

УДК 551.4 (571.151)

О НЕОБОСНОВАННОСТИ КАРСТОВОЙ ГИПОТЕЗЫ ПРОИСХОЖДЕНИЯ КОТЛОВИНЫ ОЗЕРА АЯ

Г.Г. Русанов

АО «Горно-Алтайская экспедиция», с. Маленисейское (Алтайский край), E-mail: rusgennadij@mail.ru

По одной из популярных гипотез котловина озера Ая имеет карстовое происхождение. Большая часть ее находится в пределах габброидной интрузии и лишь незначительная, преимущественно склоны, приурочена к карбонатным породам, измененным контактовым метаморфизмом. Геологическая ситуация в районе озера не благоприятна для развития карста. Карстовый генезис котловины таких размеров предполагает длительное время – от 275 до более 800 тыс. лет, а она образовалась очень быстро в конце позднего неоплейстоцена.

Ключевые слова: котловина, карст, известняк, контактовый метаморфизм, интрузия.
Дата поступления 3.03.2017

¹В низкогорной северной части Горного Алтая на территории Алтайского района Алтайского края у подножия левого склона долины реки Катунь на высоте 51 м над ее руслом находится широко известное озеро Ая. Необычность его формы и местоположения, а также находящихся рядом котловин Пионерской и Моховое Болото, давно привлекли внимание исследователей, неоднократно пытавшихся объяснить их происхождение. Правда, зачастую в имеющихся публикациях говорится лишь о том или ином происхождении этих котловин, но при этом авторы никаких убедительных обоснований своей точки зрения не приводят.

На сегодняшний день существует не менее десяти различных гипотез и их модификаций, предложенных для объяснения происхождения котловины этого озера: ледниковая, точнее, как результат таяния льда, эрозионной деятельности воды, подледникового карста и моренной подпруды [1]; карстовая [2]; суффозионно-карстовая [3]; результат совместной деятельности тектоники, карста и эрозии [4]; коррозионно-эрозионная [5-6]; водопадно-водобойная (эвормионная) [7-9]; кавитационная [10];

эвормионно-кавитационная [11-12]. Мы разделяем последнюю точку зрения на происхождение трех Айских впадин. По Е.И. Гончаровой с соавторами [13] озеро Ая образовалось в прогибе земной коры. Такое заключение позволяет предполагать тектонический генезис ее впадины. Кроме того, нам известны еще две неопубликованные и вовсе уж экзотические гипотезы из области ненаучной фантастики – космическая и вулканическая – о происхождении котловины озера Ая, предложенные людьми далекими от геологии и геоморфологии. По одной из них это метеоритный кратер, по другой – кратер древнего вулкана.

Ниже постараемся рассмотреть достоверность и обоснованность пока лишь одной – карстовой гипотезы происхождения котловины озера Ая. Сегодня эта гипотеза, пожалуй, имеет наибольшее число сторонников. Однако в имеющихся опубликованных работах мы не обнаружили достаточно убедительных обоснований ее правомерности, кроме общих рассуждений.

*Фактический материал
и его обсуждение*

По А.К. Захарову [3] восточная часть котловины озера Ая приурочена к гранодиоритам, западная часть сложена

¹ Статья публикуется в порядке дискуссии.

карбонатными породами с повышенной трещиноватостью, представленными мраморизованными известняками и доломитами с прослоями мраморов. Контакт между ними проходит в меридиональном направлении. В северо-западной и, отчасти, восточной частях озера коренные породы перекрыты песчано-галечниковыми отложениями четвертой надпойменной террасы. Поэтому благоприятная, по его мнению, геологическая обстановка в совокупности с другими факторами (какими именно, он не раскрывает – Г.Р.) способствовала развитию здесь карстовых или суффозионно-карстовых процессов, в результате которых и были образованы не только чаша озера Ая, но и расположенные рядом с ней западины, известные сегодня под названиями Моховое Болото и Пионерская. Этим голословным утверждением и ограничены все его доказательства.

