнению К.В. Симакова [4] сводится к следующему. Вначале Н. Стенон сформулировал общую гипотезу, доказывающую, что «при данном теле определённой формы, созданном согласно законам Природы, в самом этом теле находим доказательства, раскрывающие место и способ его создания» [5, с. 12]. Затем на этой основе построил частную гипотезу, объясняющую происхождение и форму залегания слоёв горных пород, а также генезис заключённых в них ископаемых остатков и минералов. На заключительном этапе исследования Н. Стенон подвергает эмпирической проверке выдвинутые им дедуктивным путём общую и частную гипотезы, восстанавливая геологическую историю Тосканы.

Общая гипотеза сформулирована Н. Стеноном в трёх тезисах, из которых он выводит ряд логических следствий. Первый тезис гласит: «Если твёрдое тело со всех сторон окружено другим твёрдым телом, то из этих двух тел первым затвердело то, которое при взаимном соприкосновении даёт отпечаток особенности своей поверхности на поверхности другого» [5, с. 20]. Н. Стенон считает, что для подтверждения этого тезиса «необходимо

подвергнуть исследованию любое твёрдое тело, естественно заключённое в твёрдом» [5, с. 15]. Он делает вывод о том, что как окаменелости, так и минералы, заключённые в горных породах, возникли до того, как сформировались вмещающие их отложения: «В землях и камнях...содержащиеся внутри их тела затвердели уже тогда, когда вещество этих тел всё ещё было жидким; и даже сначала создались марказиты, затем камни, заключающие марказиты, и, наконец, жилы минералов, наполняющих расселины камней» [5, с. 20] и далее: «Если в определённом слое находятся обломки другого слоя или части животных и растений, то, несомненно, его не следует причислять к слоям, которые в эпоху творения осели из первичной жидкости» [5, с. 29]. Фундаментальное значение данного постулата состоит в том, что «он впервые выдвинул идею возможности интерпретации пространственных отношений с точки зрения временной последовательности явлений и предложил конкретный и универсальный метод определения отношений “раньше — позже”» [4, с. 21]. Новизна этого положения заключается в том, что он «связал пространство и время не через механическое перемещение одного и того же тела между разными точками пространства, а через появление в одном и том же месте разных тел, связанных определёнными пространственно-геометрическими отношениями» [4, с. 21].

Второй тезис Н. Стенон сформулировал следующим образом: «Если твёрдое тело во всех своих частях подобно другому твёрдому телу не только в смысле условий поверхности, и в отношении расположения частей и частиц, то у этого второго тела окажется одинаковым с первым и способ образования, и место происхождения» [5, с. 20]. Из этого положения Н. Стенон выводит важные следствия. Во-первых, «слои Земли в отношении места и способа происхождения сходны с теми слоями, которые отлагают бурные воды моря» [5, с. 21], и, во-вторых, «ископаемые тела во всех отношениях похожи на части растений и животных: они имеют одно и то же происхождение и зародились в одних и тех же местах» [5, с. 21]. Конкретизируя своё понимание термина «место», под которым он понимает «вещество, которое своей поверхностью непосредственно касается поверхности тела» [5, с. 21], Н. Стенон подчёркивает, что «одно и то же вещество допускает разнообразные качественные состояния, ибо: 1) либо вещество — всецело твёрдое, либо — всецело жидкое, либо — частично твёрдое и частично жидкое... 4) либо оно всегда остаётся одним и тем же, либо мало-помалу изменяется» [5, с. 21]. Второй тезис постулирует лежащее в основе всех генетических построений геологии представление о том, что сходство состава и структуры сравниваемых образований свидетельствует об общности их генезиса. Кроме того, второй тезис «представляет собой не что иное, как выведенную дедуктивным путём формулировку принципа актуализма, вновь сформулированного на принципиально иной основе полтора века спустя» [4, с. 22]. Согласно данному принципу облик Земли изменялся под влиянием тех же факторов, что и в настоящее время и знание современных процессов даёт нам ключ к пониманию геологического прошлого. Наконец, утверждая, что вещество одного и того же тела может либо оставаться неизменным, либо постепенно изменяться, Н. Стенон конкретизировал идею Аристотеля о том, что движение выражается не только механическим перемещением тел, но и изменением их состояния. Тем самым он расширил свой первый тезис, связав время не только с образованием в одном и том же месте разных тел, но и с модификацией состояния одного и того же тела.

