

Г.Г. Русанов, С.В. Важов

**НЕРЕШЁННЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ОЗЁР МАНЖЕРОКСКОЕ И АЯ**



Монография

Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Алтайский государственный гуманитарно-педагогический университет
имени В.М. Шукшина»

Г.Г. Русанов, С.В. Вазюв

НЕРЕШЁННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОЗЁР МАНЖЕРОКСКОЕ И АЯ

Монография



Бийск ФГБОУ ВО
«АГГПУ им. В.М. Шукшина»
2017

УДК 551.4+551.87(571.15)+911

ББК 26.89(2Р5)

Р 88

*Печатается по решению
редакционно-издательского совета
АГГПУ им. В.М. Шукшина*

Научный редактор:

А.И. Гусев – профессор кафедры естественнонаучных дисциплин, безопасности жизнедеятельности и туризма Алтайского государственного гуманитарно–педагогического университета им. В.М. Шукшина, доктор геолого–минералогических наук (г. Бийск).

Рецензенты:

А.Н. Дунец – проректор по международной деятельности Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова, доктор географических наук (г. Барнаул).

М.И. Яськов – зав. кафедрой геоэкологии и природопользования Горно–Алтайского государственного университета, доктор сельскохозяйственных наук (г. Горно–Алтайск).

Р 88 Русанов, Г.Г.

Нерешённые проблемы озёр Манжерокское и Ая [Текст]: монография / Г.Г. Русанов, С.В. Важов. – Бийск: АГГПУ им. В.М. Шукшина, 2017. – 168 с. – 300 экз.

ISBN 978-5-85127-905-8

Малые озёра Манжерокское и Ая – уникальные природные объекты Горного Алтая. В книге впервые подробно рассматриваются различные гипотезы образования этих озёр; донные отложения, скорость, время, условия их накопления и палеогеографическая реконструкция ландшафтно–климатических условий; время появления в озёрах реликтового растения – водяного ореха; современное состояние и регрессия озёр.

Для специалистов в области четвертичной геологии, геоморфологии, палеогеографии, рекреации, экологии, студентов геологических и географических специальностей вузов и просто любознательных читателей.

Рис. 16, библиографический список – 178 назв.

© АГГПУ им. В.М. Шукшина, 2017.

© Русанов Г.Г., 2017.

© Важов С.В., 2017.

ВВЕДЕНИЕ

В северной предгорно–низкогорной части Горного Алтая, в долине нижней Катунь у её бортов, на поверхности высоких террас находятся два небольших озера – Манжерокское и Ая. Их природное своеобразие, необычность местоположения, лёгкая транспортная доступность, интенсивно развивающаяся рекреационная инфраструктура издавна сделали их излюбленным и популярным местом отдыха не только жителей Республики Алтай, Алтайского края и близлежащих регионов (Омской, Новосибирской, Томской, Кемеровской областей), но и европейской части России. Многих из отдыхающих интересует всё, что связано с уникальными водоёмами и окрестностями, и не в последнюю очередь, их происхождение, время образования и история развития.

В аннотации к «Красной книге Алтайского края. Особо охраняемые природные территории» [2009] написано, что она является официальным документом, подготовленным в целях обеспечения государственных органов управления, научных, общественных организаций и населения объективной систематизированной информацией об особо охраняемых природных территориях региона. В этой книге в статье о природном парке Ая самому озеру посвящена лишь одна фраза, характеризующая его основные морфометрические показатели. Однако из этой статьи совершенно непонятно, в чём же заключается своеобразие и уникальность озера Ая?

В значительной степени удовлетворить этот интерес относительно озера Ая может замечательная книга А.М. Малолетко «Озеро Ая и его окрестности (физико–географический очерк)», написанная по материалам комплексных географических исследований начала семидесятых годов прошлого века и изданная в 2003 году. В 2004 году, эта книга, дополненная материалами новейших исследований сотрудников Института водных и экологических проблем (ИВЭП) СО РАН

и Алтайского государственного университета, была переиздана в значительно большем объёме. В ней, в несколько сжатом виде, но достаточно полно, освещены все физико-географические особенности не только водоёма, но и его окрестностей, в книге можно найти ответы почти на все интересные вопросы.

Однако автор, по нашему мнению, недостаточно внимания уделил проблеме образования котловины озера Ая, которую часть исследователей до сих пор считает нерешённой. Он довольно подробно рассматривает лишь свою версию её формирования и очень кратко упоминает только две другие гипотезы, никак их не комментируя. А потому, сразу возникает вопрос, если А.М. Малолетко приводит свою гипотезу, значит гипотезы других авторов не верны, почему? Сегодня известно не менее десяти различных гипотез и их модификаций, предложенных для объяснения происхождения впадины этого озера.

Кроме того, мы считаем, что получив, до сих пор единственные и уникальные результаты изучения донных отложений этого озера, автор не уделил должного внимания их интерпретации для палеогеографического анализа. Это позволило бы с высокой степенью достоверности реконструировать ландшафтно-климатические условия данного района Алтая на ранних этапах существования озера в конце позднего неоплейстоцена.

К тому же, нам представляется недостаточно аргументированной причина исчезновения некоторых водных растений в этом озере, объясняемая лишь антропогенным, в том числе и рекреационным воздействием.

В отличие от озера Ая, до настоящего времени нет ни одной опубликованной работы, посвящённой комплексному всестороннему описанию Манжерокского озера и его окрестностей. В немногочисленных публикациях, которые нам удалось разыскать, в той или иной мере посвящённых этому озе-

ру, или хотя бы упоминающих о нём, и на различных интернет-сайтах содержится весьма скудная, разрозненная, зачастую противоречивая и необоснованная информация. Причём, в большинстве случаев, приводимые сведения носят декларативный характер без каких-либо фактических обоснований и ссылок.

Тем не менее, по мнению А.А. и А.М. Марининых [2005], «озеро представляет своеобразный эталон в решении палеогеографических вопросов – геолого-геоморфологической реконструкции долины р. Катунь, следов древнего оледенения, вековых изменений климата, эндемизма флоры и фауны» (с. 216).

Однако до настоящего времени ни один из этих палеогеографических вопросов на Манжерокском «эталоне» так и не был решён однозначно, а судя по имеющимся немногочисленным публикациям, серьёзных попыток их решения пока ещё и не предпринималось.

Даже общепринятой точки зрения на происхождение и возраст этого озера и его котловины, а также на причину перестройки долины Катунь на этом участке до сих пор нет, и сегодня существует не менее шести различных гипотез.

Следы древнего оледенения также не могут быть изучены в районе этого озера. Результаты многочисленных исследований разных авторов за последние почти 60 лет убедительно свидетельствуют об отсутствии каких-либо следов древних оледенений не только в районе Манжерокского озера, но и ниже и выше по долине Катунь. Очевидно, древние ледники никогда сюда не спускались.

О вековых изменениях климата достоверно можно судить лишь на основании очень детального и всестороннего комплексного изучения всеми доступными современными методами донных отложений, накопившихся в озере за время его существования. Такого исследования, насколько нам известно, тоже пока не проводилось.

Считается, что водяной орех, занесённый в Красную книгу Республики Алтай, растёт в озере с дочетвертичного времени, пережив в нём суровые условия древнего оледенения. Это тоже далеко не так.

Рассмотрению, главным образом, этих четырёх общих для озёр Манжерокское и Ая, нерешённых по нашему мнению проблем, степени достоверности и обоснованности имеющихся гипотез посвящена предлагаемая вниманию читателей данная работа.

В её основу положены авторские полевые геолого-геоморфологические маршрутные исследования, проводившиеся в 1994, 1995, 1997, 2003 и 2004 годах при площадном геохимическом, геоморфологическом и геологическом доизучении территории и составлении Государственных геологических карт и Карт четвертичных образований нового поколения в масштабах 1:200000 и 1:1000000, а также ГИС-атласов карт геологического содержания масштаба 1:500000 Республики Алтай и Алтайского края [Кривчиков и др., 2001; Федак и др., 2004, 2011], отдельные полевые наблюдения 2014 года, а также всесторонний анализ доступной опубликованной литературы и геологических отчётов.

Авторы выражают искреннюю благодарность главному геологу АО «Горно–Алтайская экспедиция» С.И. Федаку, ведущим геологам этой экспедиции к. г.-м. н. В.И. Крупчатникову и к. г.-м. н. О.М. Поповой за ценные консультации, полученные при работе над книгой.

Часть I

МАНЖЕРОКСКОЕ ОЗЕРО

Манжерокское озеро (рис. 1) – единственный природный водоём на территории Майминского района Республики Алтай [Природные комплексы..., 2006]. Оно находится в долине реки Катунь у подножия её правого склона в 1,5 км к юго-востоку от села Манжерок. Его уровень находится на абсолютной высоте 373 м и на высоте 77 м над урезом Катуни.

В публикациях исследователей, в разные годы занимавшихся изучением этого озера, основные его морфометрические характеристики (длина, ширина, глубина, площадь водного зеркала, объём воды), а также высотное положение над уровнем моря очень часто довольно существенно различаются. Даже его удалённость и направление от села Манжерок указывается в очень широких пределах: в 2 км юго-западнее [Селедцов, 1963], то есть на левом берегу Катуни; в 1,5 км восточнее [Цимбалей, 2008, 2009, 2014]; в 2 км юго-восточнее [Природные комплексы..., 2006]; и даже в 5 км юго-восточнее [Маринин А.А., Маринин А.М., 2005]. В последнем случае озеро должно находиться на вершине горы Малая Синюха.

Есть опубликованные данные, что впадина озера лежит на отметке 423 м над уровнем моря и 88 м над урезом Катуни [Селедцов, 1963; Ильин, 1982; Красная книга..., 2000; Природные комплексы..., 2006; Васина, 2015], или на 77–80 м над уровнем воды в Катуни [Цимбалей, 2008, 2009]. В геологическом отчёте Г.В. Гурского и др. [1973] на поперечных профилях долины Катуни хорошо видно, что озеро находится на абсолютной высоте не менее 372 м. В статье В.П. Галахова [2008] также указана высотная отметка озера в 373 м. И даже на топографической карте масштаба 1:200000 оно находится значительно ниже горизонтали 400 м.



*Рис. 1. Манжерокское озеро. Вверху: общий вид озера, на противоположном берегу вал, отделяющий озеро от Катуня, с частично вырубленным лесом. Фото В.С. Сугрина.
Внизу: вид на гору Малая Синюха. Фото Л.Г. Русановой*

Озеро относится к слабопроточным водоёмам, имеет эллипсовидную форму и ориентировано в северо–восточном направлении [Ильин, 1982]. По Г.В. Гурскому и др. [1973] длина озера 1000 м, ширина 400 м. Во всех имеющихся публикациях его длина несколько больше – 1112 м, и только вес-

ной длина озера временно достигает 1500–1700 м [Красная книга..., 2000; Цимбалей, 2008, 2009, 2014]. А вот ширина его изменяется в очень широких пределах: от нескольких десятков до 240 м [Красная книга..., 2000], от 180 до 240 м [Маринин А.А., Маринин А.М., 2005], до 400 м [Ильин, 1982; Васина, 2015] и даже до 430 м [Цимбалей, 2008, 2009, 2014]. На топографической карте масштаба 1:50000 длина озера составляет 1075 м, а максимальная ширина 420 м.

Однако при одинаковой длине, но очень различной ширине площадь озера почему-то во всех публикациях практически одинакова – 376000 м² [Красная книга..., 2000; Цимбалей, 2008, 2014; Васина, 2015], или 376250 м² [Селедцов, 1963; Природные комплексы..., 2006]. Есть также данные, что площадь водного зеркала этого озера несколько больше – 380000 м² [Галахов, 2008, табл. 6, 7, 8].

По оценке Н.Г. Селедцова [1963] объём воды в озере составлял 810312 м³. Эта же цифра приведена в монографии «Природные комплексы...» [2006] и в статьях Ю.М. Цимбалей [2008, 2009]. Позднее Ю.М. Цимбалей [2014] писал, что устойчивый объём воды в озере – около 810000 м³, то есть на 312 м³ меньше. Но есть и третья цифра – всего лишь 8000 м³ [Красная книга..., 2000], очевидно это опечатка.

