

ВОДОПАДЫ КАК ОБЪЕКТЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО НАСЛЕДИЯ

Ценность водопадов как объектов геологического наследия определяется представленной в них информацией о геологической деятельности поверхностных водотоков, факторах возникновения водопадов, уникальных геологических образований в уступах и прилегающих к ним склонах, инженерно-геологических особенностях массивов горных пород, важных событиях в геологическом развитии территории. Ранг подобного рода объектов определяется не только их физическими и гидрологическими параметрами (высота, ширина, крутизна уступа, расход воды), но и уникальностью связанных с ними геологических феноменов. Использование водопадов в геотуризме может осложняться их высокой эстетической привлекательностью, отвлекающей посетителей от восприятия собственно геологической (и прочей сопутствующей естественнонаучной) информации.

Ключевые слова: водопад; геологическое наследие; геотуризм; георазнообразие; Северный Кавказ.

Водопады по определению являются уникальными природными объектами (=геологическими памятниками), ценность которых для понимания окружающей среды в настоящее время только возрастает [1]. Их физические (высота, ширина, крутизна уступа) и гидрологические (расход воды) параметры сравнительно легко могут быть замерены, на основании чего возможны выводы относительно исключительности (магнитуды) этих объектов [2]. Однако водопады представляют интерес не только с физико-географической, но и геологической точки зрения [3, 4]. Неслучайно информация о них присутствует даже в самых элементарных учебных пособиях по геологии [5–8]. Целью настоящей работы является рассмотрение некоторых важнейших особенностей водопадов, которые позволяют относить их к числу объектов геологического наследия, а также предопределяют особый подход к их использованию в туристических целях.

Уникальность объектов геологического наследия определяется представленной в них информацией [9]. Водопады предоставляют как минимум пять видов информации относительно геологической среды.

Во-первых, они характеризуют геологическую деятельность поверхностных водотоков в условиях невыработанного профиля равновесия. Речь идет прежде всего об эрозии уступа путем его подмыва с периодическим обрушением, постепенного размыва или прорезания его у самой бровки (как это имеет место в случае с водопадом Девичья коса на р. Руфабго в горной части Республики Адыгея на Северном Кавказе), а также образовании чащеобразного углубления (так называемого «исполинского котла», или «водобойного колодца») непосредственно у основания водопада за счет энергии воды и механического разрушения коренных пород влекаемыми ею обломочными частицами. Новейшие исследования Ниагарского водопада (на границе США и Канады), который долгое время считался классическим примером эрозии за счет подмыва более мягких пород струями воды с последующим обрушением залегающих ближе к бровке (т.е. выше по разрезу) крепких пород [4–6], показало, что на самом деле основным видом эрозии здесь является постепенное размывание поверхности уступа путем отделения от него обломков [10], что не вполне согласуется с традиционными представлениями. Эрозионная деятельность воды приводит также к формированию специфических форм рельефа, связанных с водопадами. В этой связи уместным будет отметить тот факт, что последние рассматриваются некоторыми исследователями в качестве так называемых

«геоморфосайтов», т.е. объектов геоморфологического наследия [1]. В качестве примера можно привести Медовые водопады на р. Аликоновка в районе Кисловодска (Ставропольский край, Северный Кавказ), где в узком ущелье комбинируются весьма причудливые формы, образуя своего рода вытянутый «лабиринт». В некоторых случаях происходит комбинация эрозионной деятельности воды с прочими геологическими процессами, такими как оползни, в результате чего могут возникать весьма специфические, подчас относительно крупные формы рельефа [11]. Наконец, в пределах водопадов протекает не только эрозионная деятельность. Энергетика водотока снижается у основания водопада или чуть ниже по течению от него. Как следствие, здесь происходит накопление крупнообломочного материала. Более того, с водопадами связано формирование известкового туфа [12, 13].

