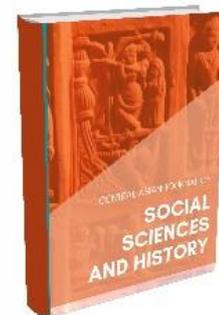




CENTRAL ASIAN JOURNAL OF SOCIAL SCIENCES AND HISTORY

Journal homepage: <https://cajssh.centralasianstudies.org>



История исследований и исследований, связанных с историей ГЕОЛОГИИ

Хайдаров Муродилла Махмуталиевич.

Научный руководитель. доктор исторических наук, профессор

Миракбаров Мирхomid Мирхайдар угли

Независимый исследователь. НУУз имени Мирзо Улугбека

Аннотация

Первые геологические знания были получены в динамической геологии - это информация о землетрясениях, извержениях вулканов, размывании гор, перемещении береговых линий. Подобные высказывания встречаются в работах таких учёных как Пифагор, Аристотель, Плиний Старший, Страбон. Изучение физических материалов (минералов) Земли восходит по крайней мере к древней Греции, когда Теофраст (372—287 до н. э.) написал работу «Peri Lithon» («О камнях»). В римский период Плиний Старший подробно описал многие минералы и металлы, и их практическое использование, а также правильно определил происхождение янтаря. Описание минералов и попытки классификации геологических тел встречаются у Аль-Бируни и Ибн Сины (Авиценны) в X—XI веках. В работах Аль-Бируни содержится раннее описание геологии Индии, он предполагал, что индийский субконтинент был когда-то морем. Авиценна предложил подробное объяснение формирования гор, происхождение землетрясений и другие темы, которые являются центральными в современной геологии, и в котором содержится необходимый фундамент для дальнейшего развития науки. Некоторые современные ученые, такие как Филдинг Х. Гаррисон, считают, что современная геология началась в средневековом исламском мире.

ARTICLE INFO

Article history:

Received 09-Sep-23

Received in revised form 15-Sep-23

Accepted 30-Oct-23

Available online 29-Nov-2023

Key word: минералов и металлов, осадочных пород, эрозией почвы, религиозной концепцией, широком контексте, охватывающем атмосферу, биосферу и гидросферу.

Введение

В 540 году до нашей эры Ксенофан описал ископаемые рыбы и раковины, найденные в отложениях в горах. Подобные окаменелости были отмечены еще Геродотом (около 490 г. до н.э.).

Некоторые из первых геологических мыслей касались происхождения Земли. Древняя Греция разработала некоторые основные геологические концепции происхождения Земли. Кроме того, в 4 веке до нашей эры Аристотель сделал критические наблюдения о медленной скорости геологических изменений. Он наблюдал за составом суши и сформулировал теорию, согласно которой Земля меняется медленно и что эти изменения невозможно наблюдать в течение жизни одного человека. Аристотель разработал одну из первых научно обоснованных концепций, связанных с геологической сферой, относительно скорости физических изменений Земли.

Однако именно его преемник в Лицее, философ Теофраст, добился наибольших успехов в античности в своем труде «О камнях». Он описал множество минералов и руд как из местных рудников, например, в Лаурии недалеко от Афин, так и за их пределами. Он также совершенно естественно обсуждал типы мрамора и строительных материалов, таких как известняк, и предпринял попытку примитивной классификации свойств минералов по их свойствам, таким как твердость.

Намного позже, в римский период, Плиний Старший провел очень обширное обсуждение многих других минералов и металлов, которые тогда широко использовались в практических целях. Он был одним из первых, кто правильно определил происхождение янтаря как окаменевшей смолы деревьев, наблюдая за насекомыми, запертыми в некоторых его кусочках. Он также заложил основы кристаллографии, признав октаэдрическую форму алмаза.

Абу ар-Райхан аль-Бируни (973–1048 гг. н.э.) был одним из первых мусульманских геологов, чьи работы включали самые ранние труды по геологии Индии, выдвигающие гипотезу о том, что Индийский субконтинент когда-то был морем.