Максимальная глубина Манжерокского озера – до 3 м (в межень – март 2007 года – она составила 2,2 м) [Красная книга..., 2000; Цимбалей, 2008, 2009, 2014]. По другим данным, на большей части площади глубина его не превышает 2,5 м, максимальная глубина – 3 м [Васина, 2015]. В настоящее время береговая линия озера отступила от прежнего уровня на 10–15 м, а местами – на 100–120 м [Красная книга..., 2000; Журавлёва, 2009; Цимбалей, 2014]. В таком случае современный объём воды в озере и площадь его водного зеркала должны быть существенно меньше приведённых выше значений.

В начале шестидесятых годов прошлого века температура

поверхностного слоя воды в нём составляла $+17...+18^{\circ}\text{C}$, а максимальная – $+22...+24^{\circ}\text{C}$ [Селедцов, 1963]. Сейчас в летнее время вода в поверхностном слое прогревается до $+20...+22^{\circ}\text{C}$, иногда до $+24^{\circ}\text{C}$, а в придонных слоях её температура, вследствие родникового питания, не превышает $+10...+13^{\circ}\text{C}$ [Цимбалей, 2008, 2009, 2014]. Есть также данные о том, что летом вода в озере прогревается до $+26...+28^{\circ}\text{C}$ [Природные комплексы..., 2006].

Вода в озере – пресная, зеленовато-жёлтого цвета со специфическим болотным запахом и неприятным вкусом [Ильин, 1982], очень мягкая (жесткость $0,95-1,15$ мг–экв/л), а по величине рН (7,4) реакция водной среды была близка к нейтральной, прозрачность воды невелика – $1,0-1,5$ м [Красная книга..., 2000] или $0,6-1,8$ м [Васина, 2015].

Все исследователи отмечают, что озеро имеет низкие и заболоченные берега. Однако сведения об их геологическом строении самые противоречивые. В статье Н.Г. Селедцова [1963] упоминается об аллювии и известняках на крутом юго–восточном склоне озера, а его западный и северо–западный берега сложены ледниковыми отложениями, представленными глиной, песком, щебнем и валунами. По В.В. Ильину [1982], весь западный берег сложен суглинками и песками. В одних работах написано, что сложены берега аллювиальными и кристаллическими (сланцы, алевролиты) породами [Красная книга..., 2009], в других – аллювиальными и пролювиальными песчано–глинистыми отложениями [Цимбалей, 2009, 2014].

Ниже, с привлечением всего доступного материала, мы постараемся подробно рассмотреть вопросы, затронутые во введении, степень их достоверности и обоснованности.

Гипотезы происхождения озёрной котловины

В существующих гипотезах и их модификациях, предложенных для объяснения механизма образования котловины Манжерокского озера и перестройки долины Катуня на этом участке, называются разные причины. Среди них можно выделить четыре основных: 1 – древнее (среднелепистоценовое) оледенение; 2 – неотектоника; 3 – оползень; 4 – неоднократные катастрофические сбросы в позднем неоплейстоцене огромных масс воды по долинам рек Чуя и Катунь из крупных ледниково–подпрудных озёр, занимавших Уймонскую, Курайскую и Чуйскую межгорные котловины.

Древнее оледенение

Согласно гипотезе, предложенной Селедцовым [1963], образование Манжерокского озера связано с эволюцией долины Катуня на этом участке, в которой основную роль сыграло древнее оледенение. Он пишет, что до эпохи рисского (среднелепистоценового – *G.P.*) оледенения река у Манжерока делала крутой поворот вправо, образуя излучину, и в то время её долина проходила правее гранитного останца, который он считает ригелем, у правого коренного борта. Во время рисского оледенения ледник по долине Катуня спускался до устья реки Майма, где отложил конечную морену (Майминский вал). В древней долине у села Манжерок этот ледник отложил боковую морену вдоль правого склона в виде вытянутого в длину вала, в результате чего и образовалась морено–запрудная котловина (рис. 2). Хотя никаких доказательств и обоснований в пользу того, что это действительно боковая морена древнего ледника, данный автор не приводит.

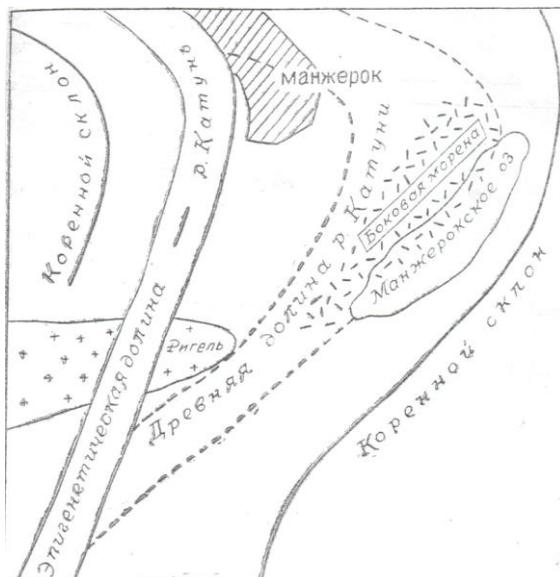


Рис. 2. Схема перестройки участка долины Катунь в районе Манжерокского озера (по Н.Г. Селедцову, 1963)

В дальнейшем Катунь сместилась влево, пропилив новый путь поперёк гранитного отрога левого коренного борта, выпрямив своё русло и образовав эпигенетическую долину (рис. 2). Главная роль в этой перестройке принадлежит пятащейся эрозии ручья, который стекал с северного склона хребта и впадал в северный поворот излучины Катунь. Постепенно врезаясь вершиной в водораздел, он достиг уровня Катунь, которая и устремила по нему свои воды. Он считает, что этому могло способствовать, как повышение уровня воды в Катунь вследствие заполнения древней долины мощными отложениями боковой морены ледника, так и неотектонические движения.

Таким образом, по мнению Н.Г. Селедцова, причиной образования Манжерокского озера, смещения Катунь и образо-

вания эпигенетического участка долины явилась боковая морена, оставленная в древней долине ледником при его отступлении. Он также пишет, что раз озеро находится на поверхности морены, то в прошлом оно было значительно глубже. Кроме того, он считает, что в образовании озера участвовала усиленная эрозионная деятельность льда, скопившегося между боковой мореной и очень крутым юго–восточным склоном озера (рис. 2).

По нашему мнению, все эти построения Н.Г. Селедцова, не подтверждённые к тому же фактическим материалом, весьма нелогичны и противоречивы, и крайне неудачно отражены на его рисунке.

Во–первых, судя по этому рисунку, древняя долина Катунни у Манжерока никакой излучины и поворота вправо не делала. Она проходила, не меняя своего направления, мимо гранитного массива и лишь у северного окончания озера делала крутой коленообразный поворот, но не вправо, а влево.

Во–вторых, по тексту следует, что древняя долина проходила у правого коренного склона, а на рисунке она проходит намного западнее на значительном удалении (не менее 500 м) от этого склона.

В–третьих, Н.Г. Селедцов пишет, что с крутого юго–восточного склона в озеро тальми и поверхностными водами сносится аллювий. Однако, если озеро находится на поверхности морены, значит оно со всех сторон и окружено этой мореной. В таком случае, как в него может сноситься аллювий? Что это за аллювий, как, когда и откуда он появился на этом крутом склоне?

В–четвёртых, боковая морена как раз и фиксирует крайнее боковое положение ледника в долине. Поэтому, в данном случае, между боковой мореной и юго–восточным коренным склоном долины не могло быть никакого скопления льда. В противном случае боковая морена должна была отложиться на этом склоне, то есть к юго–востоку от озера, а не к северо–

западу, как показано на рисунке Н.Г. Селедцова (рис. 2). Следовательно, если это морена, то она боковой не является. Если же признать её таковой, то получается, что Катунский ледник был настолько маломощным и слабым, что даже не мог полностью занимать древнюю долину, оставив посередине одну из боковых морен. В таком случае он и оканчиваться должен был где-то поблизости, в районе северной оконечности озера, но никак не у Маймы.

В-пятых, мощность древнего ледника должна была быть очень значительной, намного выше гранитного массива, иначе он просто не смог бы дойти до устья реки Майма. В таком случае ледник должен был не только огибать, но и переваливать напрямую через этот массив (ригель, по Селедцову). Однако насыщенный обломочным материалом Катунский ледник (иначе, откуда бы взялась боковая морена), если он действительно был, двигался по долине на протяжении многих тысячелетий (продолжительность рисского оледенения не менее 200 тыс. лет). При этом он должен был действовать как рашпиль, и тем не менее, не смог перевалить и прорезать массив, а потому вынужден был его огибать. Следовательно, мощность его была весьма незначительной, а массив не может являться ригелем.

В-шестых, такая мощная многоводная река, как Катунь, особенно в период деградации оледенения, не смогла размыть рыхлую и сыпучую «морену». Зато за геологически очень короткое время (менее 150 тыс. лет) не только изменила своё русло, сместившись на значительное расстояние к западу, но и прорезала монолитный гранитный массив на глубину в десятки метров (до 100 м).

Очевидно, для того, чтобы как-то объяснить все эти противоречия, Н.Г. Селедцов и придумал гипотетический ручей, который смог сделать то, чего не смог сделать ледник: прорезать гранитный массив, а Катунь лишь приспособилась к уже готовой долине, расширив и углубив её. Какие-либо следы

этого ручья в современном рельефе не обнаружены. В северный поворот древней излучины долины Катуня, например, до сих пор впадает речка Манжерок, тем не менее, какого-то существенного эрозионного вреза её долины в водораздел с речкой Соузга так и не произошло.

Сегодня точку зрения Н.Г. Селедцова на ледниковое происхождение Манжерокского озера разделяет, пожалуй, только одна А.В. Васина [2015].

До сих пор единственными сторонниками этого оледенения, когда ледник по долине Катуня выходил на Предалтайскую равнину, остаются Б.А. Борисов и П.А. Окишев.

По мнению Б.А. Борисова [1984], во время максимального среднелепистоценового оледенения, названного им ештыккольским, ледник по долине Катуня, выходя на Предалтайскую равнину, оканчивался в 35–55 км к юго-востоку от Бийска между сёлами Урожайное и Шульгин Лог на абсолютных высотах 210–240 м, где оставил валунно-галечную морену. И даже устье долины реки Иша, находящееся в 23 км ниже Маймы, было подпружено боковой мореной этого ледника. Следовательно, и Майминский вал тоже является боковой мореной. При этом никаких описаний данных морен автор не приводит. Кроме того, он считает, что флювиогляциальные валунные пески, связанные с этим оледенением, наблюдаются в нижней части разреза бийской террасы высотой 60 м, где с размывом залегают на озёрно-аллювиальных отложениях монастырской свиты [Борисов, 1984]. Ниже мы ещё остановимся на возрасте песков бийской террасы. Эти его представления отражены и на новейшей Карте четвертичных образований России масштаба 1:5000000 [2001], одним из авторов которой является Б.А. Борисов.

К максимальному среднелепистоценовому оледенению Б.А. Борисов до сих пор относит и грядовый рельеф на поверхности второй надпойменной террасы Катуня у села Платово, который продолжает считать ребристой фацией ос-

новой морены [Борисов, Минина, 2009]. Однако возраст этих гряд по изотопу ^{10}Be определён в 12700 ± 200 лет и 17900 ± 1799 лет [Herget, 2005], и даже их термoluminesцентный возраст не превышает 36 ± 4 тыс. лет [Carling, 1996]. Радиоуглеродный возраст самой террасы, на которой находятся эти гряды, определён в 12510 ± 160 лет (СОАН–4484) [Herget, 2005].

Таким образом, возраст гряд и террасы, определённый тремя различными физическими методами, однозначно указывает на конец позднего неоплейстоцена. А это более чем на 200 тыс. лет моложе времени окончания максимального средненеоплейстоценового (ештыккольского) оледенения [Четвертичная система, 2008], так что ни о каком среднем неоплейстоцене и речи быть не может.

Даже П.А. Окишев [2011], убеждённый сторонник этого оледенения вынужден был признать, что платовские гряды не являются мореной, а созданы мощным водным потоком в позднем неоплейстоцене несколько ранее 20 тыс. лет назад. Он пишет, что «со спадом озёрных вод можно связать в долине среднего и нижнего течения Катунь образование на поверхности II террасы специфичного поперечно–грядового рельефа (макрорифелей), который Б.А. Борисов и Е.А. Минина ошибочно считают гляцигенным (ребристыми моренами)» [Окишев, 2011, с. 325].