В третьем тезисе Н. Стенон утверждает, что «в тех случаях, когда твёрдое тело образовалось в соответствии

с законами природы, оно произошло из жидкости... Тело растёт до тех пор, пока к его частицам присоединяются новые частицы, отделившиеся от внешней жидкости... Частицы, непосредственно присоединяющиеся к твёрдому телу из внешней жидкости, в некоторых случаях в силу собственного веса оседают книзу, как, например, в процессе осаждения» [5, с. 22] и далее — «слои Земли принадлежат к осадкам из жидкостей» [5, с. 28]. Данный вывод чрезвычайно важен для объяснения процесса формирования различных пород при условии, если под жидкостью понимать не только воду, но и растворы, и магматические расплавы. Вводя это положение, Н. Стенон создал предпосылки для трактовки способа образования осадочных пород, без которого он не смог бы обосновать свою частную гипотезу, объясняющую слоистую структуру Земли. Н. Стенон рассматривает и вопрос об источниках сноса в водные бассейны обломочного материала: «Если среди слоёв Земли встречаются определённые каменные слои, то, очевидно, по соседству находился источник камнеобразующих вод» [5, с. 30].

Таким образом, сформулированные Н. Стеноном три тезиса определяют происхождение твёрдых тел, а также критерии для идентификации пространственно разобщённых объектов и возрастной последовательности их возникновения: «Итак, если всякое твёрдое тело имело от жидкости, по крайней мере, приращения, если тела, вполне подобные, образовались также одинаковым способом и если, наконец, из двух твёрдых тел, взаимно соприкасающихся, сначала затвердело то, которое на своей поверхности представляет собой отпечаток другого, то можно без затруднения высказать для данного твёрдого тела и его местонахождения некое определённое суждение о месте его образования» [5, с. 27]. Иначе говоря, разработанная Н. Стеноном общая гипотеза представляет собой универсальную методологическую основу для историко-геологического анализа.

Обсуждение проблемы слоистой структуры Земли Н. Стенон начинает с вопроса о механизме формирования слоёв и отмечает, что частицы жидкости «подчиняются законам тяжести» [5, с. 28], и далее: «Если в одном и том же месте вещество слоёв неодинаково...или же если в одном и том же осадке оказались вещества различной тяжести, то из этого следует, что самые тяжёлые осаждаются сначала, а самые лёгкие потом» [5, с. 30]. Н. Стенон связал процесс осадконакопления с действием гравитационного поля Земли. Это позволило ему не только объяснить закономерное распределение частиц внутри слоёв, но и прийти к выводу о первичном и вторичном их залегании. Н. Стенон пишет: «Во время образования какого-либо слоя под ним находилось другое тело, которое препятствовало дальнейшему опусканию порошкообразного вещества; следовательно, при образовании самого нижнего слоя под ним находилось другое твёрдое тело или даже жидкость, отличающаяся по своей природе от верхней жидкости и веса, большего, чем вес осадка той же верхней жидкости... Во время образования одного из верхних слоёв нижний слой уже приобрёл твёрдую консистенцию... Во время образования какого-нибудь слоя он был ограничен сбоку другим твёрдым телом или же покрывал весь земной шар. Отсюда следует также, что всюду, где заметны обнажённые куски слоёв, можно найти их продолжение или открыть другое твёрдое тело, которое остановило вещество этих самых слоёв и помешало ему течь и распространяться. Во время образования какого-либо слоя лежащее наверху его вещество было целиком жидким, и, следовательно, при образовании самого нижнего слоя ни одного из верхних слоёв ещё

не существовало» [5, с. 30—31]. Этими фразами обосновано положение, составляющее фундамент стратиграфии, которое сейчас называют принципом Н. Стенона. Смысл его заключается в том, что последовательность напластования слоёв отражает последовательность их формирования во времени. В дальнейшем было предложено расширить область применения данного принципа, не ограничивая её слоистыми осадочными толщами. Основанием для этого явились высказывания Н. Стенона, в которых он рассматривает взаимоотношения магматических и метаморфических образований. Л.Л. Халфин предложил следующую формулировку: «Относительный возраст двух контактирующих геологических тел установленного генезиса с очевидностью определяется их первичными пространственными соотношениями» [6, с. 13]. Наиболее удачно принцип Н. Стенона сформулировал С.В. Мейен: «временные отношения раньше/позже между геологическими телами определяются их первичными пространственными отношениями и (или) генетическими связями» [2, с. 26].