Ибн Сина (Авиценна, 981–1037 гг. н.э.), персидский эрудит, внес значительный вклад в геологию и естественные науки (которые он называл Аттабият) вместе с другими натурфилософами, такими как Ихван Аль-Сафа и многими другими. Ибн Сина написал энциклопедический труд под названием « Китаб аш-Шифа » (Книга лечения, исцеления или избавления от невежества), в котором часть 2, раздел 5 содержит его комментарий к « Минералогии и метеорологии» Аристотеля в шести главах: «Формирование» гор , Преимущества гор в образовании облаков ; Источники воды; Происхождение землетрясений ; Образование минералов ; Разнообразие рельефа Земли .

Литература и методология

В средневековом Китае одним из самых выдающихся натуралистов был Шэнь Го (1031–1095), эрудит, который в свое время пробовал себя во многих областях исследований. С точки зрения геологии Шэнь Го — один из первых натуралистов, сформулировавших теорию геоморфологии. Это было основано на его наблюдениях за поднятием осадочных пород, эрозией почвы, отложением ила и морскими окаменелостями, найденными в горах Тайхан, расположенных в сотнях миль от Тихого океана. Он также сформулировал теорию постепенного изменения климата после наблюдения за древним окаменевшим бамбуком, найденным в сохранившемся подземном состоянии недалеко от Яньчжоу (современный Яньань), в сухом северном климате провинции Шэньси. Он сформулировал гипотезу процесса образования суши: на основе наблюдений за ископаемыми раковинами в геологическом слое горы в сотнях миль от океана он пришел к выводу, что земля образовалась в результате эрозии гор и отложения ила.

Портрет Уистона со схемой, демонстрирующей его теории кометных катастроф, лучше всего описанные в «Новой теории Земли».

Лишь в 17 веке геология добилась больших успехов в своем развитии. В это время геология стала самостоятельным субъектом в мире естествознания. Христианский мир обнаружил, что разные переводы Библии содержат разные версии библейского текста. Единственное, что оставалось неизменным во всех интерпретациях, заключалось в том, что Потоп сформировал мировую геологию и географию. [не удалось проверить] Чтобы доказать подлинность Библии, люди чувствовали необходимость продемонстрировать с помощью научных доказательств, что Великий Потоп действительно произошел. С этим возросшим стремлением к данным произошло увеличение количества наблюдений за составом Земли, что, в свою очередь, привело к открытию окаменелостей. Хотя теориями, возникшими в результате повышенного интереса к составу Земли, часто манипулировали для поддержки концепции Потопа, подлинным результатом стал возросший интерес к строению Земли. Из-за силы христианских верований в 17 веке наиболее широко распространенной теорией происхождения Земли была «Новая теория Земли», опубликованная в 1696 году Уильямом Уистоном.

Уистон использовал христианские рассуждения, чтобы «доказать», что Великий Потоп произошел и что он сформировал пласты горных пород Земли.

Результаты

В 17 веке как религиозные, так и научные предположения о происхождении Земли еще больше усилили интерес к Земле и привели к появлению более систематических методов идентификации слоев Земли. Слои Земли можно определить как горизонтальные слои горных пород, имеющие примерно одинаковый состав. Важным пионером в науке был Николас Стено. Стено обучался классическим научным текстам; однако к 1659 году он серьезно поставил под сомнение общепринятые знания о мире природы. Важно отметить, что он поставил под сомнение идею о том, что окаменелости росли в земле, а также общепринятые объяснения образования горных пород. Его исследования и последующие выводы по этим темам позволили

ученым считать его одним из основателей современной стратиграфии и геологии (Стено, который стал католиком во взрослом возрасте, в конечном итоге стал епископом и был причислен к лику блаженных). в 1988 году Папой Иоанном Павлом II, поэтому его еще называют блаженным Николасом Стено).

Шотландец Джеймс Хаттон считается отцом современной геологии.