Первоначально П.А. Окишев [1980] писал, что средненеоплейстоценовая основная морена в долине Катунь ниже устья реки Большой Ильгумень встречается довольно редко, но всё же прослеживается до села Элекмонар. Позднее – что в среднем неоплейстоцене ледник по долине Катунь спускался значительно ниже и доходил до устья реки Майма [Окишев, 1987]. Сейчас он пишет о продвижении этого средненеоплейстоценового ледника ещё ниже – до Предалтайской равнины, хотя и не может указать места его окончания [Окишев, 2011].

В таком случае получается, что отступая от Предалтай-

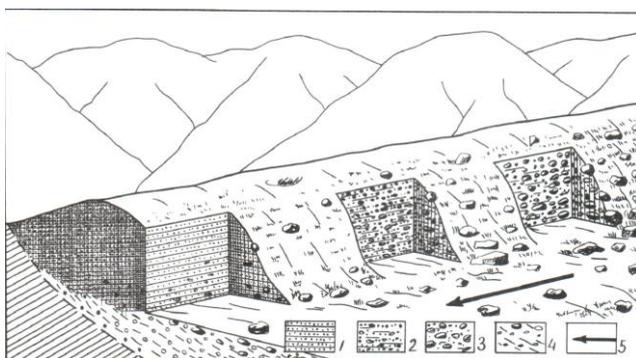
ской равнины, этот ледник на протяжении более 100 км оставял в долине Катуня только флювиогляциальные отложения, образующие камовые террасы. И лишь от села Элекмонар и далее вверх по долине в основании разрезов этих террас, хоть и редко, но всё же начинает встречаться основная морена.

О происхождении Манжерокского озера П.А. Окишев никогда ничего не писал. Однако, по его мнению, высокие террасы в долине Катуня (у села Манжерок высотой 100 м, которой подпружено озеро, широко известный Майминский вал у села Майма высотой 60 м и другие), по своему генезису не являются ледниковыми. Это флювиогляциальные (водноледниковые) аккумулятивные образования, представляющие собой камовые террасы. Они формировались во время деградации среднелепистоценового оледенения в непосредственной близости от конца отступавшего вверх по долине Катуня ледникового языка [Окишев, 1987, 2011].

Принципиальная схема строения таких террас была предложена этим исследователем ещё более 40 лет назад [Окишев, 1974]. В несколько более детализированном виде она приведена в его последней монографии [Окишев, 2011] и показана ниже на рисунке 3.

Как видим, флювиогляциальные отложения камовой террасы вниз по долине фациально замещают основную морену. И такие замещения на коротких расстояниях происходят на каждом конкретном участке долины, где есть подобные террасы, а сами террасы отражают стадийное положение ледника при его деградации [Окишев, 1974; 2011]. Однако в одной из своих работ П.А. Окишев писал, что основная морена залегает в нижней части разрезов высоких террас Катуня и ничего не говорил о каких-то фациальных взаимоотношениях между ними ни по латерали, ни по вертикали [Окишев, 1980]. При этом камовая терраса в поперечном профиле имеет чётко выраженную форму вала [Окишев, 2011], отделённого от

борта долины понижением, что уже не отвечает понятию терраса [Геологический словарь, 2012, т. 3]. Сложена она грубо-обломочными слоистыми образованиями, крупность которых уменьшается, как вниз по долине, так и вверх по разрезу (рис. 3). Причём, как хорошо видно на этом рисунке, слоистость по всей толще камовой террасы и в продольном, и в поперечном разрезе, параллельная и горизонтальная. Описания разрезов этих флювиогляциальных форм он также в своих работах нигде не приводит [Окишев, 1974, 1980, 1987, 2011].



*Рис. 3. Схема строения камовой террасы
(по П.А. Окишеву, 2011)*

1 – гравийно–песчаные яснослоистые отложения; 2 – галечно–гравийные неяснослоистые отложения; 3 – валунно–галечные неяснослоистые отложения; 4 – отложения основной морены; 5 – направление падения долины

Однако в тексте монографии П.А. Окишев отмечает, что в поперечных разрезах высоких камовых террас вскрывается наклонная слоистость глыбово–валунно–галечных осадков, направленная от русла Катунь в сторону борта долины, а также вверх по разрезу наблюдается замещение беспорядочных ледниковых валунных суглинков наклонно–слоистыми галечно–гравийными осадками с валунами [Окишев, 2011]. Это

его замечание не отвечает ситуации, изображённой им же на рисунке 3.

Действительно, в продольном разрезе, особенно в верхней части, слоистость этих толщ часто горизонтальная и параллельная. Однако в поперечных разрезах характер слоистости зачастую совершенно другой. Она наклонная и падает в две противоположные стороны, как к тальвегу долины, так и к её борту, подчёркивая тем самым валообразную форму толщи.

Подобный разрез в этом районе можно наблюдать, например, на левом берегу Катуня на южной окраине села Ая в устье долины реки Ая. Здесь данная толща высотой до 60 м над Катунью (как и Майминский вал) на всю ширину прорезана карьером глубиной 15–20 м (рис. 4) и была изучена нами в 1997 и 2003 годах.

В длинной северной стенке этого карьера (рис. 4) хорошо видно, что толща представлена косослоистыми валунно–галечно–гравийными отложениями с большим количеством валунов и неокатанных глыб до 1–2 м в поперечнике, представленных преимущественно гранитоидами, гранодиоритами, порфировыми базальтами и сульфидизированными роговиками. В заполнителе незначительная примесь грубозернистого песка. Отложения хорошо промытые, рыхлые и сыпучие. Гравий почти не окатанный, резко преобладают обломки дресвянистого облика. Галька и валуны, напротив, средне– и хорошо окатанные, среди них много обломков идеальной шарообразной формы. Выделяются слои гравийные, галечниковые, с включениями отдельных валунов и мелких (до 0,5 м) неокатанных глыб, а также галечно–валунные слои с большим количеством неокатанных крупных глыб. Слоистость под углом 20° падает, как на запад в долину реки Ая, так и на восток в долину реки Катунь (рис. 4), подчёркивая валообразную форму толщи. Кроме того, в западной и восточной боковых стенках карьера хорошо наблюдается и общий более пологий (до 5°) наклон слоистости на юг (вверх по долине

Катуни).

В 70 м к северу от карьера в обнажении у дороги село Ая – село Алтайское хорошо видно, что грубообломочные косо-слоистые отложения, вскрытые карьером, с резким угловым несогласием перекрыты рыхлой сыпучей хорошо промытой семиметровой толщей, состоящей из чередования тонкогоризонтальнослоистых пачек мощностью от 1 до 1,5 м, представленных песками, песчанистыми гравийниками, гравийно-песчаными алевритами, гравийниками с включениями галек и мелких валунов и галечными гравийниками. Причём в литологически разных слоях по всей толще гравий почти не окатаный, угловатый, дресвянистый. В её средней части выделяется валунно–глыбовая пачка мощностью 1 м с незначительной примесью галек, щебня и грубозернистого песка. Обломки – размером от 0,1 до 0,5 м в поперечнике. В этой пачке валуны представлены дальнеприносными породами, неокатанные глыбы – близместными.



Рис. 4. Фрагмент поперечного разреза вала в устье долины р. Ая. Хорошо видно падение слоистости в долину Катуни. Фото Г.Г. Русанова

В шлихах, отобранных нами из этих отложений, вскрытых в карьере и обнажении, доминируют магматогенные и метаморфогенные минералы, постоянно встречается шеелит в количестве от 3 до 50 знаков. В некоторых шлихах содержатся единичные знаки киновари, а также мелкие слабоокатанные пластинки самородного золота пылеватой размерности ($0,2 \times 0,1 \times 0,01$ мм).

Особый интерес для нас представляет киноварь не характерная для горных пород данного района. Это тяжёлый, но очень хрупкий минерал, легко и быстро истирающийся, а потому обычным путём дальность его транспортировки от коренного источника не превышает первых сотен метров [Сауков, 1963]. На значительные расстояния от коренных источников этот минерал может быть перенесён лишь мощным водным потоком во взвешенном состоянии [Бутвиловский, 1990].

Источником золота, скорее всего, могут являться среднедевонские интрузивные породы Барангольского диорит-габбрового комплекса и их приконтактные зоны развитые значительно выше по течению на бортах долины Катунь между сёлами Усть-Муны и Барангол [Кривчиков и др., 2001; Федак и др., 2011]. Наличие единичных слабоокатанных пластинок мелкого самородного золота низкой гидравлической крупности свидетельствует об активной эрозионно-аккумулятивной деятельности потока. Такое гидравлически лёгкое и легкомигрирующее золото могло переноситься во взвешенном состоянии за пределы области денудации [Воробьёв, Колесов, 1975; Нестеренко, Колпаков, 2007], что также говорит о высокой скорости течения потока.

Если в описанном выше разрезе, верхнюю семиметровую толщу ещё можно принять за флювиогляциальные отложения П.А. Окишева, то нижняя толща не может быть ни флювиогляциальной, ни ледниковой. К тому же, вверх по разрезу между ними наблюдается не постепенное фациальное замеще-

ние, а резкое угловое стратиграфическое несогласие.

Майминский вал тоже сложен слоистыми хорошо окатанными гравийными галечниками очень пёстрого петрографического состава с крупными валунами размером до 1–2 м. Слоистость эта диагональная, иногда крупнодиагональная, косоволнистая, и реже горизонтальная параллельная [Малолетко, 1980]. Не только горизонтальнослоистые, но и косо-слоистые пачки в разрезе этого вала, подчёркивающие его форму, выделял и С.Ф. Дубинкин [1961]. Однако наличие ко-сой слоистости он объяснял неотектоникой – сбросовыми движениями.

На всём протяжении долины Катунь от устья Чуи и до Маймы в разрезах высоких террас чётко выделяются различные по мощности и литологии пачки и толщи с разным типом слоистости, резкими угловыми и эрозионными несогласиями [Бутвиловский, 1993; Парначёв, 1999; Рудой, 2002, 2005; Зольников, 2008, 2010]. Даже у села Манжерок в разрезах рассматриваемой толщи, на поверхности которой находится Манжерокское озеро, вскрытых карьерами, выделяются горизонтальнопараллельнослоистые, косо-слоистые, волнисто-слоистые, линзовиднокосо-слоистые пачки различного литологического состава, разделённые угловыми и эрозионными несогласиями, но ледниковые отложения среди них не обнаружены [Зольников, 2010; Деев и др., 2012a].

Всё это никак не отвечает представлениям П.А. Окишева о характере слоистости и фациальных взаимоотношениях, выделяемых им флювиогляциальных камовых террас, и уж тем более, не отвечает ледниковым отложениям Н.Г. Селедцова, Б.А. Борисова и других авторов, которые часто ещё называют валунными глинами или валунными суглинками.

Валунная глина – неотсортированная песчано-алевритовая глинистая порода со значительным содержанием валунов, а иногда и галечного, щебневого, дресвяного материала. Соотношение компонентов обычно очень изменчиво;

слоистость отсутствует. Имеет чаще всего ледниковый или водно-ледниковый генезис, реже пролювиальный или мутьевой (селе-мутьевой) генезис [Геологический словарь, 2010, т. 1]. Развитые в долине Катуня отложения под это определение абсолютно не подходят.

Единственными основаниями для утверждения о том, что в среднем неоплейстоцене ледник по долине Катуня спускался до выхода из гор, послужили большое скопление крупных валунов и глыб на поверхности Майминского вала и его форма, который поэтому и рассматривали как конечную или боковую морену этого ледника. Однако даже сторонник этого оледенения А.С. Крюков [1963], который считает, что в основании вала залегает бурозветная морена, а основная его часть сложена слоистыми флювиогляциальными отложениями, писал, что ни в одном из опубликованных материалов не приводится сколько-нибудь подробного описания этого феномена природы. К сожалению, нет такого описания и в его статье.