Во-вторых, изучение водопадов дает информацию о геологических феноменах, предопределяющих само наличие этих объектов. Вполне очевидно, что своим происхождением они обязаны неоднородности геологического строения, в качестве которой могут выступать наличие в разрезе пород различной крепости, выход на поверхность зоны разлома с вертикальным смещением блоков и т.п. Например, каскад водопадов на р. Сюк (горная часть Республики Адыгея) маркирует переход от крепких кристаллических пород (метаморфических сланцев докембрия и прорывающих их позднепалеозойских гранитоидов), которыми узкая речная долина слагается на участке верхнего течения, к мягким, легко размываемым осадочным породам (юрским песчаникам и аргиллитам), в которых развита значительно более широкая речная долина на участке среднего и нижнего течения. В качестве другого примера можно привестиисячие устья (по сути это водопады) мелких притоков р. Белая в Гранитном ущелье и Хаджохском каньоне, расположенных на той же территории [14]. Их появление можно трактовать в контексте новейших вертикальных тектонических движений и различного эрозионного потенциала водотоков в зависимости от величины последних.

В-третьих, в уступах водопадов и прилегающих к ним склонах речных долин нередко представлены уникальные особенности геологического строения территории. Это вполне очевидно, учитывая перманентную эрозию с одновременным эффективным выносом образовавшихся вследствие ее обломков. Так, непосредственно в уступах упомянутых выше водопадов на р. Сюк на поверхность выходят кристалличе-

ские породы, изучение которых позволяет судить о составе и строении одних из наиболее древних образований, слагающих «ядро» горного сооружения Большого Кавказа.

В-четвертых, образование водопадов и сопутствующее им изменение рельефа проявляет инженерно-геологические свойства массивов горных пород и, в частности, их крепость, трещиноватость и т.д. В этой связи изучение водопадов может предоставлять ценные сведения относительно свойств такого рода (см., например, [15]).

Наконец, *в-пятых*, исследование древних (ископаемых) водопадов позволяет получать уникальную информацию о геологической истории того или иного региона. Например, так называемые «сухие водопады» на Алтае характеризуют катастрофические события, связанные с прорывами ледниковых озер в конце четвертичного периода [16]. Более того, сам факт обнаружения древних водопадов делает их исключительными объектами в силу вполне очевидной плохой сохраняемости таковых в геологической летописи.

Все сказанное выше убедительно свидетельствует в пользу того, что водопады должны рассматриваться в том числе и как объекты геологического наследия. Они могут быть отнесены к памятникам гидролого-гидрогеологического типа, выделяемого в ряде работ [3, 17–19]. Хотя в действительности большинство из них относится к комплексному типу, сочетающему в себе гидролого-гидрогеологическую, геоморфологическую, инженерно-геологическую и прочие составляющие, зависящие от информации, представленной в конкретном водопаде. Ранг памятника природы отражает его уникальность [19–21]. Вполне естественным видится связать таковую для водопадов с их физическими и гидрологическими параметрами [2]. Однако это справедливо при рассмотрении данных объектов лишь в составе природного (ландшафтного) наследия, т.е. безотносительно геологии. Дело в том, что уникальность геологической информации, представленной в водопаде не в полной мере, зависит от упомянутых выше параметров. С одной стороны, более крупный водопад характеризует более масштабную геологическую деятельность поверхностных водотоков. С другой стороны, в уступе даже совсем небольшого водопада могут оказаться исключительные по своим свойствам геологические образования. Это имеет место, например, в случае с одним из водопадов на р. Сахрай (горная часть Республики Адыгея), где в его уступе и в стенках исполинского котла экспонированы пестроокрашенные (розовые и светло-серые) рифогенные известняки позднего триаса. Более того, физические и гидрологические параметры водопадов будут по-разному уникальны для различных регионов, на что уже обращалось внимание ранее [21]. Так, водопад Кивач (Республика Карелия, северо-запад России) представляется редчайшим явлением для равнинной территории (даже если бы имел значительно меньшие размеры), в пределах которой он расположен, тогда как водопады в кантоне Вале (южная часть Швейцарии, Альпы) сравнительно «ординарны» для горной местности (опять-таки вне зависимости от своих параметров). В этой связи важен комплексный подход к определению ранга водопадов в качестве объ-

ектов геологического наследия, который, к сожалению, неизбежно окажется субъективным.