Как уже отмечалось, Н. Стенон связал формирование слоёв с постоянно действующим фактором — гравитационным полем Земли. Именно «универсальность этого фактора и постоянство его влияния на осадконакопление в течение всей истории Земли позволяют однозначно определять временные отношения “раньше — позже” между любыми геологическими телами, при условии сохранения (или реконструкции) их первичного залегания» [4, с. 24]. С другой стороны, непрерывность действия гравитации должны обуславливать и непрерывность процесса осадконакопления. Следуя логике Н. Стенона, можно было бы признать непрерывность и полноту геологической летописи. Однако это не так, поскольку Н. Стенон утверждает, что перед отложением верхнего слоя подстилающий его должен быть уже твёрдым, что «подразумевает наличие перерыва в осадконакоплении» [4, с. 24]. Таким образом, процесс формирования слоистой структуры Земли представляется Н. Стенону как «непрерывно-прерывистый» [4, с. 24]. Он приходит к выводу о том, что «во время образования любого слоя его нижняя и боковые поверхности соответствовали поверхностям нижних и боковых тел; но его верхняя поверхность обычно была параллельна горизонту, и, следовательно, все слои кроме нижнего, содержались между двумя плоскостями, параллельными горизонту. Отсюда следует, что слои, перпендикулярные к горизонту либо наклонённые к нему, в другую эпоху были параллельны этому горизонту» [5, с. 31]. Наличие слоёв, находящихся во вторичном залегании, позволило Н. Стенону прийти к выводу о том, что регулируемый законом тяготения процесс осадконакопления время от времени прерывается под воздействием на слои каких-то внешних сил. Н. Стенон считал причиной вторичного залегания либо тектонические движения — «сильный толчок, сообщаемый слоям снизу доверху... Это сильное сотрясение слоёв сопровождается рассеянием в порошок землистого вещества и раскалыванием каменистого вещества на камешки и глыбы» [5, с. 31—32], либо «естественный обвал или разрушение верхних слоёв» [5, с. 31—32] над подземными пустотами. «Когда удаляется вещество из самого нижнего слоя или основания, тогда верхние слои начинают раскалываться; отсюда, в зависимости от различного расположения полостей и расщелин, наблюдается разное расположение расщеплённых слоёв» [5, с. 32]. В результате данных процессов «Одни из этих слоёв остаются параллельными горизонту, другие становятся перпендикулярными, большинство образует с ним косые углы, некоторые же, состоящие из вязкого

вещества, сгибаются в дугу» [5, с. 32]. И далее «все теперешние горы не существовали от начала мира... возможно, что горы опрокидывались... вершины гор поднимались и подвергались сжатию; Земля разверзалась и снова смыкалась» [5, с. 33—34]. Таким образом, изменение первичного залегания слоёв, сопровождавшееся формированием горных сооружений, происходило под эпизодическим воздействием внешних сил, которые обуславливали перемещение слоёв в пространстве в результате толчков, сжатия или растяжения. Как и для слоистой структуры Земли, Н. Стенон пришёл к выводу о непрерывно-прерывистом характере процессов, приводящих к формированию современного облика земной поверхности.