В самом начале 60-х годов XX века было достаточно убедительно доказано, что Майминский вал в долине нижней Катуня не является мореной, а сложен флювиальными образованиями – аллювием, по мнению С.Ф. Дубинкина [1961]. И уже тогда его перестали рассматривать и картировать как конечную или боковую морену максимального средненеоплейстоценового оледенения, признавая его флювиальный генезис [Раковец, Шмидт, 1963; Селиверстов, 1966; Ивановский, 1967; Захаров и др., 1973].

Совершенно справедливым до настоящего времени остаётся замечание Н.А. Ефимцева, сделанное ещё более полувека назад, о том, что «...значительное количество ошибок при диагностике ледниковых отложений в горах делается из-за недооценки транспортирующих возможностей водных потоков. По этой причине в некоторых случаях даже галечники высоких террас в предгорьях принимаются за доказательства предполагаемого максимального развития оледенения, а ти-

пичные аллювиальные отложения в ледниковых областях – за моренные образования» [Ефимцев, 1961, с. 154]. Несколько позднее об этом же говорил и Ю.П. Селиверстов [1966], а Л.Н. Ивановский [1967] отмечал, что крупные ледниково-подпрудные озёра при деградации ледников в горах Алтая вызывали образование грандиозных селей, которые создавали формы рельефа и отложения, во многом сходные с моренными. И в дальнейшем он неоднократно подчёркивал, что нельзя согласиться с исследователями, считающими крупновалунные и глыбовые скопления в долинах Чуи и Катуня следами оледенения и при этом не учитывающих высокую сейсмичность района и селевую деятельность рек во время деградации ледников [Ивановский, 1981, 1998].

На схеме распространения оледенений в Горном Алтае в четвертичное время, составленной О.А. Раковец и Г.А. Шмидт [1963], на месте Майминского вала уже стоит знак вопроса и показано, что во время максимального среднеоплейстоценового оледенения ледник в долине Катуня оканчивался примерно в 20 км выше устья реки Сема, не доходя, таким образом, до Манжерока около 50 км. Ледники Алтая никогда не выходили в его предгорья [Дубинкин, Адаменко, 1968]. По наблюдениям Ю.П. Селиверстова [1966], в долине Катуня на всём её протяжении от устья Чуи и до Маймы моренные горизонты отсутствуют. По данным О.М. Адаменко, Е.В. Девяткина и С.А. Стрелкова [Алтае–Саянская..., 1969], ниже Ербалыка долина Чуи до её устья и далее, долина Катуня до села Майма, не несут каких-либо следов оледенений. Не обнаружены ледниковые отложения на этом участке долины Катуня и более поздними исследованиями Г.Я. Барышникова [1992], В.В. Бутвиловского [1993], Рудого [1995, 2002, 2005], Парначёва [1999], Зольникова [2008, 2010], Деева и др. [2012].

Позднее О.М. Адаменко [1963, 1974] стал рассматривать этот вал как аллювиальную четвертую надпойменную терра-

су Катуня, высота которой от её устья вверх по долине повышается, достигая в районе Маймы 50–60 м, датируя её казанцевской и зырянской эпохами позднего неоплейстоцена, сопоставляя её с четвёртой надпойменной (бехтемирской) террасой Бии. Речной террасой Катуня считает Майминский вал и А.М. Малолетко, причём возраст аллювия, слагающего его, значительно моложе 50 тыс. лет [Малолетко, 1980].

Радиоуглеродный возраст отложений этого вала, по кости мамонта, обнаруженной в шурфе на глубине 8 м в горизонтальнослоистых мелкозернистых песках с включениями гравия и хорошо окатанных галек, был определён в 28730 ± 995 лет (СОАН–2301) [Малолетко, Панычев, 1991; Барышников, 1992]. По мнению И.Д. Зольникова [2010], Майминский вал отвечает поздненеоплейстоценовому ермаковскому горизонту Западной Сибири, а перекрывающие его субэральные образования, радиоуглеродный (AMS) возраст которых более 37200 лет (АА–79789), являются послеермаковскими. Ермаковский горизонт соответствует второй ступени верхнего звена неоплейстоцена, сопоставляемой с четвёртой морской кислородно–изотопной стадией (МИС–4), датируемой в интервале от 71 до 57 тыс. лет назад [Четвертичная система, 2008].

Несмотря на всё вышесказанное, П.А. Окишев продолжает [2011] рассматривать Майминский вал и другие высокие террасы Катуня как флювиогляциальные камовые террасы. При этом, обосновывая средненеоплейстоценовый возраст этого вала он пишет, что радиоуглеродные датировки мергеля из озера Ая и глин ручья Ханжина не могут характеризовать его отложения. Однако почему–то даже не упоминает о находке в отложениях этого вала кости мамонта, датированной по радиоуглероду, хотя ссылки на монографию Г.Я. Барышникова у него имеются. П.А. Окишев предпочитает ссылаться, на термолюминесцентную дату в $148 \pm 16,7$ тыс. лет (МГУ–КТЛ–89), полученную за сотни километров от Маймы близ

устья Чуи, об отношении к которой (да и ко всем остальным термолюминесцентным датам первого поколения) и её достоверности сами авторы высказались вполне определённо, не рекомендуя рассматривать в абсолютном значении [Разрез новейших..., 1978].

Кстати, данную толщу близ устья Чуи А.А. Свиточ не считает ни ледниковой, ни флювиогляциальной. Он рассматривает её как межледниковый аллювий, формирование которого началось после окончания среднееоплейстоценового оледенения и продолжалось до середины позднего неоплейстоцена [Разрез новейших..., 1978]. Эта толща подпуживала долину реки Иня, где в результате накапливались озёрные отложения радиоуглеродным возрастом в 22275 ± 370 лет (СОАН–2240) и 23350 ± 400 лет (СОАН–2239) [Барышников, 1992] и даже их термолюминесцентный возраст, определённый в 109 ± 30 тыс. лет (МГУ–КТЛ 2025/36) и 90 ± 25 тыс. лет (МГУ–КТЛ 2025/14) [Борисов, Чернышева, 1987], тоже позднеоплейстоценовый, отвечающий казанцевскому горизонту Западно–Сибирской равнины [Унифицированная..., 2000]. Казанцевский горизонт соответствует первой ступени верхнего звена неоплейстоцена, сопоставляемой с пятой морской кислородно–изотопной стадией (МИС–5), датированной в интервале от 127 до 71 тыс. лет назад [Четвертичная система, 2008].

Кроме того, по П.А. Окишеву [2011], Майминский вал высотой 55–60 м является пятой террасой Катуня, не коррелируемой ни по уровню, ни по возрасту, с четвёртой (бехтемирской) террасой Бии, как это делает О.М. Адаменко. Если принять эту точку зрения П.А. Окишева во внимание, то в таком случае Майминский вал по высоте очень хорошо коррелируется с пятой надпойменной (бийской) террасой реки Бия. Ранее с бийской террасой сопоставлял Майминский вал и А.К. Захаров [1973], который он также считает пятой надпойменной террасой Катуня среднеоплейстоценового возраста, но

сложенной аллювиальными образованиями.

Однако даже первые и до сих пор единственные термолюминесцентные датировки песков из верхней и средней части разреза бийской террасы являются поздненеоплейстоценовыми – $54,5 \pm 6$ тыс. лет (МГУ–КТЛ–27) и $113 \pm 13,2$ тыс. лет (МГУ–КТЛ–49), а средненеоплейстоценовая датировка в 213 ± 25 тыс. лет (МГУ–КТЛ–29) получена в основании разреза из монастырской свиты, которая никакого отношения к бийской террасе не имеет и является её цоколем [Разрез новейших..., 1978]. Ещё в начале шестидесятых годов прошлого века О.М. Адаменко [1963], на основании палеонтологических данных, верхнюю и среднюю части разреза бийской террасы тоже датировал поздним неоплейстоценом.

Отметим, что по мнению ряда исследователей Горного Алтая, использование термолюминесцентного датирования на его современном методическом уровне в качестве руководящего критерия вообще пока представляется неправомерным, и к выполненным на его основе реконструкциям следует относиться весьма осторожно [Бутвиловский, 1993; Агатова и др., 2004; Зольников, Мистрюков, 2008], а ледниковые отложения вообще не пригодны для такого датирования [Шейнман, 2002]. Термолюминесцентные определения возраста кайнозойских отложений Горного Алтая были и остаются малодостоверными и их корректность пока под большим вопросом [Новиков, 2004].

Таким образом, выделение в долине нижней Катунь аккумулятивных образований ледникового или флювиогляциального генезиса среднего неоплейстоцена нам представляется необоснованным, так как даже возраст этих толщ является поздненеоплейстоценовым. В позднем же неоплейстоцене, по мнению практически всех исследователей, ледники Алтая за пределы высокогорий не выходили. Лишь наиболее крупные из них спускались далеко вниз по долинам, но и они оканчивались на абсолютных высотах около 1000 м. По ходу даль-

нейшего изложения материала мы ещё неоднократно будем останавливаться на этих вопросах.

Неотектоника

Имеется очень краткое упоминание со ссылкой на А.М. Малолетко и др. [1970] и о тектонической гипотезе, согласно которой, Манжерокское озеро могло образоваться в результате подвижек земной коры на границе палеогена – неогена [Красная книга..., 2000]. Следовательно, это событие могло произойти около 24 млн. лет назад. Не вдаваясь в тонкости морфотектонического анализа, постараемся на имеющихся опубликованных материалах показать необоснованность и несостоятельность тектонической гипотезы.

Во–первых, само заложение долины Катунь произошло только в самом конце палеогена (поздний олигоцен) [Алтае-Саянская..., 1969; Адаменко, 1976; Богачкин, 1981; Федак и др., 2011], а потому сформироваться к началу неогена, да ещё практически в современном виде со всем комплексом террас, она никак не могла.

Во–вторых, непонятно о каких подвижках в данном случае идёт речь – сводовых (пликативных) или блоковых (дизъюнктивных)? На границе палеогена – неогена ни тех, ни других просто не могло быть. В сводовое воздымание северная часть Алтая была вовлечена несколько раньше – в позднем олигоцене [Алтае-Саянская..., 1969; Адаменко, 1976; Богачкин, 1981; Новиков, 2004], но в это время ещё только началось заложение долины Катунь. В миоцене возможности пластической деформации были исчерпаны и в условиях продолжающегося регионального сжатия вдоль субмеридиональной оси началось дробление территории на блоки, сводовое воздымание сменилось блоковыми горизонтальными и вертикальными подвижками, что привело к увеличению относительных превышений [Новиков, 2004; Федак и др., 2011].

Следовательно, заложение неотектонических разрывных нарушений тоже произошло значительнее позднее, чем граница палеогена – неогена, возможно, даже в конце миоцена – плиоцене, а это менее 10 млн. лет назад.

В–третьих, если по своей вытянутой форме водоём несколько и напоминает тектоническое озеро (рис. 1), приуроченное к тектоническому разлому, то по глубине никак ему не соответствует. Да и характер берегов озера, представляющих собой пологие склоны, плавно уходящие под воду, не отвечает тектоническому генезису. Кроме того, по результатам новейшей геологической съёмки масштаба 1:200000, значительные неотектонические нарушения, к которым озеро могло бы быть приурочено, здесь не установлены [Кривчиков и др., 2001].

В–четвёртых, в Горном Алтае до сих пор не установлено ни одного озера, которое существовало бы с начала неогена. Даже крупные озёра, существовавшие многие миллионы лет на протяжении олигоцена, миоцена и плиоцена в Курайской, Чуйской, Тархатинской, Уймонской и других межгорных котловинах Юго–Восточного и Центрального Алтая окончательно исчезли к концу эоплейстоцена [Девяткин, 1965; Розенберг, 1972; Богачкин, 1981; Русанов, Цаер, 2014; Хазина и др., 2015]. В среднем и позднем неоплейстоцене, в указанных выше котловинах, лишь периодически появлялись крупные ледниково–подпрудные озёра в периоды оледенений.

В низкогорной северо–восточной части Горного Алтая формирование тектонической Верхнеишинской котловины площадью 120 км² и Устюбенской котловины площадью 30 км² началось только со среднего неоплейстоцена [Барышников, 1992; Русанов, 2007]. Заложение крупной тектонической ванны Телецкого озера, существующего сегодня, как считает большинство исследователей, также произошло только в среднем неоплейстоцене, то есть позднее 400 тыс. лет назад. По мнению И.С. Новикова [2004], на месте впадины Телецко-

го озера ещё в среднем неоплейстоцене находилась обычная для северной части Алтая эрозионная долина, выработанная в зоне зачаточного раздвига.