А.М. Маринин [5] пишет, что по контуру Айской интрузии (ныне Рыбалкинский интрузивный массив – Г.Р.) в массивных известняках кембрия находятся карстовые котловины Пионерская, Мочажина (видимо, Моховое Болото – Г.Р.), озера Ая и другие, обрамляющие с трех сторон интрузивное тело. Такое их положение, по его мнению, связано с тем, что на контакте изверженных и осадочных карбонатных пород возникают ослабленные зоны с многочисленными трещинами, разломами и измененными физико-химическими свойствами горных пород. Эти разломы проходят радиально в виде лучей. К ним приурочены наиболее крупные линейно ориентированные карстовые котловины, которые находятся на удалении от 1 до 3 км от контакта с интрузией (т.е. за пределами зоны контактового метаморфизма – Г.Р.). Другие виды котловин (в т.ч. и озера Ая) образуются на пересечении тектонических трещин и вдоль крупных блоковых смещений.

Надо полагать, что эти факторы (трещины, разломы и измененные поро-

ды) и должны были способствовать интенсивному развитию карста. Однако именно измененные физико-химические свойства горных пород, в первую очередь, как раз и будут основным препятствием для развития карста. Кроме того, в статье А.М. Маринина [5] есть таблица 2, в которой генезис котловины озера Ая указан как карстово-эрозионный, т.е. в образовании котловины ведущая роль принадлежала эрозии, но никаких пояснений по этому поводу нет. По мнению Е.Г. Комаровой [2010] Айская котловина была создана в результате выщелачивания известняков и эрозионной деятельности текучих вод. Однако, что это за текучие воды, откуда они взялись, как и когда проявилась их эрозия, тоже не объясняется.

По утверждению Н.Г. Селедцова [1] округлая и воронкообразная форма котловины озера Ая является бесспорным доказательством имевших место карстовых процессов. В то же время, составленный им геоморфологический профиль, помещенный в этой статье, наглядно опровергает это его утверждение. На нем очень хорошо видно, что форма котловины весьма далека от воронкообразной, скорее она чашеобразная.

В книге А.М. Малолетко [8] на рисунке 20 изображены профили, построенные через эту котловину, которые также не имеют ничего общего с карстовой воронкой. Хотя стоит отметить, что на профиле АБ правая часть котловины действительно похожа на воронку, однако здесь она полностью выработана не в известняках, а в интрузивных породах.

В пределах развития карбонатных пород, находится не более одной пятой всей площади котловины озера Ая, приходящейся к тому же на склоны. Остальная часть приурочена к четвертичным отложениям и интрузивным породам (в том числе и все днище), что очень хорошо видно даже на схеме в статье Н.Г. Селедцова и его геоморфологическом профиле [1]. Как на этой схеме, так и на профиле известняки по-

казаны совместно с гранодиоритами, а значит, площадь собственно известняков будет совсем незначительной.

На схеме геологического строения берегов озера, составленной А.М. Малолетко [8, рис. 22], занятая карбонатными породами площадь еще меньше. Уже в 1970 г. он отмечал, что ванна озера выработана на контакте галечниковой толщи и скальных пород, преимущественно гранитоидов. В более поздней работе он пишет уже конкретно, что ванна озера выработана в скальных породах (эффузивы баратальской свиты и гранитоиды) и песчано-галечниковых отложениях высокой террасы, ни слова не говоря об известняках [8].

Утверждение об эффузивах баратальской свиты в данном случае, видимо, просто ошибка, т.к. они отсутствуют на его рисунке 22, а при описании геологического строения окрестностей озера Ая А.М. Малолетко пишет только об известняках этой свиты и ничего не говорит об эффузивах [8]. Хотя отметим, что в отложениях, которые ранее включали в состав баратальской свиты, на данной территории отмечаются редкие прослои базальтов. Сейчас их относят к образованиям каимской и каянчинской свит венд-раннекембрийского возраста [14].