Вполне очевидно, что водопады входят в число наиболее подходящих объектов для организации геотуристических экскурсий и их комбинации с экотуристическими программами. Тем не менее высокая эстетическая привлекательность водопадов (см., например, оценку указанного параметра для водопадов на р. Руфабго [22]), которая характерна и для объектов гидролого-гидрогеологического типа в целом [3], создает две существенные сложности. Во-первых, внимание посетителей по вполне понятным причинам концентрируется только на естественной красоте объекта, тогда как любая информация относительно связанных с ним природных, в том числе геологических, феноменов будет восприниматься, скорее всего, лишь как дополнительная и необязательная. Иными словами, эстетическая привлекательность водопадов может снижать их ценность в качестве источника новых знаний, хотя, с другой стороны, именно она и будет привлекать наибольшее количество туристов. Во-вторых, интерес к водопадам определяется их естественностью. В этой связи любое антропогенное воздействие на ландшафт будет сразу же отмечено туристами, что снизит их интерес к объекту. В то же время труднодоступность рассматриваемых объектов часто требует их специального инженерного оборудования для максимально комфортного и безопасного подхода посетителей на предельно близкое расстояние [3]. Все это определяет необходимость взвешенного использования приемов ландшафтного дизайна организаторами гео- и экотуристической деятельности, положительным примером чему является антропогенное преобразование среды в каньоне р. Руфабго, где расположена серия водопадов [22]. Здесь же стоит отметить, что загрязнение бытовыми отходами, повреждение растительности и т.п. вблизи водопадов негативно влияют на интерес к этим объектам, в том числе за счет резкого контраста с их эстетическими свойствами.

Представление о водопадах как объектах геологического наследия требует некоторого уточнения такого понятия, как «георазнообразие», которое трактуется в весьма широких пределах [23–26]. Вполне очевидно, что георазнообразие создается за счет специфических для данной территории и в той или иной степени уникальных геологических феноменов (минералов, горных пород, структур, остатков ископаемых организмов, различных экзо- и эндогенных процессов и т.д.). Однако на примере водопадов хорошо видно, что сами объекты, в которых представлены эти феномены, необязательно являются геологическими по своей основной сути. Следовательно, понятие «георазнообразие» выходит за рамки собственно геологической среды. С другой стороны, в «негеологических» природных объектах (например, водных), где, тем не менее, представлены уникальные геологические особенности, последние могут быть однозначно соотношены с определенным типом(-ами) памятников, выделяемых в соответствующей классификации [19]. Если так, то количественная оценка георазнообразия конкретной территории, где располагаются водопады, не представляет собой сложности и не требует корректировки предлагаемых алгоритмов [25].

В заключение отметим, что в России может быть выделен целый ряд территорий, где водопады существенно дополняют и разнообразят геологическое наследие. В качестве примера приведем горную часть Республики Адыгея. Здесь сравнительно небольшие водопады осложняют целый ряд водотоков (в том числе реки Руфабго, Сахрай, Сюк, Мишоко, а также ручьи, впадающие в р. Белая в Гранитном ущелье и Хаджох-