В–пятых, А.М. Малолетко с соавт. [1970] ни слова не говорят о происхождении Манжерокского озера и тектонических подвижках на границе палеогена – неогена. Они пишут в своей статье об озере Ая, в районе которого по геофизическим и геологическим данным проходит субширотное тектоническое нарушение, подновлявшееся в недалёком геологическом прошлом. К югу от него территория испытывает поднятие, а к северу – погружение. Это подновление, по их мнению, и могло послужить причиной крупного землетрясения в конце позднего неоплейстоцена (20–25 тыс. лет назад). На этом и заканчиваются все сведения данных авторов о тектонических подвижках.

В последние годы Е.В. Деевым с соавторами [2012a] получены новые фактические материалы подтверждающие, что в конце позднего неоплейстоцена и даже в голоцене интенсивность древних землетрясений в долине нижней Катуня, например, у села Манжерок могла составлять минимум 5–6 баллов, а магнитуды достигать 4,5–6,0. Однако нет никаких данных, что именно эти землетрясения могли послужить причиной образования озера. Изучая рыхлые отложения вала, вскрытые карьером в селе Манжерок, отделяющего озеро от Катуня, эти авторы обнаружили в них многочисленные сейсмогенные микродеформации и разрывы с амплитудой вертикальных смещений в первые сантиметры, но крупномасштабные перемещения по этим разрывам отсутствуют, а значит они не могли послужить причиной образования озера. В целом же долина нижней Катуня является относительно слабосейсмичной территорией.

Геоморфологическое строение речных долин Горного Алтая в значительной мере определяется их положением в пределах одного или нескольких смежных неотектонических

блоков с различным режимом и интенсивностью вертикальных движений, приуроченностью к разрывным нарушениям, ориентировкой к простираению геологических структур, узлам их пересечения и зависит от длительности развития [Федак и др., 2011].

Долины основных рек, в том числе и Катунь, приурочены в основном к долгоживущим глубинным и региональным разломам. В среднегорье и низкогорье при пересечении блоков с разной интенсивностью поднятий эти реки формируют длительно развивающиеся эрозионные долины с многочисленными врезанными меандрами глубиной от 80 до 200 м. Они состоят из чередования суженных и расширенных участков. При этом расширения долин, приуроченные к блокоразделяющим нарушениям и стыкам нескольких неотектонических блоков, представляют собой молодые грабенообразные структуры шириной не менее 2 км и длиной 7–25 км [Кривчиков и др., 2001; Федак и др., 2011].

Такой является и долина Катунь, которая в целом приурочена к системе узких приразломных грабенов [Новиков, 2004], что хорошо видно и на неотектонической схеме, приведённой в статье Е.В. Деева и др. [2012а]. Согласно этой схеме Манжерокское озеро расположено у правого борта Манжерокского грабена, тяготея к зоне пересечения Манжерокским разломом Катунского раздвига. Тем не менее, в этой работе также нет никаких упоминаний ни об озере, ни тем более, об его тектонической природе. На новейшей Государственной геологической карте масштаба 1:200000 тектонический разлом, скрытый под четвертичными отложениями, проходит не менее, чем в 600 м западнее озера [Кривчиков и др., 2001].

Существует также мнение, что Манжерокское озеро приурочено к межгорной котловине (? – Г.Р.), расположенной на правом берегу реки Катунь и вытянутой вдоль горы Синюха [Тронова, Джабарова, 1992]. В данном случае использование

понятия межгорная котловина является совершенно неправомерным хотя бы потому, что она не может быть приурочена к речной долине, тем более к какой-то одной её части, и на самом деле, представляет собой всего лишь локальный фрагмент долины Катунь или Манжерокского грабена, выделяемого Е.В. Деевым и др. [2012а]. Кроме того, в тектонике межгорная котловина это синоним термина прогиб межгорный – крупная тектоническая депрессия внутри орогенического пояса, а в геоморфологии – понижение рельефа, разделяющее горные системы [Геологический словарь, 2011, т. 2].

По мнению А.А. и А.М. Марининых [2005], Манжерокское озеро занимает часть древней, глубоко врезанной долины Катунь и по происхождению относится к старично-русловому типу.

Несколько более подробно об этом пишет В.В. Ильин [1982]. Он считает, что Манжерокское озеро в своём развитии прошло стадию протоки, а затем старицы реки Катунь. В дальнейшем, вследствие неотектонических движений, русло Катунь на участке расположения озера несколько изменило своё направление, одновременно произошло его сильное углубление. Бывшая старица, ставшая озером, отделилась от реки, осталась в стороне от неё и оказалась выше уровня реки на 88 м.

Примерно также считают О.В. Журавлёва и Р.А. Аванесян [Природные комплексы..., 2006]. Они предполагают, что в прошлом Катунь у Манжерока делала крутой поворот вправо, огибая отрог левого коренного склона и образуя излучину (врезанный меандр – *Г.Р.*). В то время её долина проходила правее гранитного останца, вдоль правого коренного склона г. Синюха, там где сейчас находится озеро. В дальнейшем, по мере подъёма горной страны и эрозионной деятельности воды, Катунь проложила себе новый путь поперёк гранитного массива, выпрямив своё русло. В результате образования новой долины излучина превратилась в старицу занятую озе-

ром.

Следовательно, согласно этим авторам, причиной локальной перестройки долины и образования озера являются восходящие неотектонические движения.

Подобную неотектоническую гипотезу перестройки этого участка долины Катуня ещё шестьдесят лет назад впервые высказал Л.Н. Ивановский [1957, 1962].

С таким предположением мы тоже не можем согласиться. Достаточно открыть любой учебник по геоморфологии или, хотя бы, геологический словарь. По мере подъёма горной страны река, не меняя направления, продолжала бы интенсивно углублять своё старое русло, врезаясь в растущее поднятие и формируя при этом резко суженную сквозную (антецедентную или эпигенетическую) долину.

Частичная перестройка гидросети в этом районе, обусловленная неотектоникой, похоже, действительно была, но по нашим данным, произошла она в эоплейстоцен – раннеплейстоценовое время, то есть задолго до того, как у Манжерока сформировался комплекс террас, на поверхности которого находится озеро. Предположительно, остатки древней гидросети фиксируются чётко выраженными сквозными долинами на водоразделах рек Муны – Соузга, Манжерок – Соузга, Соузга – Каяс [Кривчиков и др., 2001]. Однако принадлежат ли они древней Катуня сказать однозначно пока невозможно. Для этого в сквозных долинах необходимы проходка глубоких шурфов и скважин с целью вскрытия, возможно, сохранившегося погребённого аллювия и изучения его петрографического состава.

А вот узко локальных перестроек долины Катуня, ограниченных лишь спрямлением врезанных меандров, ни во время рисского оледенения Н.Г. Селедцова, ни в результате неотектонического подъёма горной страны почему-то так и не произошло. Например, выше по течению (ниже с. Аскат и выше с. Чемал), или ниже по течению (в районе с. Рыбалка и озера

Ая), где река также образует подобные крутые излучины (врезанные меандры). Хотя А.М. Малолетко [1970, 2003, 2004, 2007] пишет, что к северу от озера Ая территория опускается, ширина русла Катуня с многочисленными островами достигает 1200 м, а к югу происходит поднятие, в том числе и скального выступа, который река огибает. Здесь её русло шириной 150 м, не меняя своего направления, продолжает интенсивно врезаться в коренные породы днища долины. Глубина этого вреза составляет всего 10–15 м.

В районе населённых пунктов Манжерок, Аскат и Чемал выделяются эпигенетические участки долины Катуня, объявленные памятниками природы, но об их происхождении и связи с неотектоникой ничего не говорится [Красная книга..., 2000, прил.]. Ниже мы ещё остановимся на возможном механизме образования этих участков катунской долины без всякого участия неотектоники.

Кроме того, С.А. Сладкопевцев [1971] отмечает, что значение поперечных тектонических поднятий в формировании сужений речных долин Горного Алтая в ряде случаев преувеличивается и не подкрепляется фактическим материалом.

Андреева И.В. и Ротанова И.Н. [2008] пишут о том, что Манжерокское озеро располагается на пятой надпойменной террасе, представляющей собой, по мнению многих исследователей, эпигенетическую долину (долину прорыва), а озеро, по сути, является старицей реки Катунь, изменившей своё русло. В этом случае совершенно непонятно, как надпойменная терраса может быть эпигенетической долиной? Терраса и такая долина это далеко не одно и то же. К тому же, в суженных эпигенетических долинах, как правило, нет террас. К такому участку долины здесь приурочено современное русло Катуня у южной (верхней) окраины села Манжерок.

Оползень

Ю.М. Цимбале́й [2008] также пишет, что по одной из наиболее распространённых гипотез озеро располагается на пятой надпойменной террасе и представляет собой фрагмент древнего русла Катуня, днище которого переуглублено более чем на 5 м. Мощность отложений этой террасы, залегающих на палеозойском цоколе и вскрытых скважинами, изменяется от 49 до 90 м. По результатам бурения скважин верхняя часть её разреза представлена разнозернистыми песками с включениями гравия до 10%. Ниже идёт переслаивание горизонтов и прослоев галечников с глинистым или песчаным заполнителем, суглинков с включениями обломков коренных пород, глин с включением мелкой гальки и дресвы, песков, песков с гравием и мелкой галькой. В основании разреза залегают валунные галечники с песчаным заполнителем, щебнистые отложения с глинистым заполнителем, щебень и глыбы коренных пород с глинистым заполнителем [Цимбале́й, 2008].

По мнению этого автора, формирование песчаных отложений с включениями гравия, завершающих разрез пятой террасы, происходило в условиях спокойного течения. Стрешень Катуня был прижат к правому вогнутому борту долины, и какое-то время здесь сохранялся слабопроточный режим. Затем со склонов горы Синюха сошёл оползень, заполнивший переуглубленную часть русла у правого борта, тело которого было перекрыто делювиально-пролювиальными образованиями, вынесенными по долинам речек Манжерок (на севере) и Едрала (на юге). В результате произошёл перехват речного стока, и образовалось замкнутое непроточное или слабопроточное озеро. Этот оползень мог инициировать или ускорить смещение русла Катуня на запад в район четвёртой террасы, а затем и прорыв скального ригеля, и смещение русла реки к его современному положению [Цимбале́й, 2008].

Следовательно, согласно представлениям Ю.М. Цимбалея,

главной причиной образования озера и перестройки манжерокского участка катунской долины явился оползень. Причём этот оползень, предположительно, был сейсмогенным [Цимбалей, 2009].

Однако мы считаем, что понижение, к которому приурочено озеро, не может быть стрежнем древнего русла Катуня. К стрежню реки, особенно горной, как правило, приурочена наиболее грубая и крупная (валунная и галечно–валунная) фация руслового аллювия, которая здесь полностью отсутствует, что прекрасно видно на геологических разрезах, помещённых в статьи этого автора [Цимбалей, 2008, 2009]. Кроме того, если принять, что верхняя часть разреза террасы, сложенная разнозернистыми песками с примесью гравия, которые подстилают и озёрную котловину, всё же представляет собой аллювий пойменной фации, то следует признать, что Катунь в то время не могла быть слабопроточной рекой со спокойным течением, напротив, она обладала очень высокой динамикой и транспортирующей способностью.

Если оползень заполнил переуглубленную часть русла, да к тому же ещё был сверху перекрыт делювио–пролювием, то совершенно непонятно, как на этом месте могло образоваться озеро? К тому же, по трём профилям поперёк озера было пробурено 10 скважин глубиной до 10 м [Цимбалей, 2008]. Однако ни одна из них не вскрыла оползень.

Непонятно также, каким образом был определён оползень, если его тело перекрыто толщей делювио–пролювия, а обнажений нет? Ни стенку срыва этого оползня на склоне г. Силюха, ни его тело до сих пор никто не обнаружил. Во всяком случае, в опубликованной литературе и в геологических отчётах об этом оползне нет ни единого слова. Напротив, Е.В. Дев с соавт. [2012a] обращают внимание на отсутствие геоморфологических признаков оползневых процессов на этом участке долины Катуня.