Помимо принципа определения возрастных соотношений «раньше — позже» Н. Стенон сформулировал не менее важное положение, позволяющее устанавливать отношения одновременности: «Если в каменистом слое все частицы имеют одну и ту же природу и притом даже являются весьма тонкими, то нет основания отрицать, что этот слой образовался в эпоху творения из жидкости, которая в то время всё покрывала» [5, с. 29], и далее: «Если в одном и том же месте вещество всех слоёв будет одно и то же, то несомненно, что жидкость, их отложившая, не произошла из различных жидкостей, слившихся в разное время из разных мест» [5, с. 30]. Именно тождественность состава и структуры разобшённых слоёв «является основанием для вывода об их и генетическом единстве, и одновозрастности» [4, с. 25]. В своей частной гипотезе Н. Стенон сформулировал принципы и критерии которые позволяют на основании анализа современного состояния земной поверхности воссоздавать историю её формирования. «Связав воедино структурно-вещественные признаки слоёв с их генезисом и временем возникновения, с одной стороны, и пространственно-геометрические отношения между слоями с последовательностью их образования во времени, с другой, Н. Стенон, по сути дела, ввёл не только в геологию, но и в философию совершенно особое представление о времени, которое можно назвать реляционно-генетическим» [4, с. 27] и «указал на кардинальное различие в природе настоящего (динамического) и прошедшего (статического) реального времени» [4, с. 28]. Связав время не с перемещением тел в пространстве, а с последовательным возникновением объектов различного состава и структуры в одном и том же месте и сменой состояний одного и того же объекта, Н. Стенон «ввёл представление о едином пространстве — времени» [4, с. 28]. Временная компонента последнего выражена генетическими признаками тел и их пространственными отношениями. Благодаря смене генетически разнородных тел, формировавшихся в различные эпохи из неодинаковых по составу «жидкостей», геологическое время в трактовке Н. Стенона «приобретает свойства неоднородности и необратимости» [4, с. 28]. Таким образом, концепция времени, на которую опирался Н. Стенон, в корне отличается как от концепции И. Ньютона, представляющей время как не зависимую ни от чего внешнего субстанцию, так и от концепции Г.В. Лейбница, который рассматривал время только как порядок последовательности. Именно Н. Стенон «следует считать творцом концепции, согласно которой Природа есть часы» [4, с. 28]. В качестве часов, отмеряющих геологическое время, он рассматривал процесс формирования современной структуры земной поверхности. Н. Стенон также затронул проблему огромности геологического времени. Он считает, что история развития Земли значительно дольше истории существования человечества, указывая на то, что «ни одно поколение не сохранило воспоминания о наводнениях в тех местах, где теперь находят множество морских тел» [5, с. 55].

Н. Стенон с успехом применил разработанные им принципы на практике. На основании изучения многочисленных обнажений Тосканы, он расчленил разрез и восстановил историю геологического развития этой области, вплоть до формирования современной структуры земной поверхности. По существу Н. Стенон использовал анализ переывов и несогласий — старейший метод палеотектонического анализа, позволяющий расшифровать в разрезе конкретного региона последовательность проявления погружений, поднятий и тектонических деформаций. Н. Стенон показал, что обособление фаций в вертикальном разрезе и их анализ имеют большое палеогеографическое значение, так как позволяют судить о сходстве и различии древних ландшафтов и об их смене во времени.