ском каньоне). Их ценность как геологических памятников усиливается расположением в уникальном центре георазнообразия [22, 25, 27]. В частности, создание на его основе геопарка [27] позволит сконцентрировать внимание посетителей на геологической составляющей ландшафта, а водопады с их охарактеризованной выше спецификой позволят расширить представление о соответствующих феноменах.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Haghe J.-P.* Do waterfalls have value in themselves? A metamorphosis in the values of the Gimel waterfall in France // *Policy and Society*. 2011. Vol. 30. P. 249–256.
2. *Plumb G.A.* A scale for comparing the visual magnitude of waterfalls // *Earth-Science Reviews*. 1993. Vol. 34. P. 261–270.
3. *Пахомова Н.А., Рубан Д.А.* Особенности рекреационного освоения памятников природы гидролого-гидрогеологического типа // *Научная мысль Кавказа. Междисциплинарные и специальные исследования*. 2008. № 2. С. 182–184.
4. *Шварцбах М.* Великие памятники природы (Известные места геологических исследований). М. : Мир, 1973. 336 с.
5. *Корововский Н.В., Якушова А.Ф.* Общая геология. М. : Высш. шк., 1991. 416 с.
6. *Мильничук В.С., Арабаджи М.С.* Общая геология. М. : Недра, 408 с.
7. *Grotzinger J., Jordan T.H., Press F., Stever R.* Understanding Earth. N.Y. : W.H. Freeman and Co., 2007. 579 p.
8. *Lutgens F.K., Tarbuck E.J., Tasa D.* Foundations of Earth Science. Upper Saddle River : Pearson Prentice Hall, 2011. 506 p.
9. *Рубан Д.А.* Геоконсервация как метод сохранения геологического наследия России // *Отечественная геология*. 2006. № 2. С. 78–81.
10. *Hayakawa Y.S., Matsukura Y.* Stability analysis of waterfall cliff face at Niagara Falls: An implication to erosional mechanism of waterfall // *Engineering Geology*. 2010. Vol. 116. P. 178–183.
11. *Lamb M.P., Howard A.D., Dietrich W.E., Perron J.T.* Formation of amphitheater-headed valleys by waterfall erosion after large-scale slumping on Hawaii // *Geological Society of America Bulletin*. 2007. Vol. 119. P. 805–822.
12. *Chen J., Zhang D.D., Wang S., Xiao T., Huang R.* Factors controlling tufa deposition in natural waters at waterfall sites // *Sedimentary Geology*. 2004. Vol. 166. P. 353–366.
13. *Zhang D.D., Zhang Y., Zhu A., Cheng X.* Physical Mechanisms of River Waterfall Tufa (Travertine) Formation // *Journal of Sedimentary Research*. 2001. Vol. 71. P. 205–216.
14. *Рубан Д.А., Пугачев В.И.* Хаджохский каньон и Гранитное ущелье (Адыгея, Россия) как геологические памятники природы // *География и природные ресурсы*. 2008. № 1. С. 62–66.
15. *Lamb M.P., Dietrich W.E.* The persistence of waterfalls in fractured rock // *Geological Society of America Bulletin*. 2009. Vol. 121. P. 1123–1134.
16. *Rudoy A.N.* Glacier-dammed lakes and geological work of glacial superfoods in the Late Pleistocene, Southern Siberia, Altai Mountains // *Quaternary International*. 2002. Vol. 87. P. 119–140.
17. *Лапо А.В., Вдовец М.С.* Проблема сохранения геологического наследия России // *Отечественная геология*. 1996. № 9. С. 6–12.
18. *Лапо А.В., Давыдов В.И., Пашкевич Н.Г. и др.* Методические основы изучения геологических памятников природы России // *Стратиграфия. Геологическая корреляция*. 1993. № 6. С. 75–83.
19. *Рубан Д.А.* Геологические памятники: краткий обзор классификационных признаков // *Известия вузов. Геология и разведка*. 2005. № 4. С. 67–69.
20. *Рубан Д.А.* Стандартизация описания геологических памятников природы как важных объектов национального наследия // *География и природные ресурсы*. 2006. № 3. С. 166–168.
21. *Рубан Д.А.* Проблемы идентификации геологических памятников // *Известия ВУЗов. Геология и разведка*. 2009. № 4. С. 72–73.
22. *Рубан Д.А.* Эстетическая привлекательность уникального центра георазнообразия в Горной Адыгее для туристов // *Актуальные проблемы гостинично-туристического бизнеса и сервиса*. Саратов : Наука, 2011. Вып. 2. С. 64–67.
23. *Gray M.* Geodiversity: developing the paradigm // *Proceedings of the Geologists' Association*. 2008. Vol. 199. P. 287–298.
24. *Hjort J., Luoto M.* Can geodiversity be predicted from space? // *Geomorphology*. 2012. Vol. 153–154. P. 74–80.
25. *Ruban D.A.* Quantification of geodiversity and its loss // *Proceedings of the Geologists' Association*. 2010. Vol. 121. P. 326–333.
26. *Serrano E., Ruiz-Flano P.* Geomorphosites and geodiversity // *Geomorphosites*. Munchen : Dr. F. Pfeil, 2009. P. 49–61.
27. *Рубан Д.А.* Уникальные центры георазнообразия – основа для создания национальных геопарков // *Отечественная геология*. 2010. № 4. С. 77–80.

Статья представлена научной редакцией «Науки о Земле» 20 июня 2012 г.