Гипотетический оползень должен был пройти расстояние

более одного километра, чтобы заполнить древнее переуглубленное русло. Подобные древние оползни известны лишь в сейсмически активном высокогорье Юго–Восточного Алтая, где они приурочены к крутым неотектоническим уступам, сложенным мощными (сотни метров) толщами неоген–четвертичных отложений и прекрасно выражены в рельефе.

К тому же наши наблюдения показывают, что со склона горы Синюха просто нечему было оползать в долину Катунь. Верхняя часть этого склона крутая с многочисленными скальными выходами коренных пород. В средней части склон начинает выполаживаться и накрыт маломощным коллювиально–делювиальным щебнисто–суглинистым чехлом с мелкими глыбами. Этот чехол вниз по склону фациально замещается также маломощными пролювиально–делювиальными образованиями. Однако здесь склон уже настолько выположен, что развитие оползневых процессов просто невозможно.

Крутые гравитационные (но не оползневые) склоны с маломощными коллювиальными (осыпными) щебнисто–глыбовыми шлейфами в нижней части установлены лишь в правом борту субширотного участка долины речки Манжерок в 2,5 км к северо–западу от озера [Захаров и др., 1973], где они не способны перекрыть даже русло этой речки.

К тому же, реке значительно проще было размывать рыхлый оползень (как и «морену» Селедцова), сошедший в её русло, чем за геологически очень короткое время изменить своё направление. При этом ей пришлось не только прорезать на глубину в десятки метров (до 100 м) монолитный гранитный массив, но ещё и сместиться влево (к западу) на 2,5 км.

Глубина эрозионного вреза рек Алтая за голоцен оценивается в 8–10 м [Окишев, 2011]. Эрозионный врез русла Катунь в коренные породы днища долины выше озера Ая с конца позднего неоплейстоцена составляет 10–15 м [Малолетко и др., 2004]. Поэтому, если принять, что средняя скорость глубинной и боковой эрозии Катунь составляет 1 мм/год, то для

того, чтобы прорезать гранитный массив на глубину в 100 м ей потребовалось бы не менее 100 тыс. лет. Для того же, чтобы русло реки отступило от Манжерокского озера до своего современного положения у левого борта долины потребовалось бы не менее 2,5 млн. лет. Даже при скорости глубинной и боковой эрозии коренных пород в 10 мм/год на это ушло бы 10 и 250 тыс. лет, соответственно.

Возраст пятой террасы в долинах нижней Бии и верхней Оби в ныне действующих стратиграфических схемах и легендах определяется в интервале от 242 до 127 тыс. лет назад, о чём ниже будет сказано несколько подробнее. Следовательно, быстрая перестройка долины Катуня на этом участке могла быть обеспечена не просто эрозией, а в сочетании с мощнейшей кавитацией, которая обладала огромной разрушительной силой.

При этом Ю.М. Цимбалей [2008] пишет, что уровень озера на 77–80 м выше уреза Катуня, а озеро Ая, которое находится в сходных условиях в 20 км ниже по долине, и тоже приуроченное к пятой террасе, лежит всего лишь на 47 м выше Катуня. Как объяснить такую разность высот (30 м) в положении озёр на поверхности одной и той же террасы? К тому же, например, А.К. Захаров [1973, 1976] и Г.Я. Барышников [1992] считают, что озеро Ая находится на поверхности четвертой надпойменной террасы высотой 40–50 м.

В более поздней работе этот автор уже отмечает, что Манжерокское озеро от Катуня отделяет выпуклая поверхность шестой надпойменной террасы (боковая морена Селедцова или камовая терраса Окишева – *Г.Р.*), возвышающейся над ним на 24–25 м и при том же уровне озера (77–80 м) над урезом реки, село Манжерок, расположенное на её берегу, находится на 50–60 м ниже уровня озера [Цимбалей, 2014]. Есть также опубликованные данные, что уровень озера находится на 88 м выше уреза Катуня [Селедцов, 1963; Красная книга..., 2000; Природные комплексы..., 2006]. Уровень Катуня

ни в селе Манжерок находится на абсолютной высоте 296 м. В таком случае село должно находиться, как минимум, на высоте от 17 до 27 м над урезом Катуня, а это уровень второй и даже третьей надпойменной террасы, чего нет на самом деле.

Мы считаем, что если бы река при перестройке данного участка долины постепенно смещалась влево к своему современному положению, то шестая терраса, возвышающаяся над озером и отделяющая его от Катуня, не могла сохраниться. Она была бы полностью уничтожена боковой эрозией.

Заметим, что однозначной ясности в вопросе о количестве и времени формирования аллювиальных надпойменных террас, и даже их высоте в долине Катуня, нет до настоящего времени. Да и сам аллювиальный генезис этих террас (выше первой надпойменной) многими исследователями ставится под сомнение или полностью отрицается.

При крупномасштабной геологической съёмке в районе села Манжерок и Манжерокского озера Г.В. Гурский с соавторами [1973] выделяли всего три надпойменные террасы: первая и вторая поздненеоплейстоценовые высотой 10–30 и 40–80 м, соответственно, и третья – средне – поздненеоплейстоценовая высотой 120–180 м. В это же время, и на этом же участке катунской долины (между сёлами Манжерок и Майма), А.К. Захаров с соавт. [1973] выделяли шесть террас: первая (высотой 7–10 м) и вторая (13–18 м), датируемые поздним неоплейстоценом; третья (25–30 м) – средне – поздненеоплейстоценовая; четвёртая (40–50 м), пятая (60–80 м) и шестая (100 м) – среднеоплейстоценовые. Здесь же В.П. Сергеев с соавт. [1968] выделяли и картировали комплекс высоких (до 130–150 м) террас среднеоплейстоценового возраста и пять надпойменных террас: первая и вторая современные террасы высотой 2,5 и 5,5 м над уровнем поймы; третья, четвёртая и пятая террасы высотой над уровнем поймы 10, 13–30 и 50 м, соответственно, возраст которых определяется как позднеоплейстоценовый.

Унифицированная стратиграфическая схема четвертичных отложений Алтае–Саянской области, действующая до сих пор ещё с 1981 года, предусматривает выделение в речных долинах шести аллювиальных надпойменных террас: первая (до 10–15 м), вторая (до 20–25 м), третья (до 30–35 м) и четвёртая (до 35–40 м) датируются поздним неоплейстоценом, отвечая соответственно, сартанскому, каргинскому, ермаковскому и казанцевскому горизонтам Западной Сибири; пятая (до 40–45 м) и шестая (до 60–85 м) – второй половиной среднего неоплейстоцена, соответствуя тазовскому и ширтинскому горизонтам Западной Сибири [Решения..., 1983].

В региональной стратиграфической схеме четвертичных отложений Западно–Сибирской равнины, утверждённой в 1990 году, возраст верхней части разреза пятой надпойменной террасы в низовьях Бии и верховьях Оби, откуда были получены термолюминесцентные датировки, отмеченные выше, определялся ермаковским ледниковым горизонтом (МИС–4) позднего неоплейстоцена [Решение..., 1990], что соответствует временному интервалу от 71 до 57 тыс. лет назад [Четвертичная система, 2008].

В настоящее время возраст этой террасы определяется второй половиной среднего – началом позднего неоплейстоцена (ширтинский межледниковый (МИС–7), тазовский ледниковый (МИС–6) и казанцевский межледниковый (МИС–5) горизонты Западно–Сибирской равнины) [Легенда..., 1999] или только второй половиной среднего неоплейстоцена, охватывающего межледниково–ледниковое время ширтинского и тазовского горизонтов Западной Сибири [Унифицированная..., 2000] в интервале 242 – 127 тыс. лет назад [Четвертичная система, 2008].

Формирование же четвёртой аллювиальной надпойменной террасы в речных долинах внеледниковой низкогорной зоны Алтая происходило на протяжении второй половины среднего (ширтинский и тазовский горизонты) и начала позднего

(казанцевский горизонт) неоплейстоцена [Легенда..., 1999]. В то же время, в долине нижней Бии и верховьях Оби, возраст четвёртой надпойменной террасы определяется первой половиной позднего неоплейстоцена (казанцевский (МИС–5) и ермаковский (МИС–4) горизонты) [Легенда..., 1999; Унифицированная..., 2000], охватывающей интервал от 127 до 57 тыс. лет назад [Четвертичная система, 2008].

В соответствии с Легендой Алтайской серии... [1999], в долинах предгорий и низкогорий Алтая пятая и шестая надпойменные аккумулятивные аллювиальные террасы вообще не выделяются. В настоящее время в долине нижней и средней Катунь вместо пятой и шестой надпойменных аллювиальных террас выделяется и картируется ининская нерасчленённая полигенетическая толща ранне – среднеоплейстоценового возраста, представленная ледниковыми, флювиогляциальными и озёрно–ледниковыми отложениями с участием межледниковых образований. Четвёртая надпойменная терраса в долине Катунь, сложенная гляциоаллювием, связанным со спуском Курайско–Чуйского и Уймонского ледниково–подпрудных озёр, формировалась в конце среднего (тазовский горизонт) – начале позднего (казанцевский горизонт) неоплейстоцена. В нерасчленённом виде отложения первой, второй, третьей и четвёртой террас картируются как гляциоаллювиальная сальджарская толща позднеоплейстоценового возраста [Легенда..., 1999].

В соответствии с действующими ныне нормативными документами (Решения Всесоюзного..., 1983; Легенда Алтайской серии листов..., 1999) нами и была составлена карта четвертичных образований листа М-45-II масштаба 1:200000, в пределах которого находится Манжерокское озеро. На этой карте в долине Катунь мы вынуждены были показать нижне-среднеоплейстоценовую не расчленённую ининскую и верхнеоплейстоценовую сальджарскую толщи [Кривчиков и др., 2001]. Эти же толщи выделены нами в долинах Чуи и

Катуни и на Геологической карте масштаба 1:1000000 (третье поколение) листа М–45 [Федак и др., 2011].

В настоящее время, имеющиеся радиоуглеродные, космогенные (^{10}Be), термолюминесцентные датировки и датировки оптически стимулированной люминесценции (OSL) [Разрез новейших..., 1978; Малолетко, 1980; Борисов, Чернышева, 1987; Барышников, 1992; Бутвиловский, 1993; Рудой и др., 2006; Зольников, 2010; Зольников и др., 2016; Carling, 1996; Carling et al., 2002; Herget, 2005; Reuther et al., 2006; Lehmkuhl et al., 2007] позволяют в долине Катуни датировать поздним неоплейстоценом толщи, слагающие не только низкие и средние, но и высокие террасы.

Катастрофические потоки

В Красной книге [2000] об этой гипотезе сказано всего несколько слов, из которых совершенно непонятны ни механизм, ни время образования впадины, а именно: образование котловины Манжерокского озера некоторые исследователи связывают с разгрузкой «праозёр» в горах и мощными селево–водными потоками. При этом делается ссылка на монографию Г.Я. Барышникова [1992]. Однако этот автор в своей книге ни слова не говорит о Манжерокском озере и происхождении его котловины.

Зато такие данные впервые приведены в монографии В.В. Бутвиловского [1993], по мнению которого, вал, отделяющий Манжерокское озеро от Катуни, это не боковая морена Следцова, и не флювиогляциальная камовая терраса Окишева, а гигантский вал, аккумулярованный в конце позднего неоплейстоцена (МИС–2) гляциальным катастрофическим потоком (фладстримом – *Г.Р.*) за крутым поворотом и струеотклоняющим выступом, отделённый от правого борта долины отчётливым глубоким (до 15 м) понижением и отгораживающий Манжерокское озеро.

В настоящее время вал, отгораживающий Манжерокское озеро от Катуня, относят ко времени деградации первого поздненеоплейстоценового оледенения (ермаковского, МИС-4). Со стороны села Манжерок он вскрыт карьером, в стенках которого моренные (ледниковые) образования не обнаружены, а особенности его строения и вещественного состава представляют собой типичную ассоциацию отложений гигантских гляциальных паводков [Зольников, 2010; Деев и др., 2012а].