Н. Стенон обосновал «шесть различных периодов, когда Тоскана дважды была покрыта жидкостью, дважды являлась плоской и сухой и два раза была испещрена неровностями» [5, с. 60], подтвердив утверждение о том, что при изучении последовательности слоёв «в каждом отдельном случае можно подсчитать, сколько раз происходило осаждение» [5, с. 10]. Указанные шесть периодов можно объединить в два этапа. Каждый из них начинался с трансгрессии, за ней следовали поднятия. Завершались этапы эрозийным разрушением гор. Сопоставляя осадки первой и второй эпох всеобщего наступления моря, Н. Стенон указывает на их чёткое различие: в первую эпоху, когда жидкость покрывала всё, «ещё не было ни животных, ни растений» [5, с. 60], которые в изобилии присутствуют в осадках второй эпохи. Эти различия в составе разновозрастных осадков позволили Н. Стенону сделать важный вывод о том, что «если поверх слоёв первоначальной жидкости в некоторых местах находятся другие слои, то из этого следует только, что там отложились новые слои другой жидкости» [5, с. 60]. Данное эмпирическое заключение Н. Стенона даёт право предполагать, что «он уже ясно представлял себе, что одинаковые, но разновозрастные состояния Земли не идентичны друг другу, но отличаются по характеру “жидкости” и составу связанных с ней осадков и ископаемых организмов» [4, с. 26]. Таким образом, «теоретически обосновав непрерывно-прерывистую структуру процесса осадконакопления, Н. Стенон пришёл к эмпирическому выводу, что аналогичную структуру имеет и геосторический процесс» [4, с. 27], который также и циклически необратим. Непрерывность геологической истории определяется действием постоянного фактора — гравитационного поля Земли, а прерывистость связана с периодическими повторяющимися нарушениями первичного залегания слоёв, происходившими при возникновении горных сооружений и их последующим эрозийным разрушением. В результате этого происходит утрата значительной части геологической информации. Реконструируя историю развития Тосканы, Н. Стенон вынужден был отметить, что относительно «второго периода Земли, когда она была плоской и сухой, Природа молчит» [5, с. 61], точно так же, как она не даёт определённых указаний и по поводу «третьего периода, когда поверхность Земли была... неровной» [5, с. 61]. Из этого можно заключить, что Н. Стенон пришёл к выдающемуся эмпирическому заключению о неполноте геологической летописи. Н. Стенон считал, что установленные им этапы в геологическом развитии Тосканы могут быть выделены и опознаны по идентичным в структурно-вещественном отношении слоям на всей поверхности Земли. Его утверждение: «то, что индуктивно доказано для Тосканы на основании данных, полученных при посещении многих мест, я утверждаю и в отношении всей Земли, исходя из описаний различных местностей у разных авторов» [5, с. 60] явля-

ется основным выводом проделанного исследования, свидетельствующим об универсальности стратиграфических подразделений. Это представление легло в основу концентрически-оболочечной модели строения земной коры. Своим исследованием Н. Стенон отчётливо показал, что «Тоскана в особенности может служить примером того, как современное состояние какого-нибудь явления ясно свидетельствует о его прошлом» [5, с. 58], доказав на практике правильность сформулированных им ранее принципов и критериев историко-геологического анализа.

В работе Н. Стенона рассмотрены главным образом вопросы стратиграфии. Однако в ней содержится и много рассуждений палеонтологической и палеогеографической направленности.

Н. Стенон отметил, что многие естествоиспытатели прошлого неправильно трактовали происхождение так называемых фигурных камней — встречающихся в горных породах окаменелостей, считали их «игрой природы» и «занимались лишь восхвалением неведомых им сил природы, способных порождать, по их мнению, всё что угодно» [5, с. 14]. Этим объясняется то, что большинство учёных древности не находили ответа на вопрос — «каким образом предметы, находимые обычно в море, отложились в местностях, удалённых от него» [5, с. 13]. По мнению Н. Стенона, применившего принцип актуализма и имевшего значительный опыт анатомического исследования современных беспозвоночных, раковины, встречающиеся в горных породах, безусловно, как уже было отмечено ранее, представляли «части животных, некогда живших в жидкой среде» [5, с. 51]. В качестве других конкретных примеров Н. Стенон отмечает, что ископаемые кости и ископаемые растения также обычно похожи на современные формы, отличаясь от них только весом, цветом, а иногда размером. Н. Стенон отмечает и принципиальные отличия ископаемых остатков и горных пород, подчёркивая, что «камни гор не имеют ничего общего с костями животных, кроме некоторого подобия по твёрдости; они не напоминают костей ни по составу, ни по способу образования, ни по строению» [5, с. 33]. В качестве яркого примера Н. Стенон обсуждает природу «каменных языков» — зубов ископаемых акул, называемых им зубами Кархарийского морского пса. Он отмечает, что многие естествоиспытатели, в том числе Агрикола, принимали их за «отвердевшую водяную смесь», а другие учёные, хоть и признавали органическую природу данных образований, но считали их змеиными языками, а не зубами рыб. Н. Стенон отмечает, что впервые в 1616 г. итальянский ботаник Фабио Колонна доказал, что это зубы акул. Такого же мнения придерживается и сам Н. Стенон, даже, несмотря на то, что в отличие от зубов современных акул эти образования «чудовищной величины» [5, с. 11].