В результате возросшего интереса к природе Земли и ее происхождению возникло повышенное внимание к минералам и другим компонентам земной коры. Более того, растущее экономическое значение горнодобывающей промышленности в Европе в середине-конце 18 века сделало жизненно важным обладание точными знаниями о рудах и их естественном распределении. [14] Ученые начали систематически изучать состав Земли, проводя подробные сравнения и описания не только самой земли, но и содержащихся в ней полудрагоценных металлов, которые имели большую коммерческую ценность. Например, в 1774 году Авраам Готтлоб Вернер опубликовал книгу *Von den äusserlichen Kennzeichen der Fossilien* («О внешних особенностях ископаемых»), которая принесла ему широкое признание, поскольку он представил подробную систему идентификации конкретных минералов на основе внешних характеристик. Чем более эффективно продуктивные земли для добычи полезных ископаемых можно было определить и найти полудрагоценные металлы, тем больше денег можно было заработать. Это стремление к экономической выгоде привлекло внимание к геологии и сделало ее популярной темой для изучения. С увеличением числа людей, изучающих ее, появились более подробные наблюдения и больше информации о Земле.

Также в восемнадцатом веке аспекты истории Земли, а именно расхождения между принятой религиозной концепцией и фактическими данными, снова стали популярной темой для обсуждения в обществе. В 1749 году французский натуралист Жорж-Луи Леклерк, граф де Бюффон, опубликовал свою «Естественную историю», в которой подверг критике популярные библейские описания, данные Уистоном и другими церковными теоретиками истории Земли. В ходе экспериментов с охлаждающимися шарами он обнаружил, что возраст Земли составляет не только 4000 или 5500 лет, как следует из Библии, но и 75 000 лет. Другим человеком, который описал историю Земли, не ссылаясь ни на Бога, ни на Библию, был философ Иммануил Кант, опубликовавший в 1755 году свою «Всеобщую естественную историю и теорию небес» (*Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels*). Судя по работам этих уважаемых людей, а также других, к середине восемнадцатого века стало приемлемым подвергать сомнению возраст Земли. Этот допрос стал поворотным моментом в изучении Земли. Теперь стало возможным изучать историю Земли с научной точки зрения, без религиозных предубеждений.

С применением научных методов к исследованию истории Земли изучение геологии

могло бы стать отдельной областью науки. Для начала необходимо было разработать терминологию и определение того, что представляет собой геологическое исследование. Термин «геология» впервые был использован технически в публикациях двух женеvских натуралистов, Жана-Андре Делюка и Горация-Бенедикта де Соссюра, хотя термин «геология» не был хорошо принят как термин, пока он не был подхвачен очень влиятельными сборник, «Энциклопедия», издаваемый начиная с 1751 года Дени Дидро. После того, как этот термин был установлен для обозначения изучения Земли и ее истории, геология постепенно стала более общепризнанной как отдельная наука, которую можно преподавать как область обучения в учебных заведениях. В 1741 году самое известное учреждение в области естественной истории, Национальный музей естественной истории во Франции, учредило первую преподавательскую должность, специально предназначенную для геологии. Это был важный шаг в дальнейшем продвижении знаний о геологии как науке и в признании ценности широкого распространения таких знаний.

Обсуждение

К 1770-м годам химия начала играть ключевую роль в теоретическом фундаменте геологии, и появились две противоположные теории, имеющие преданных последователей. Эти контрастирующие теории предлагали разные объяснения того, как сформировались слои горных пород на поверхности Земли. Один из них предположил, что жидкий наводнение, возможно, подобное библейскому потопу, создало все геологические пласты. Эта теория расширила химические теории, которые развивались с семнадцатого века и продвигались шотландцем Джоном Уокером, шведом Йоханом Готшалком Валлериусом и немцем Авраамом Вернером. Из этих имен взгляды Вернера стали влиятельными на международном уровне примерно в 1800 году. Он утверждал, что слои Земли, включая базальт и гранит, образовались как осадки из океана, покрывавшего всю Землю. Система Вернера имела влияние, и те, кто принял его теорию, были известны как дилувианисты или нептунисты. Тезис нептунизма был самым популярным в конце восемнадцатого века, особенно среди тех, кто имел химическое образование. Однако с 1780-х годов постепенно стал приобретать популярность другой тезис. Некоторые натуралисты середины восемнадцатого века, такие как Бюффон, предположили, что вместо воды пласты образовались под действием тепла (или огня). Диссертация была изменена и расширена шотландским натуралистом Джеймсом Хаттоном в 1780-х годах. Он выступал против теории нептунизма, предлагая вместо этого теорию, основанную на тепле. Те, кто следовал этому тезису в начале девятнадцатого века, называли эту точку зрения плутонизмом: образование Земли путем постепенного затвердевания расплавленной массы с медленной скоростью в результате тех же процессов, которые происходили на протяжении всей истории и продолжают в наши дни. Это привело его к выводу, что Земля неизмеримо стара и не может быть объяснена в рамках хронологии, выведенной из Библии. Плутонисты считали, что главным фактором формирования горных пород были вулканические процессы, а не вода Великого Потопа.