В настоящее время интрузивные породы в пределах озера Ая и его ближайших окрестностей выделяют как габбро и габбродиориты усть-беловского габбро-диорит-гранодиоритового комплекса позднедевонского возраста, приуроченные к периферии Рыбалкинского интрузивного массива (ранее в различных геологических отчетах и публикациях он фигурировал под названием то Айский, то Дубровинский массив), а вмещающие карбонатные породы сейчас выделяют как отложения баратальской серии вендского возраста [14]. К тому же эти карбонатные породы находятся в зоне контакта с габброидами, при внедрении которых здесь обязательно должно было произойти изменение вмещающих пород

(контактовый метаморфизм).

Ширина зоны контактово-измененных пород по периферии Рыбалкинского массива в основном составляет первые сотни метров, лишь иногда достигая 1-3 км. В этой зоне находится и котловина озера Ая. При этом по терригенным породам развиты кварц-биотитовые роговики, а в известняках отмечается мраморизация и скарнирование [14]. Ранее также отмечали, что в контактовой зоне южной части этого интрузивного массива (район озера – Г.Р.) карбонатные породы мраморизованы и скарнированы [15]. В своей книге А.М. Малолетко [8] тоже обращает внимание, что в районе озера на контакте гранитоидов и известняков местами наблюдается скарнирование, а на его западном берегу отмечен волластонитовый скарн, и здесь же известняки прорваны многочисленными дайками интрузивных пород. В результате таких контактовых изменений карбонатные породы должны были потерять практически все свои карстующиеся свойства.

В одной из своих статей А.М. Маринин [2] отмечает, что структура карбонатных отложений на контакте с изверженными породами специально не изучалась, но по данным визуальных наблюдений она мелкозернистая, что не благоприятно для карстования. Кроме того, он пишет, что степень закарстованности мраморов значительно ниже, чем известняков. И тем не менее, противореча самому себе, А.М. Маринин считает, что образование котловин озера Ая, Моховое Болото и Пионерская связано с деятельностью карстовых процессов.

Благоприятная обстановка для развития карста вокруг интрузии может быть лишь на некотором удалении от нее за пределами зоны контактового метаморфизма. Кроме того, почему-то никто из сторонников карстовой гипотезы нигде не дает ответов на вопросы о том, когда произошло образование котловины озера Ая, и сколько времени могло на это потребоваться? При попытке от-

ветить на эти вопросы становится ясно, что котловина таких размеров на той поверхности, где она находится, образоваться карстовым путем к настоящему времени не могла.

По данным А.М. Маринина [16] скорость карстовой денудации в горах Алтая составляет от 33 до 98 мм за тысячу лет. По данным А.М. Малолетко [8], размеры котловины озера Ая составляют 400×390 м, максимальная глубина озера – 21,7 м. Причем плоское дно покрыто толщей черных илов мощностью 2,7 м, под которыми залегают белые озерные мергели мощностью свыше 2,5 м [8, 17]. Следовательно, глубина самой котловины может быть не менее 27 м. В таком случае на ее образование потребовалось бы от 818 тыс. лет до 275 тыс. лет. Значит, к середине позднего эоплейстоцена (818 тыс. лет назад), но не позднее середины среднего неоплейстоцена (275 тыс. лет назад) у левого борта долины Катуня должна была уже сформироваться поверхность, на которой впоследствии образовались эти три котловины.

В настоящее время существуют довольно многочисленные точки зрения о времени образования этих котловин. Однако все они говорят об их значительно более молодом возрасте, преимущественно позднеоплейстоценовом. По А.К. Захарову [3] Айские впадины расположены на поверхности четвертой надпойменной террасы Катуня, которую он считал среднеоплейстоценовой. Однако в настоящее время даже по официальным документам (действующие ныне стратиграфические схемы и серийные легенды к Государственным геологическим картам масштабов 1:200000 и 1:1000000) формирование этой террасы завершилось либо на рубеже среднего и позднего неоплейстоцена (127 тыс. лет назад), либо в начале второй половины позднего неоплейстоцена (57 тыс. лет назад), т.е. в любом случае намного позже.

По Г.Я. Барышникову [18] коренные

палеозойские породы, в которых частично выработана котловина озера Ая, являются цоколем четвертой надпойменной террасы, перекрытым аллювиальными отложениями, возраст которых, по данным радиоуглеродного датирования, определяется концом позднего неоплейстоцена (немногим менее 14 тыс. лет назад). Значит, и эта котловина формировалась уже после того, как цоколь был перекрыт аллювием.