В рамках тафономических исследований Н. Стенон проанализировал основные факторы фоссилизации остатков организмов, то есть превращения их в окаменелости и рассмотрел некоторые закономерности образования их местонахождений. Он обратил внимание на то, что при диагенезе различные минеральные вещества, содержащиеся в растворённом или коллоидном состоянии в воде, заполняют все пустоты в первичной структуре скелетных остатков организмов. Происходит окаменение остатка: «порошкообразное вещество слоёв настолько приспособилось к форме тел, содержащихся в нём, что наполнило каждую малейшую полость заключённого в них тела и воспроизвело его гладкость и блеск теми частями своей поверхности, которые его коснулись» [5, с. 28–29]. Н. Стенон отметил, что окаменелости отличаются одни от других весом. Тяжёлыми раковины становятся, в результате окаменения, «потому что имеют поры, наполненные по-

сторонним соком» [5, с. 52]. Лёгкие раковины возникают в ходе растворения, приобретая «в силу удаления более лёгких частей» [5, с. 52] расширенные поры. Н. Стенон выявил интересные особенности в процессах разрушения и изменения органической и минеральной составляющих остатков организмов. В частности, он отметил, что ископаемые растения иногда «превращены в уголь или наполнены окаменелым соком» [5, с. 57]. Тем самым он установил, что органическое вещество растительного происхождения, подвергаясь воздействию различных факторов, может обугливаться. Кроме того, Н. Стенон показал, что в условиях повышенной циркуляции в породе минеральных растворов, ископаемые растения могут замещаться теми или иными вторичными фоссилирующими веществами и превращаться в фитоморфозы. Н. Стенон затронул проблему образования различных форм сохранности у ископаемых остатков. В частности, он проанализировал процесс формирования отпечатков и наружных ядер, отметив, что в их образовании могут принимать участие самые различные соединения. «Там, где проникающая сила соков растворила вещество раковины, эти соки либо поглощаются Землёй и оставляют пустые пространства раковин (я называю такие раковины состоящими из воздуха), или эти соки изменяются от присоединения нового вещества и наполняют соответственно его разнообразным свойствам пустые пространства раковин кристаллами, мрамором или камнем» [5, с. 52–53]. Н. Стенон установил факт различной степени сохранности окаменелостей и выявил их избирательную приуроченность к определённым типам пород, что имеет исключительное значение при реконструкции условий осадконакопления в геологическом прошлом. В частности он отметил, что сохранность «зависит от состава почвы, ибо я видел слои, состоящие из особого рода белой глины, которые растворяли все заключённые в них тела вследствие тонкости их сока. Я наблюдал также много других песчаных слоёв, которые целиком сохранили все тела, находившиеся в них» [5, с. 55]. Таким образом, Н. Стенон подразумевает, что при диагенезе благодаря воздействию факторов внешней среды (по крайней мере химической деструкции) может происходить полное уничтожение содержащихся в осадке посмертных остатков. В случае же их обнаружения следует понимать, что первичный качественный и количественный состав организмов, связанных прежде единым биотопом, может быть в различной степени искажён. Несмотря на активные процессы разрушения многие окаменелости, в частности, кости, обладают большой прочностью и могут с успехом выдерживать «разрушительную силу времени» [5, с. 56]. Работа Н. Стенона способствовала внедрению в палеогеографию новых методических приёмов, открывающих значительные перспективы в расшифровке ландшафтов геологического прошлого. Понимая, что живые организмы являются чуткими индикаторами изменения окружающей среды, он показал возможность использования различных окаменелостей в качестве показателей определённых физико-географических условий. Исследовав породы, содержащие ископаемые раковины «и подобные отбросы моря» [5, с. 10] он сделал вывод о том, что они «представляют собой осадки бурного моря» [5, с. 10]. «Если в определённом слое обнаруживаем следы морской соли, панцири морских животных, обломки кораблей и вещество, подобное морскому дну, то, несомненно, в этом месте в некую эпоху было море, — каким бы путём оно туда не проникло» [5, с. 29]. Н. Стенон отметил, что у передовых натуралистов прошлого никогда не возникал вопрос о возможности иного, не морского происхождения упомянутых тел. Учёные древности объяс-