Бюст Уильяма Смита в Музее естественной истории Оксфордского университета.

В начале 19 века горнодобывающая промышленность и промышленная революция стимулировали быстрое развитие стратиграфической колонны - «последовательности горных образований, расположенных в соответствии с порядком их формирования во времени». В Англии горный маркшейдер Уильям Смит, начиная с 1790-х годов, эмпирически обнаружил, что окаменелости являются весьма эффективным средством различения схожих в остальном образований ландшафта, когда он путешествовал по стране, работая над системой каналов, и создал первые геологические карты Британии. Примерно в то же время французский сравнительный анатом Жорж Кювье, которому помогал его коллега Александр Броньяр из Парижской горной школы, понял, что относительный возраст окаменелостей можно определить с геологической точки зрения; с точки зрения того, в каком слое породы расположены окаменелости и на расстоянии этих слоев породы от поверхности земли. Объединив свои открытия, Броньяр и Кювье поняли, что разные слои можно идентифицировать по содержанию ископаемых, и, таким образом, каждому слою можно отнести уникальное положение в последовательности. После публикации книги Кювье и Броньяра «Описание геологических окрестностей Парижа» в 1811 году, в которой изложена эта концепция, стратиграфия стала очень популярной среди геологов; многие надеялись применить эту концепцию ко всем горным породам Земли. В течение этого столетия различные геологи дополнительно усовершенствовали и завершили стратиграфическую колонку. Например, в 1833 году, когда Адам Седжвик картографировал породы, которые, как он установил, относятся к кембрийскому периоду, Чарльз Лайель в другом месте предлагал подразделение третичного периода; в то время как Родерик Мерчисон, картируя Уэльс с другого направления, относил верхние части кембрия Седжвика к нижним частям своего силурийского периода. Стратиграфическая колонка имела большое значение, поскольку она давала метод определения относительного возраста этих пород путем размещения их в разных положениях в их стратиграфической последовательности. Это создало глобальный подход к датировке возраста Земли и позволило провести дальнейшие корреляции на основе сходств, обнаруженных в составе земной коры в различных странах.

Геологическая карта Великобритании Уильяма Смита, опубликованная в 1815 году. Гравюра из монографии Уильяма Смита 1815 года об идентификации слоев по окаменелостям.

В Британии начала девятнадцатого века катастрофизм был адаптирован с целью примирить геологическую науку с религиозными традициями библейского Великого Потопа. В начале 1820-х годов английские геологи, в том числе Уильям Бакленд и Адам Седжвик, интерпретировали «делювиальные» отложения как результат Ноева потопа, но к концу десятилетия они пересмотрели свое мнение в пользу местных наводнений. Чарльз Лайель бросил вызов катастрофизму, опубликовав в 1830 году первый том своей книги «Принципы

геологии», в которой были представлены различные геологические свидетельства из Англии, Франции, Италии и Испании, подтверждающие правильность идей Хаттона о постепенности. Он утверждал, что большая часть геологических изменений в истории человечества происходила очень постепенно. Лайель представил доказательства униформитаризма, геологической доктрины, согласно которой процессы в настоящем происходят с той же скоростью, что и в прошлом, и объясняют все геологические особенности Земли. Работы Лайеля были популярны и широко читались, а концепция униформизма прочно утвердилась в геологическом обществе.