По П.А. Окишеву [19] вопрос, как образовалась ванна озера Ая, до сих пор не решен, но в любом случае она возникла после формирования отложений террасы. По его мнению, эта терраса является камовой, сложенной флювиогляциальными образованиями, сформировавшимися на этапе деградации среднеоплейстоценового оледенения. Следовательно, даже в этом случае возраст отложений террасы будет, вероятно, не более 150 тыс. лет, т.к. обосновывая время формирования этих террас, он ссылается на термолюминесцентную датировку в $148 \pm 16,7$ тыс. лет, полученную в долине Катуня ниже устья Чуи.

По мнению большинства исследователей, котловина озера Ая образовалась очень быстро в конце позднего неоплейстоцена [7-12]. По данным А.М. Малолетко [17] произошло это всего лишь за 1100 лет и к тому же совсем недавно, в самом конце позднего неоплейстоцена 15-13 тыс. лет назад, т.к. позднее 13 тыс. лет назад в ней уже накопилась толща озерного мергеля мощностью свыше 2,5 м. Исходя из данных А.М. Маринина о скорости карстовой денудации, за 1100 лет даже в самых благоприятных условиях на месте котловины (в пределах развития карбонатных пород при условии, что они не были изменены контактовым метаморфизмом) могло образоваться карстовое понижение глубиной чуть более 10 см.

Заключение

Таким образом, карстовый, суффозионно-карстовый или карстово-эрози-

онный механизм образования котловины озера Ая представляется совершенно неубедительным и необоснованным. В отличие от сторонников карстовой гипотезы, мы считаем, что геологическая обстановка здесь, напротив, весьма неблагоприятна для развития карста. А потому котловина озера Ая по своему происхождению не является карстовой. Участие карста в ее формировании не доказано, а если оно и имело место, то

было настолько незначительным, что об этом и говорить не стоит.

Наличие в районе озера Ая тектонически ослабленной зоны сильной трещиноватости и дробления коренных пород явилось одним из наиболее благоприятных факторов эвразийно-кавитационного механизма образования Айских впадин при прохождении по долине Катуня в позднем неоплейстоцене гигантских гляциальных паводков.

Список литературы

1. Селедцов Н.Г. Айское, Манжерокское и Теньгинское озера Горного Алтая // Изв. Алтайского отдела Географического Общества СССР. – 1963. – Вып. 2. – С. 54-73.
2. Маринин А.М. Роль магматизма в карстообразовании в бассейне р. Катуня и сопредельных районах // Географические проблемы бассейна Катуня в связи с энергетическим освоением: тез. докл. науч.-практ. конф. – Барнаул, 1986. – С. 45-48.
3. Захаров А.К. Айское озеро, его происхождение и возможные источники питания // Вопр. геоморфологии Алтайского края. – Л., 1976. – С. 34-37.
4. Маринин А.М. Карстовые озера Алтая // День Земли: экология и образование: матер. III международ. межвуз. конф. – Бийск: НИЦ БиГПИ, 1998. – С. 241-243.
5. Маринин А.М. Пространственное развитие, генетический и морфолого-метрический анализ карстовых котловин Алтае-Саянской складчатой области // География и природопользование Сибири. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2003. – Вып. 6. – С. 118-129.
6. Комарова Е.Г. Рекреационные ресурсы Республики Алтай / Природно-ресурсный и экологический потенциал Сибири: матер. Всеросс. науч.-практ. конф. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2010. – С. 93-97.
7. Малолетко А.М., Сеньков Б.А., Чеха В.П. Происхождение Айского озера (Алтай) // Природа и природные ресурсы Алтая и Кузбасса: матер. науч. конф. Ч. I. – Бийск, 1970. – С. 43-47.
8. Малолетко А.М. Озеро Ая и его окрестности (физико-географический очерк). – Томск: Томский ун-т, 2003. – 104 с.
9. Рудой А.Н. Геоморфологический эффект и гидравлика позднплейстоценовых йокульлаупов ледниково-подпрудных озер Алтая // Геоморфология. – 1995. – № 4. – С. 61-76.
10. Бутвиловский В.В. Палеогеография последнего оледенения и голоцена Алтая: событийно-катастрофическая модель. – Томск: Изд-во ТГУ, 1993. – 252 с.
11. Гросвальд М.Г., Рудой А.Н. Четвертичные ледниково-подпрудные озера в горах Сибири // Изв. АН. Серия географическая. – 1996. – № 6. – С. 112-126.
12. Рудой А.Н. Гигантская рябь течения (история исследований, диагностика, палеогеографическое значение). – Томск: Изд-во ТГПУ, 2005. – 224 с.
13. Гончарова Е.И., Тронова Т.М., Коханенко А.А. Санитарная оценка современного состояния озера Ая Алтайского края // Курортология и физиотерапия Сибири в концепции развития здравоохранения и медицинской науки Российской Федерации: матер. науч. конф. – Томск, 2002.
14. Федак С.И., Туркин Ю.А., Гусев А.И., Шокальский С.П., Русанов Г.Г., Борисов Б.А., Беляев Г.М., Леонтьева Е.М. Государственная геологическая карта Российской Федерации. М-6 1:1000000 (3-е поколение). Серия Алтае-Саянская. Лист М-45. – СПб: Картфабрика ВСЕГЕИ, 2011. – 567 с.
15. Козырев О.И. Краткая характеристика Дубровинского гранитоидного массива и