няли находки остатков морских организмов на суше наводнениями. Н. Стенон присоединяется к этому мнению, отмечая также, что море может возникнуть и «вследствие обвала гор» [5, с. 29]. Н. Стенон допускал возможность масштабной транспортировки остатков организмов и их захоронения в обстановке, фациально резко отличной от той, в которой жили сами организмы: «Если в определённом слое находим большое количество тростника, травы, коряг, сучьев и подобных предметов, то с полным правом можно заподозрить, что упомянутые предметы были туда привнесены наводнением реки или горного потока» [5, с. 29–30]. Установление факта посмертного переноса остатков и способов переноса имеют исключительное значение для палеоэкологических, стратиграфических и палеогеографических выводов. Важными для расшифровки событий прошлого Н. Стенон считал и другие индикаторы: «Если в определённом слое присутствуют уголь, зола, пемза, асфальт и обожженные тела, то, несомненно, по соседству с жидкостью имел место пожар» [5, с. 30]. Он указывает также и возможную причину смены обстановок осадконакопления, считая, что «Это разнообразие может быть вызвано сменой времён года» [5, с. 30].

Классическая работа Н. Стенона «О твёрдом, естественно содержащемся в твёрдом» посвящена зарожда-

вшемуся описательному естествознанию. В ней сформулированы фундаментальные основы различных направлений научной геологии, опередившие, по меньшей мере, на полтора столетия взгляды современников. В тезисах Н. Стенона заложен общий методологический подход к анализу истории формирования геологических объектов не только различного генезиса, но и относящихся «к разным уровням организации (минеральному, породному, формационному)» [4, с. 27]. По мнению К.В. Симакова, «имя Н. Стенона можно поставить в один ряд с именами И. Ньютона и Г.В. Лейбница, чей гений покорила умы натуралистов второй половины XVII столетия и... предопределил основные направления развития научной мысли» [4, с. 27]. Многие авторы, в частности, Г.П. Леонов [1], считают Н. Стенона основоположником стратиграфии. Труды Н. Стенона оставили неизгладимый след не только в науке, но и в философии. Он показал, что геология имеет дело с принципиально иным, чем физика и обыкновенный опыт, временем, и, опираясь, на разработанную им принципиально новую реляционно-генетическую концепцию статического (т. е. представляющего собой материализованные следы прошлых процессов) времени «разработал собственную методику определения темпоральных свойств и отношений геологических объектов» [4, с. 7].

ЛИТЕРАТУРА

1. Леонов Г.П. Основы стратиграфии. Т. 1. М.: Изд-во МГУ, 1973. 530 с.
2. Мейен С.В. Введение в теорию стратиграфии. М.: Наука, 1989. 213 с.
3. Оноприенко В.И. Научные открытия живут в веках. Заметки о драматической судьбе Николая Стенона // Вестник РАН. 2007. Т. 77. № 12. С. 1127–1133.
4. Симаков К.В. Введение в теорию геологического времени. Становление. Эволюция. Перспективы. Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 1999. 556 с.
5. Стенон Н. О твёрдом, естественно содержащемся в твёрдом. М.: Изд-во АН СССР, 1957. 151 с.
6. Халфин Л.Л. Принципы Никитина — Чернышёва — теоретическая основа стратиграфической классификации // Тр. СНИИГГиМС. Стратиграфия и палеонтология. 1969. В. 94. С. 7–42.
7. Шафрановский И.И. Николай Стенон — кристаллограф, геолог, палеонтолог, анатом (1638–1686). Л.: Наука, 1972. 180 с.
8. Ascani K., Kermit H., Skytte G. Niccolo Stenone (1638–1686): anatomista, geologo, vescovo. Romae: «L'ERMA» di BRETS-CHNEIDER. 2002. 87 p. (Analecta Romana Instituti Danici. Supplementum; 31).
9. Brookfield M.E. Principles of Stratigraphy. Wiley, 2004. 340 p.
10. Kermit H. Niels Stensen, 1638–1686: the scientist who was Beatified. Gracewing Publishing, 2003. 179 p.
11. Kraus M.-J. Niels Stensen in Leiden. GRIN Verlag, 2011. 102 s.
12. Miniati S. Nicholas Steno's challenge for truth. Reconciling science and faith. FrancoAngeli, 2006. 338 p.
13. Morten H.J. On the origin of natural history: Steno's modern, but forgotten philosophy of science // The Revolution in Geology from the Renaissance to the Enlightenment. The Geological Society of America. Memoir 203. 2009. P. 159–178.
14. Sobiech F. Nicholas Steno's way from experience to faith: Geological evolution and the original sin of mankind // The Revolution in Geology from the Renaissance to the Enlightenment. The Geological Society of America. Memoir 203. 2009. P. 179–186.
15. Winter J.G. Introduction — the life of Steno // The prodromus of Nicolaus Steno's dissertation. New York. The Macmillan Company, 1916. P. 175–187.