В 1831 году капитан Роберт Фицрой, возглавлявший прибрежную исследовательскую экспедицию HMS Beagle, искал подходящего натуралиста для исследования земли и предоставления геологических советов. Это выпало на долю Чарльза Дарвина, который только что получил степень бакалавра и сопровождал Седжвика в двухнедельной картографической экспедиции по Уэльсу после прохождения весеннего курса геологии. Фицрой дал Дарвину «Принципы геологии» Лайеля, и Дарвин стал защитником идей Лайеля, изобретательно теоретизируя на основе униформистских принципов относительно геологических процессов, которые он видел, и даже оспаривая некоторые идеи Лайеля. Он предположил, что Земля расширяется, чтобы объяснить подъем, а затем, основываясь на идее о том, что области океана опускаются по мере поднятия суши, выдвинул теорию, что коралловые атоллы выросли из коралловых рифов, окаймляющих затонувшие вулканические острова. Эта идея получила подтверждение, когда «Бигль» обследовал Кокосовые острова (Килинг), а в 1842 году он опубликовал свою теорию «Структура и распределение коралловых рифов». Открытие Дарвином гигантских окаменелостей помогло укрепить его репутацию геолога, а его теории о причинах их вымирания привели к его теории эволюции путем естественного отбора, опубликованной в книге «Происхождение видов» в

Экономические мотивы практического использования геологических данных побудили некоторые правительства поддержать геологические исследования. В XIX веке несколько стран, в том числе Канада, Австралия, Великобритания и США, начали геологические исследования, в результате которых были созданы геологические карты обширных территорий стран. Геологическое картирование позволяет определить местонахождение полезных горных пород и полезных ископаемых, и такая информация может быть использована на благо горнодобывающей промышленности страны. Благодаря государственному и промышленному финансированию геологических исследований все больше людей стали изучать геологию по мере совершенствования технологий и методов, что привело к расширению области науки.

В XIX веке геологические исследования оценили возраст Земли в миллионы лет. В 1862 году физик Уильям Томсон, 1-й барон Кельвин, опубликовал расчеты, согласно которым возраст Земли составлял от 20 до 400 миллионов лет. Он предположил, что Земля сформировалась как полностью расплавленный объект, и оценил количество времени, которое потребуется для того, чтобы приповерхностная часть остыла до нынешней температуры.

Многие геологи утверждали, что оценки Томсона недостаточны для объяснения наблюдаемой толщины осадочных пород, эволюции жизни и формирования кристаллических пород фундамента под осадочным чехлом. Открытие радиоактивности в начале двадцатого века предоставило дополнительный источник тепла внутри Земли, что позволило увеличить расчетный возраст Томсона, а также стало средством датировки геологических событий.

К началу 20 века были открыты радиогенные изотопы и разработано радиометрическое датирование. В 1911 году Артур Холмс, один из пионеров использования радиоактивного распада в качестве средства измерения геологического времени, датировал образец с Цейлона возрастом 1,6 миллиарда лет, используя изотопы свинца. В 1913 году Холмс работал в Имперском колледже, когда он опубликовал свою знаменитую книгу «Возраст Земли», в которой он решительно выступал в пользу использования радиометрических методов датирования, а не методов, основанных на геологическом осаждении или охлаждении Земли. Земле (многие люди все еще верили в расчеты лорда Кельвина, которым менее 100 миллионов лет). Холмс оценил возраст самых старых архейских пород в 1600 миллионов лет, но не размышлял о возрасте Земли. Его продвижение теории в течение следующих десятилетий принесло ему прозвище «Отец современной геохронологии». [нужна цитата] В 1921 году участники ежегодного собрания Британской ассоциации содействия развитию науки пришли к общему мнению, что возраст Земли составляет несколько миллиардов лет и что радиометрическое датирование достоверно. Холмс опубликовал «Возраст Земли, введение в геологические идеи» в 1927 году, в котором он представил диапазон от 1,6 до 3,0 миллиардов лет, увеличив оценку в 1940-х годах до 4500 ± 100 миллионов лет на основе измерений относительного содержания изотопов урана. основан Альфредом О.К. Ниером. Теории, не согласовавшиеся с научными данными, устанавливавшими возраст Земли, больше не могли быть приняты. Установленный возраст Земли с тех пор уточнялся, но существенно не изменился.

Альфред Вегенер, около 1925 года.