Катастрофические потоки были образованы прорывами огромных ледниково-подпрудных озер, занимавших Чуйскую, Курйскую и Уймонскую межгорные котловины. Их глубина в долине нижней Катуня до села Майма могла быть не менее 150 м [Бутвиловский, 1993]. Ниже по долине, в районе села Платово, где она расширяется перед выходом на Предалтайскую равнину, глубина потоков была около 60 м, средняя скорость составляла 16 м/с, а их расход был не менее 600–750 тыс. м³/с [Carling, 1996; Рудой, 2005]. И даже в районе села Сrostки глубина потоков могла достигать 85–90 м, а скорость течения 10–15 м/с [Бутвиловский, 1993]. Такие потоки в долинах Чуи и Катуня имели чрезвычайно высокие напряжения сдвига ложа, составлявшие от 5000 н/м² (субкритическое) до 20000 н/м² (суперкритическое), а мощность потоков изменялась от 100000 до 1000000 Вт/м², соответственно, [Baker et al., 1993; Рудой, 2005].

В настоящее время максимальный расход воды в устье Катуня – 5520 м³/с [Горный Алтай, 1971], а скорость течения во время половодья у села Майма – 1,7 м/с [Природные комплексы..., 2006]. Следовательно, эти катастрофические потоки по расходам воды могли превышать современную Катунь не менее чем в 109–136 раз, а по скорости течения – в 10 раз.

Таких катастрофических событий в долине Катуня, по данным разных авторов, только в позднем неоплейстоцене было от трёх – до семи [Бутвиловский, 1993; Carling, 1996;

Парначёв, 1999; Рудой, 2005; Русанов, 2007; Зольников, 2010]. Основные параметры этих потоков (глубина, скорость, расход воды) на разных участках долин рек Чуя и Катунь, рассчитанные разными методами, изложены в многочисленных работах В.В. Бутвиловского, А.Н. Рудого, В. Бейкера, П. Карлинга, Ю. Хергета.

В результате прохождения этих потоков на разных участках долины, например, у сёл Манжерок и Чемал, были сформированы гигантские валы, «теневые» террасы, размыты коренные гряды вплоть до проложения нового русла Катунь. Последнее было возможным в результате развития мощнейшей кавитации, которая возникает в потоках со скоростью более 7–8 м/с [Бутвиловский, 1993].

Кавитация (*от латинск. cavitas – пустота*) – образование в жидкости полостей (кавитационных каверн), заполненных газом, паром или их смесью [Физический энциклопедический словарь, 1983]. Кавитационные каверны, двигаясь с потоком и попадая в область давления ниже критического, сильно расширяются. После перехода в зону повышенного давления происходит сокращение каверн с большой скоростью, сопровождаемое гидравлическими ударами тем более сильными, чем меньше газа содержат каверны, с частотами колебаний до сотен и тысяч килогерц. Если эти каверны захлопываются вблизи от обтекаемого потоком тела, то многократно повторяющиеся удары приводят к разрушению (кавитационной эрозии) поверхности обтекаемого тела. Увеличение скорости водного потока после начала кавитации вызывает быстрое возрастание количества каверн, которые затем объединяются в общую кавитационную каверну. Большие размеры кавитационных каверн и высокое давление внутри них даже при сравнительно малых скоростях набегающего на препятствие потока (6 м/с) могут соответствовать развитию кавитации, которая по своей разрушительной силе будет отвечать скоростям до 100 м/с [Физический энциклопедический словарь,

1983].

Поэтому стрежни таких потоков перед крутыми коленообразными поворотами долины Катуня, где к тому же создавался подпруживающий эффект, не меняя направления, частично перехлёстывали через низкие местные водоразделы. Эрозия потока, перегруженного влекомыми и взвешенными наносами, одновременно с мощнейшей кавитацией, формировали короткие узкие и часто глубоко врезаемые сквозные долины – спиллвеи. Они имеют каньонообразные, реже – узкие ящикообразные поперечные профили [Рудой, 2005] с крутыми часто субвертикальными стенками. Именно так, по нашему мнению, очень быстро могла произойти локальная перестройка долины у села Манжерок, а современное русло реки приурочено к положению стрежня катастрофического потока.

Участок долины Катуня практически идентичный манжерокскому находится выше устья реки Чемал. Здесь Катунь образует глубоко врезаемый крутой меандр, огибающий скальный гребень шириной 2 км и высотой над урезом реки 240 м. Этот гребень в меридиональном направлении насквозь прорезает каньонообразный спиллвей, являющийся продолжением южнее расположенного короткого прямолинейного участка катунской долины. К северу спиллвей постепенно расширяется и опускается до уровня Катуня. Его продолжением ниже по течению является спрямлённый эпигенетический участок долины Катуня сразу ниже устья реки Чемал. В южной части превышение спиллвея над урезом реки составляет всего 10–15 м. Здесь по его днищу проложена дорога на село Эдиган.

Ниже села Манжерок долина Катуня образует очередной крупный врезаемый меандр, огибая с запада гору Черепан (абсолютная высота 776 м). На этом повороте стрежень потока бил сначала в левый борт долины, а затем поворачивал на северо–восток. Поэтому на данном участке борт скалистый и обрывистый. При этом часть потока, не меняя направления,

перехлестывала через водораздел в долину реки Устюба, быстро формируя короткие узкие и глубоко врезанные сквозные долины – спиллвеи (рис. 5). Скорость потоков в таких спиллвеях могла достигать 15–20 м/с, а расход воды мог изменяться от 3000 м³/с до более 100000 м³/с [Бутвиловский, 1986, 1987, 1993].



Рис. 5. Спиллвей на водоразделе Катуни и Устюбы ниже с. Манжерок. Фото Г.Г. Русанова

Выходя на дистальный склон (противоположный по отношению к Катуни), спиллвеи начинают расширяться, и в этих местах, по нашему мнению, функционировали кратковременные, но исключительно мощные стационарные водовороты, которые даже в коренных палеозойских породах ложа вырабатывали крупные котловины. Подобная котловина, длиной 0,6 км и шириной 0,25 км, сильно заболоченная и до сих пор частично занятая озером (рис. 6), находится на днище такого спиллвея на водоразделе Устюбы и Катуни напротив устья реки Каим (левый приток Устюбы) на высоте 77 м над современным урезом Катуни, как и Манжерокское озеро [Русанов, 2007, 2015a].



*Рис. 6. Котловина стационарного водоворота занятая озером на выходе из спиллвея в долину Устюбы
Фото Г.Г. Русанова*

Образование подобных котловин В.В. Бутвиловский [1986, 1987, 1993] ранее отмечал в спиллвеях поздненеоплейстоценового Тужарского ледниково–подпрудного озера (водораздел бассейнов Башкауса и Чулышмана). Здесь, по его данным, наблюдаются огромные котловины, выработанные как в рыхлых, так и в коренных породах. Они образованы стационарными водоворотами, имевшими как горизонтальную, так и вертикальную ось вращения, и в осевой части которых, течения достигают наибольшей скорости и идёт интенсивная эрозия.

По мнению П.А. Окишева [1987, 2011], во время максимального средненеоплейстоценового оледенения через эту седловину (рис. 5) частично лёд из долины Катуня перетекал в долину Устюбы, и, следовательно, по своему происхождению она является экзарационной.

Однако таких седловин–спиллвеев, расположенных от 20–30 м до 60 м гипсометрически выше, более узких и коротких, но с обрывистыми крутыми скальными стенками, прорезающих на глубину до 50 м водораздел левого борта Катуня и

Устьябы на протяжении всего лишь четырёх километров (от устья Каянчи до устья Каима) несколько, но о них П.А. Окишев ничего не пишет. На скальных стенках и днищах этих спиллвеев какие-либо следы ледниковой экзарации (штриховка, полировка, борозды, царапины и т. д.) не обнаружены. В таком случае, при ширине долины Катуня на этом участке в 1–1,5 км, мощность заполнявшего её ледника должна была быть меньше 100 м. Поэтому мы считаем, что при постепенно расширяющейся вниз по течению долине и её незначительном уклоне этот ледник не дошёл бы и до Маймы, не то что, до Предалтайской равнины.

На днищах этих коротких спиллвеев отмечаются цепочки переуглубленных округлых котловин диаметром до 30 м, очевидно, созданных стационарными водоворотами и разделённых сглаженными выступами коренных пород. Кроме того, ниже спиллвеев правый длинный и пологий борт Устьябы до самого днища долины накрыт чехлом мелких очень чистых хорошо промытых почти не окатанных гравийников дресвянистого облика весьма пёстрого петрографического состава. На их поверхности часто встречаются мелкие (до 0,3 м в поперечнике) хорошо окатанные валуны петрографически различных пород, в том числе интрузивных, среди которых много гранодиоритов и габброидов. Этот рыхлый и сыпучий дресвянистый чехол совершенно не похож на морену.

Серия коротких узких и глубоких спиллвеев, днища которых находятся на высоте от 65 до 110 м над современным урезом Катуня, обнаружена и на поверхности скалистого гребня, огибаемого рекой ниже по долине между сёлами Союзга и Рыбалка, с северной стороны которого находится озеро Ая [Малолетко, 1970, 2004; Бутвиловский, 1993; Рудой, 1995; Гросвальд, Рудой, 1996].

Подобную гипотезу, объясняющую в частности образование Майминского вала, ещё около сорока лет назад впервые высказал А.М. Малолетко [1980]. По его мнению, этот вал

образовался в конце позднего неоплейстоцена в результате катастрофического прорыва и сброса вод обвальноподпрудного озера, занимавшего участок долины Катуня несколько выше озера Ая.

Такие валы состоят из осадков, отложенных в результате падения энергии водного потока, происходившего в условиях обратного течения в эрозионной тени коренных выступов, возле изгибов основных долин или в расширениях долин. Поверхности их в общем случае наклонены к коренным бортам долин. К предгорьям высоты уменьшаются, а в строении увеличивается доля хорошо промытых грубозернистых песков, возрастает окатанность гравия и гальки [Рудой, 2005; Rudoy, 2002]. Внутреннее строение одного из таких валов в долине Катуня у села Ая мы рассмотрели выше.

Мы полностью разделяем эти представления В.В. Бутвиловского и А.Н. Рудого [Русанов, 2005а, 2007, 2015а].

По нашему мнению, при прохождении фладстримов (гигантских гляциальных паводков) в расширениях долины, за крутыми поворотами и выступами бортов существовали зоны эрозионной «тени», где из водных потоков, насыщенных влекомыми и взвешенными наносами, в массовом порядке осаждался обломочный материал. В результате накапливались мощные слоистые толщи гравийных галечников, дресвяников и песков с включениями крупных валунов и глыб. В современном рельефе они имеют форму широких асимметричных валов, зачастую террасированных. На таких участках вдоль бортов долины возникали мощные противотечения, которые вырабатывали руслообразные понижения с вытянутыми западинами стационарных водоворотов. Впоследствии такие западины часто занимали озёра.

Наличие большого количества дресвы, мощных пачек и толщ дресвяников в разрезах высоких катунских террас В.В. Бутвиловский [1993], С.В. Парначёв [1999], А.Н. Рудой [2002, 2005], И.Д. Зольников [2008, 2010], Е.В. Деев и др. [2012а]

объясняют их переносом во взвешенном состоянии на значительные расстояния мощными катастрофическими потоками (фладстримами, гигантскими гляциальными паводками) и массовым выпадением в осадок в расширениях долин, в зонах эрозионной «тени». На спаде уровней таких паводков, когда падала их скорость и транспортирующая способность, в этих местах выпадали в осадок не только дресва, но и пески, и глинисто–алевритовые частицы, что фиксируется в верхних частях разрезов.

Микроаналоги подобных террасированных гигантских валов и русловых понижений противотечений у бортов можно и сейчас наблюдать в расширениях долин (завоях) практически на всех современных ручьях и реках. Здесь они формируются во время прохождения весенних половодий и мощных дождевых паводков. Один из таких примеров изображён ниже на рисунке 7. На этом рисунке хорошо видно, что во время паводка в расширении вдоль борта сформировалось руслообразное понижение противотечения. Стрежень потока проходил справа. Между ним и противотечением существовала зона эрозионной тени, где очень быстро образовалась асимметричная валообразная аккумулятивная толща. Сложена она грубообломочным галечно–гравийно–песчаным материалом. В строении даже этой микроформы полностью отсутствуют глинистая и алевритовая фракции, а пески представлены крупнозернистой фракцией. На спаде паводка, по мере понижения его уровня и выхода вала из–под воды, он оказался террасирован, а со стороны основного русла (стрежня) был частично размыт. Ситуация очень напоминает район Манжерокского озера, только в миниатюре.