REFERENCES

1. Leonov G.P. *Osnovy stratigrafii*. — [Foundations of stratigraphy]. V. 1. M., Moscow State University Publ., 1973, 530 p. (in Russian).
2. Meyen S.V. *Vvedenie v teoriyu stratigrafii*. — [Introduction to the theory of stratigraphy]. M., Science Publ., 1989, 213 p. (in Russian).
3. Onoprienko V.I. Scientific discoveries live in centuries. Notes on the dramatic fate of Nicholas Stenon. *Vestnik RAN [Herald of the Russian Academy of Sciences]*, 2007, Vol. 77, no. 12. pp. 1127–1133 (in Russian).
4. Simakov K.V. *Vvedenie v teoriyu geologicheskogo vremeni. Stanovlenie. Evolyuciya. Perspektivy*. — [Introduction to the theory of geological time. Formation. Evolution. Outlook]. Magadan, NERC FEB RAS Publ., 1999, 556 p. (in Russian).
5. Stenon N. *O tvyrdom, estestvenno sodержashchemsya v tvyrdom*. — [On a solid naturally contained within a solid]. M., USSR Academy of Sciences Publ., 1957, 151 p. (in Russian).
6. Khalfin L.L. The Principles Nikitin — Chernyshev — the theoretical basis for stratigraphic classification. *Trudy SNIIGGiMS. Stratigraphy and paleontology*. (Proc. SNIIGGiMS. Stratigraphy and paleontology), 1969, Vol. 94, pp. 7–42 (in Russian).
7. Shafranovsky I.I. *Nikolaj Stenon — kristallograf, geolog, paleontolog, anatom (1638–1686)*. [Nikolay Stenon—crystallographer, geologist, paleontologist, anatomist (1638–1686)]. L., Science Publ., 1972, 180 p. (in Russian).
8. Ascani K., Kermit H., Skytte G. *Niccolo Stenone (1638–1686): anatomista, geologo, vescovo*. Romae: «L'ERMA» di BRETS-CHNEIDER. 2002. 87 p. (Analecta Romana Instituti Danici. Supplementum; 31).
9. Brookfield M.E. *Principles of Stratigraphy*, Wiley, 2004, 340 p.
10. Kermit H. *Niels Stensen, 1638–1686: the scientist who was Beatified*. Gracewing Publishing, 2003, 179 p.
11. Kraus M.-J. *Niels Stensen in Leiden*. GRIN Verlag, 2011, 102 p.
12. Miniati S. *Nicholas Steno's challenge for truth. Reconciling science and faith*. FrancoAngeli, 2006, 338 p.
13. Morten H.J. On the origin of natural history: Steno's modern, but forgotten philosophy of science. *The Revolution in Geology from the Renaissance to the Enlightenment. The Geological Society of America. Memoir 203*, 2009, pp. 159–178.
14. Sobiech F. Nicholas Steno's way from experience to faith: Geological evolution and the original sin of mankind. *The Revolution in Geology from the Renaissance to the Enlightenment. The Geological Society of America, Memoir 203*, 2009, pp. 179–186.
15. Winter J.G. Introduction — the life of Steno. *The prodromus of Nicolaus Steno's dissertation*. New York, The Macmillan Company, 1916, p. 175–187.