В 1912 Альфред Вегенер предложил теорию дрейфа континентов. Эта теория предполагает, что формы континентов и соответствие геологии береговой линии между некоторыми континентами указывают на то, что в прошлом они были объединены вместе и образовали единый массив суши, известный как Пангея; после этого они разделились и дрейфовали, как плоты, по дну океана, достигнув в настоящее время своего нынешнего положения. Кроме того, теория дрейфа континентов предложила возможное объяснение образованию гор; Тектоника плит построена на теории дрейфа континентов.

К сожалению, Вегенер не представил убедительного механизма этого дрейфа, и его идеи не были общепринятыми при его жизни. Артур Холмс принял теорию Вегенера и предложил

механизм мантийной конвекции, вызывающий движение континентов. Однако только после Второй мировой войны начали накапливаться новые доказательства, подтверждающие дрейф континентов. За этим последовал период в 20 лет, в течение которого теория дрейфа континентов превратилась из того, во что верили немногие, в краеугольный камень современной геологии. Начиная с 1947 года исследования предоставили новые данные о дне океана, а в 1960 году Брюс К. Хизен опубликовал концепцию срединно-океанических хребтов. Вскоре после этого Роберт С. Дитц и Гарри Х. Гесс предположили, что океаническая кора образуется по мере того, как морское дно расширяется вдоль срединно-океанических хребтов при расширении морского дна. Это было воспринято как подтверждение существования мантийной конвекции, и таким образом главный камень преткновения теории был устранен.

Геофизические данные свидетельствуют о латеральном движении континентов и о том, что океаническая кора моложе континентальной. Эти геофизические данные также послужили толчком к гипотезе палеомагнетизма — записи ориентации магнитного поля Земли, записанной в магнитных минералах. Британский геофизик С.К. Ранкорн предложил концепцию палеомагнетизма, обнаружив, что континенты сместились относительно магнитных полюсов Земли. Тузо Уилсон, который с самого начала был пропагандистом гипотезы распространения морского дна и дрейфа континентов, добавил в модель концепцию трансформных разломов, дополнив классы типов разломов, необходимые для обеспечения подвижности плит на поверхности моря. функция глобуса. Симпозиум по дрейфу континентов, который состоялся в Лондонском королевском обществе в 1965 году, следует рассматривать как официальное начало признания тектоники плит научным сообществом. Тезисы докладов симпозиума изданы как *Blacket, Bullard, Runcorn; 1965*. На этом симпозиуме Эдвард Буллард и его коллеги с помощью компьютерных расчетов показали, как континенты по обе стороны Атлантики лучше всего подходят для закрытия океана, что стало известно как знаменитая «подгонка Булларда». К концу 1960-х годов имеющиеся данные свидетельствовали о том, что дрейф континентов является общепринятой теорией.

Заключение

Применяя обоснованные стратиграфические принципы к распределению кратеров на Луне, можно утверждать, что почти в одночасье Джин Шумейкер забрал изучение Луны у лунных астрономов и передал его лунным геологам.

В последние годы геология продолжает свою традицию изучения характера и происхождения Земли, особенностей ее поверхности и внутреннего строения. Что изменилось в конце 20-го века, так это перспектива геологических исследований. Геология теперь изучается с использованием более комплексного подхода, рассматривающего Землю в более широком контексте, охватывающем атмосферу, биосферу и гидросферу. Спутники, расположенные в космосе и делающие широкомасштабные фотографии Земли, открывают такую перспективу. В 1972 году программа Landsat, серия спутниковых миссий, совместно управляемых НАСА и Геологической службой США, начала предоставлять спутниковые изображения, которые

можно подвергнуть геологическому анализу. Эти изображения можно использовать для картирования основных геологических единиц, распознавания и сопоставления типов горных пород обширных регионов и отслеживания движений тектоники плит. Некоторые применения этих данных включают возможность создания геологически подробных карт, определения местонахождения источников природной энергии и прогнозирования возможных стихийных бедствий, вызванных сдвигом плит.