его экзоконтактовых частей // Новое в геологии и геофизике Алтая: тез. докл. науч.-тех. конф. – Новосибирск, 1972. – С. 13-15.

16. Маринин А.М. Карст и вопросы палеогеографии на Алтае // Геологическое строение и полезные ископаемые Алтайского края: тез. докл. конф. – Бийск, 1985. – С. 111-113.

17. Малолетко А.М. О происхождении Майминского вала (Алтай) // Вопр. географии Сибири. – Томск: Изд-во ТГУ, 1980, вып. 13. – С. 92-98.

18. Барышников Г.Я. Развитие рельефа переходных зон горных стран в кайнозое (на примере Горного Алтая). – Томск: Изд-во ТГУ, 1992. – 182 с.

19. Окишев П.А. Рельеф и оледенение Русского Алтая. – Томск: Изд-во ТГУ, 2011. – 382 с.

References

1. Seledtsov N.G. Ayskoye, Manzherokskoye i Tenginskoye ozera Gornogo Altaya // *Izv. Altayskogo otdela Geograficheskogo Obshchestva SSSR.* – 1963. – Vyp. 2. – S. 54-73.

2. Marinin A.M. Rol magmatizma v karstoobrazovanii v bassejne r. Katuni i sopedelnykh rayonakh // *Geograficheskiye problemy basseyna Katuni v svyazi s energeticheskim osvoyeniyem: tez. dokl. nauch.-prakt. konf.* – Barnaul, 1986. – S. 45-48.

3. Zakharov A.K. Ayskoye ozero, ego proiskhozhdeniye i vozmozhnye istochniki pitaniya // *Voпр. geomorfologii Altayskogo kraяa.* – L., 1976. – S. 34-37.

4. Marinin A.M. Karstovye ozera Altaya // *Den Zemli: ekologiya i obrazovaniye: mater. III mezhdunarod. mezhvuz. konf.* – Bysk: NITs BiGPI, 1998. – S. 241-243.

5. Marinin A.M. Prostranstvennoye razvitiye, genetichesky i morfologo-metrichesky analiz karstovykh kotlovin Altaye-Sayanskoy skladchatoy oblasti // *Geografiya i prirodopolzovaniye Sibiri.* – Barnaul: Izd-vo Alt. un-ta, 2003. – Vyp. 6. – S. 118-129.

6. Komarova Ye.G. Rekreatsionnye resursy Respubliki Altay / *Prirodno-resursny i ekologichesky potentsial Sibiri: mater. Vseross. nauch.-prakt. konf.* – Barnaul: Izd-vo Alt. un-ta, 2010. – S. 93-97.

7. Maloletko A.M., Senkov B.A., Chekha V.P. Proiskhozhdeniye Ayskogo ozera (Altay) // *Priroda i prirodnye resursy Altaya i Kuzbassa: mater. nauch. konf. Ch. I.* – Bysk, 1970. – S. 43-47.

8. Maloletko A.M. Ozero Aya i ego okrestnosti (fiziko-geografichesky ocherk). – Tomsk: Tomsky un-t, 2003. – 104 s.

9. Rudoy A.N. Geomorfologichesky effekt i gidravlika pozdnepleystotsenovykh yokullaupov lednikovo-podprudnykh ozer Altaya // *Geomorfologiya.* – 1995. – № 4. – S. 61-76.

10. Butvilovsky V.V. Paleogeografiya poslednego oledeneniya i golotsena Altaya: sobytyno-katastroficheskaya model. – Tomsk: Izd-vo TGU, 1993. – 252 s.

11. Grosvald M.G., Rudoy A.N. Chetvertichnye lednikovo-podprudnye ozera v gorakh Sibiri // *Izv. AN. Seriya geograficheskaya.* – 1996. – № 6. – S. 112-126.

12. Rudoy A.N. Gigantskaya ryab techeniya (istoriya issledovany, diagnostika, paleogeograficheskoye znacheniyе). – Tomsk: Izd-vo TGPU, 2005. – 224 s.

13. Goncharova Ye.I., Tronova T.M., Kokhanenko A.A. Sanitarnaya otsenka sovremennogo sostoyaniya ozera Aya Altayskogo kraяa // *Kurortologiya i fizioterapiya Sibiri v kontseptsii razvitiya zdравookhraneniya i meditsinskoy nauki Rossyskoy Federatsii: mater. nauch. konf.* – Tomsk, 2002.

14. Fedak S.I., Turkin Yu.A., Gusev A.I., Shokalsky S.P., Rusanov G.G., Borisov B.A., Belyaev G.M., Leontyeva Ye.M. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossyskoy Federatsii. M-b 1:1000000 (3-e pokoleniye). Seriya Altaye-Sayanskaya. List M-45. – SPb: Kartfabrika VSEGEI, 2011. – 567 s.

15. Kozyrev O.I. Kratkaya kharakteristika Dubrovinskogo granitoidnogo massiva i ego ekzokontaktovykh chastey // *Novoye v geologii i geofizike Altaya: тез. dokl. nauch.-tekh. konf.* – Novosibirsk, 1972. – S. 13-15.

16. Marinin A.M. Karst i voprosy paleogeografii na Altaye // Geologicheskoye stroeniye i poleznye iskopayemye Altayskogo kraya: tez. dokl. konf. – Bysk, 1985. – S. 111-113.

17. Maloletko A.M. O proiskhozhdenii Mayminskogo vala (Altay) // Vopr. geografii Sibiri. – Tomsk: Izd-vo TGU, 1980, vyp. 13. – S. 92-98.

18. Baryshnikov G.Ya. Razvitiye relyefa perekhodnykh zon gornyx stran v kaynozoye (na primere Gornogo Altaya). – Tomsk: Izd-vo TGU, 1992. – 182 s.

19. Okishev P.A. Relyef i oledeneniye Russkogo Altaya. – Tomsk: Izd-vo TGU, 2011. – 382 s.

ABOUT NECESSITY KARST HYPOTHESIS OF ORIGIN SINK LAKE AJA

G.G. Rusanov

Gorno-Altaiian expedition, Maloeniseyskoe, E-mail: ruscennadij@mail.ru

Sink of lake Aja on the one from popular hypothesis has karst origin. More of part of it situated in limit of gabbro intrusion and only insignificant, predominantly falls, dated to carbonate rocks, changing of by contact metamorphism. The geological situation in area of lake is do not favourable for development of karst. The karst genesis of sink so dimensions suppose long time from 275 to more 800 thousands years, but it form very quickly in end of Late Neopleistocene.

Key words: sink, karst, limestone, contact metamorphism, intrusion.

Received March 3, 2017