Литература

1. Время имеет значение: наследие геологии для научной мысли . Джон Уайли и сыновья. 9 апреля 2010 г. ISBN. 9781444323269.
2. Мур, Рут. Земля, на которой мы живем . Нью-Йорк: Альфред А. Кнопф, 1956. с. 13
3. Аристотель. Метеорология . Книга 1, Часть 14
4. Азимов, М.С.; Босворт, Клиффорд Эдмунд (ред.). Эпоха достижений: 750 г. н.э. до конца пятнадцатого века: достижения . История цивилизаций Средней Азии. стр. 211–14. ISBN 978-92-3-102719-2.
5. Адамс 1938 , с. 96
6. Перейти к: Гохау 1990 , с. 118
7. Перейти к: Jardine, Secord & Spary 1996 , стр. 212–14.
8. Эдди, Мэтью Дэниел (2008). Язык минералогии: Джон Уокер, химия и Эдинбургская медицинская школа . Эшгейт.
9. Второй JA (1986) Полемика в викторианской геологии: Кембрийско-силурийский спор Princeton University Press, 301 стр. ISBN
10. Перейти к: Герберт, Сандра (1991). «Чарльз Дарвин как будущий геологический автор» . Британский журнал истории науки . **24** (2): 159–192. doi : 10.1017/S0007087400027060 . S2CID 143748414 – через Darwin Online.
11. Кейнс, изд. Ричарда. Зоологические заметки Чарльза Дарвина и списки образцов из HMS Beagle , Cambridge University Press, 2000. стр. ix
12. Англия, П; Мольнар, П. (2007). «Забытая критика Джона Перри возраста Земли по Кельвину: упущенная возможность в геодинамике». ГСА сегодня . **17** (1).
13. Холмс, Артур (1913). Возраст Земли . Лондон: Харпер. п. 18.
14. Вегенер, Альфред (1912). «Die Herausbildung der Grossformen der Erdrinde (Kontinente und Ozeane), auf Geophysicalischer Grundlage». Petermanns Geographische Mitteilungen . **63** : 185–195, 253–256, 305–309.

15. Холмс, Артур (1931). «Радиоактивность и движение Земли» (PDF) . Труды Геологического общества Глазго . Геологическое общество Глазго . **18** (3): 559–
Олбриттон, Клод К. (1980). *Бездна Времени* . Сан-Франциско: Фриман, Купер и компания. Переиздание 1986 года . ISBN 087477389X.
16. Далримпл, Дж. Брент (1994). *Возраст Земли* . Издательство Стэнфордского университета. ISBN 0-8047-2331-1
17. Адамс, Фрэнк Доусон (1938). *Зарождение и развитие геологических наук* . Балтимор: Компания Williams & Wilkins. Адамс, Фрэнк Доусон (1954). Переиздание Дувра, 1990 год . ISBN 048626372X.
18. Гохау, Габриэль (1990). *История геологии* . Отредактировано и переведено Альбертом В. Кароцци и Маргаритой Кароцци. Нью-Брансуик: Издательство Университета Рутгерса. ISBN 978-0-8135-1666-0
19. Джардин, Н.; Секорд, Дж. А.; Спэри, ЕС, ред. (1996). *Культуры естествознания (перепечатано под ред.)*. Кембридж, Англия: Издательство Кембриджского университета. ISBN 978-0-521-55894-5
20. Вудс, Томас Э. (2005). *Как католическая церковь построила западную цивилизацию* . Вашингтон, округ Колумбия: Regnery Publ. ISBN 0-89526-038-7.
21. Уайз Джексон, Патрик Н., изд. (2007). *Четыре столетия геологических путешествий: поиск знаний пешком, на велосипеде, в санях и на верблюде* . Лондон: Геологическое общество. ISBN 978-1-86239-234-2.
22. Боулер, Питер Дж. (2000). *Земля охватила: история наук об окружающей среде (1-е изд. Америки)*. Нью-Йорк: Нортон. ISBN 978-0-393-32080-0.
23. Баккер. ISBN 978-90-351-2673-2. Проверено 10 января 2012 г.
24. Леддра, Майкл (2010). *Время имеет значение: наследие геологии для научной мысли* . Чичестер: Уайли. ISBN 978-1-4051-9908-7.
25. Хара, Киран Д. (2018). *Краткая история геологии* . Кембридж, Англия: Издательство Кембриджского университета.