*Рис. 7. Микроаналог гигантского вала в зоне эрозионной тени расширения долины, сформировавшийся во время весеннего паводка на одном из ручьёв в высокогорной Тархатинской котловине Горного Алтая
Фото Г.Г. Русанова*

Мы считаем, что подобная котловина площадью $1,2 \text{ км}^2$, длиной 2,2 км и максимальной шириной до 0,6 км находится в руслообразном понижении мощного противотечения у правого борта долины Катуня в 1,5 км к юго-востоку от села Манжерок. Наиболее пониженную часть этой котловины до сих пор занимает Манжерокское озеро, расположенное, по нашим данным, на высоте 77 м над урезом Катуня [Русанов, 2005а, 2007, 2015а].

Кстати, в семи километрах к запад–северо–западу (ниже по долине) на такой же высоте над рекой находится и днище спиллвея на водоразделе Устюбы и Катуня напротив устья Каима (рис. 5), о котором уже говорилось выше, и на днище которого также сохранилось озеро (рис. 6).

Отметим, что с каждым годом среди геологов и геоморфологов всё большее число сторонников, как в России, так и

за рубежом, приобретает гипотеза происхождения террас средней и нижней Катунки в результате неоднократных прорывов и катастрофических сбросов озёрных вод из Курайско-Чуйского и Уймонского ледниково–подпрудных озёр в позднем неоплейстоцене.

Манжерокское озеро по своему происхождению, с позиций этой гипотезы, является уникальным. Пожалуй, сегодня это единственный водоём подобного генезиса на территории Горного Алтая, сохранившийся в катунской долине до настоящего времени.

Донные отложения озера и вероятное время их накопления

В начале шестидесятых годов прошлого века о донных отложениях Манжерокского озера было известно лишь то, что в северо–западной его части береговая отмель сложена песком, перекрытым незначительным слоем ила [Селедцов, 1963]. И даже через 10 лет донные отложения озера по–прежнему оставались не изученными. Просто считалось, что они представлены современными песчано–илистыми образованиями [Гурский и др., 1973].

Ещё через 10 лет впервые более подробную характеристику донных отложений озера привёл В.В. Ильин [1982]. Он пишет, что на большей части акватории доминирует озёрный ил – сапропель мощностью более 5 м. Он тёмно-серого цвета студенистой консистенции, жирный на ощупь и сильно мажущийся, при высыхании становится почти чёрным, превращаясь в очень твёрдые комочки. В нём значительно больше органических веществ, чем минеральных, а тип засоления ила сульфатно–кальциевый. Менее распространены в озере песчаные и илисто–песчаные отложения, развитые параллельно западному берегу, в местах отсутствия сплавнины. На удале-

нии 20–25 м от берега они перекрываются сапропелем, мощность которого быстро увеличивается по направлению к центральной части озера. Вдоль берега на всём протяжении развития сплавнины узкой полосой (5–20 м) залегает грубодетритный (торфяной) ил тёмно-коричневого цвета, который в сторону озера постепенно замещается типичным сапропелем [Ильин, 1982].

Только десять лет назад впервые, с целью изучения мощности донных отложений озера и их оценки на содержание органического вещества, сотрудниками Алтайского треста инженерно–строительных изысканий (АлтайГИСИЗ) вкрест простирания её котловины, в зимнее время со льда по трём буровым профилям, было пробурено 10 скважин глубиной по 10 м каждая (рис. 8).

Основные результаты бурения кратко изложены в публикациях Ю.М. Цимбалея [2008, 2009], согласно которым скважинами вскрыты аллювиальные глины, накапливавшиеся в русле реки и озёрные сапропели общей мощностью немногим более 10 м, выполняющие котловину Манжерокского озера, один из наиболее представительных разрезов которых, по линии Б–Б (рис. 8), представлен ниже на рисунке 9.

У северо–западного берега озера пески встречены на глубине от 1,7 до 5,3 м, у юго–восточного – скважины глубиной 10 м пески не вскрыли. Эти пески идентичны слагающим верхнюю часть пятой террасы. Они, преимущественно, средней крупности с содержанием органических остатков 2–4%. Среди них отмечаются как мелкие пески, так и крупные, и гравелистые. Гравий плохо окатанный и не окатанный, его содержание изменяется от 7 до 42%, а количество пылеватых и глинистых частиц колеблется от 10 до 40%. По мнению Ю.М. Цимбалея [2008], это указывает на наличие переменных течений, а также периодическое поступление более грубого и слабо окатанного местного материала со склонов.

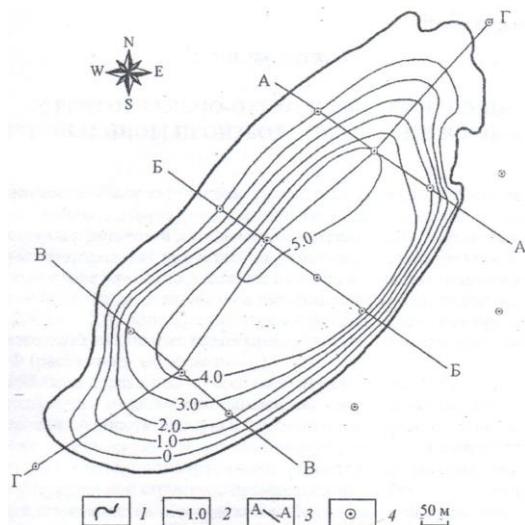


Рис. 8. Схема расположения буровых скважин в акватории Манжерокского озера (по Ю.М. Цимбалею, 2009)

- 1 – береговая линия озера в период межени;
- 2 – изолинии мощности сапропелевых илов в м;
- 3 – линии геологических разрезов; 4 – скважины

Затем в этом водотоке какое-то время сохранялся слабопроточный режим и в русле отлагались пылеватые глины с содержаниями органического вещества редко превышающими 6–7% [Цимбалею, 2008]. В них ещё достаточно высоким остаётся содержание песка (до 26%) и гравия (от 9 до 20%). Эти глины мощностью более 4,5–5 м смывались со склонов горы Синюха, а, кроме того, предполагается, что эти донные отложения могли образоваться и в результате развития сейсмогенных оползневых процессов [Цимбалею, 2009].

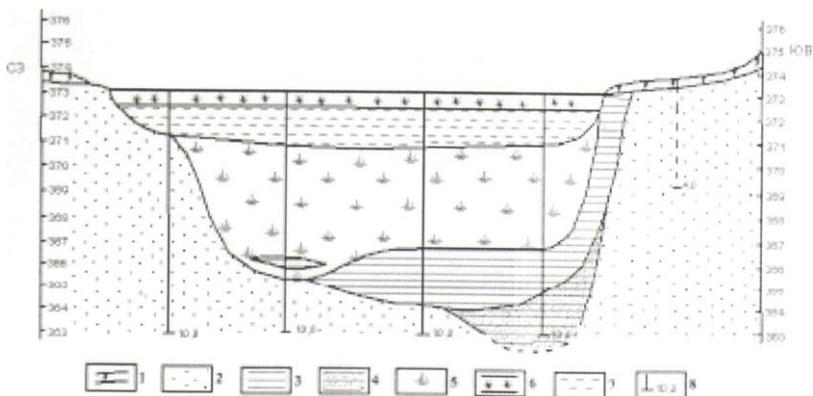


Рис. 9. Геологический разрез через Манжерокское озеро по линии Б–Б (по Ю.М. Цимбалею, 2008)

1 – почва суглинистая; 2 – пески средней крупности с прослойками песков мелких, крупных и гравелистых; 3 – глина с примесью органического вещества тёмно-серого и серого с зеленоватым оттенком цвета; 4 – глина пылеватая с примесью органических веществ серого и зеленовато-серого цвета; 5 – сапропель темно-серого до чёрного цвета высокопористый, тонкодисперсный; 6 – лёд; 7 – вода; 8 – буровые скважины

Петрографический состав дресвы и гравия, имеющего почти не окатанный дресвянистый облик не указан, а потому говорить о его поступлении с прилегающих склонов нет достаточных оснований. Значительное содержание дресвы и дресвянистого гравия в песках может иметь и совершенно другое объяснение, изложенное выше при рассмотрении катастрофической гипотезы происхождения котловины Манжерокского озера.

По нашему мнению, глины, залегающие между песками и сапропелями, никакого отношения ни к оползню, о чём уже говорилось выше, ни к аллювию, тем более русловому, не имеют и также являются озёрными. Эти глины в древнем русловом понижении установлены лишь в пределах наиболее

пониженной части ванны Манжерокского озера (рис. 9). Кроме того, трудно представить, что Катунь с её огромным бассейном питания и уклонами, на каком-то временном отрезке была настолько слабопроточной, что в её русле могли отлагаться глины. Даже на равнинных реках Алтайского края с их весьма незначительными уклонами, скромными расходами и очень медленными течениями в руслах накапливаются исключительно песчанистые гравийники и пески, но никак не глины.

В коллективной монографии «Природные комплексы Майминского района Республики Алтай» [2006] О.В. Журавлёва и Р.А. Аванесян пишут, что формирование и распределение донных отложений в Манжерокском озере определяются морфологией его котловины, рельефом дна и гидродинамическими процессами. Основное поступление взвешенного осадочного материала на дно озера происходит весной во время половодья и в периоды массового отмирания фитопланктона. Однако, как отмечают эти авторы, систематических наблюдений за характером распределения донных отложений не проводилось. Следовательно, и скорость их осадконакопления тоже не определялась. По В.В. Ильину [1982], только за счёт водяного ореха в озеро ежегодно вносится несколько десятков тонн зелёной массы листьев, стеблей, корней и плодов.

Даже, если принять среднюю скорость осадконакопления в 0,3 мм/год, то на аккумуляцию этой толщи потребовалось немногим более 33 тыс. лет. Если же считать озёрными только сапропели, как это делает Ю.М. Цимбaley [2008], максимальная мощность которых не превышает 5,4 м, то при той же скорости осадконакопления время существования озера будет не более 18 тыс. лет.

В таком случае, если это пятая надпойменная терраса Катунь, возникает вопрос, что было в Манжерокской котловине, как минимум, на протяжении предыдущих 100 тыс. лет, и по-

чему в течение этого длительного времени никакого осадконакопления в ней не было? Очевидно потому, что в то время ещё не было ни самой террасы, ни «старицы», ни «древнего переуглубленного русла», ни озёрной котловины. Однако, скорее всего, скорость осадконакопления в озере в разные периоды в зависимости от климатических изменений могла быть намного выше (на порядок, а то и больше), а значит и время существования озера является значительно меньшим.

Дно озера сравнительно ровное, в прибрежных частях на ширину от 20 до 60 м и более оно песчаное и илисто-песчаное, а далее сложено тонкодисперсным сапропелем с содержанием органического вещества от 10 до 38%, мощность которого изменяется от 2,0 до 5,4 м [Цимбалей, 2008, 2014]. Эти илы от их поверхности на глубину от 0,9 м до 1,9 м насыщены водой и имеют текучую консистенцию, а ниже, до подстилающих глин и песков, – текучепластичную и мягкопластичную [Цимбалей, 2009]. Следовательно, с глубин 0,9–1,9 м в сапропелях уже начинают проявляться процессы постседиментационного диагенеза, заключающиеся в их постепенном уплотнении и обезвоживании.

Однако на разрезе (рис. 9) илистые пески вообще отсутствуют. Причём, «временами происходили локальные выбросы в озеро пролювиальных масс, которые образовали внутри сапропелевых отложений линзы глин мощностью до 1 м с содержанием органики не более 4–7%» [Цимбалей, 2008, с. 24].

Если допустить, что такие неоднократные выбросы пролювия в озеро действительно имели место, то они должны были образовывать в толще сапропеля не изолированные линзы, а постепенно выклинивающиеся к противоположному берегу прослой и в любом случае озёрная ванна оказалась бы заполнена осадками ещё быстрее. К тому же, горный пролювий практически никогда не состоит из одной только глины. Он представлен, преимущественно, суглинками и супесями, в разной степени насыщенными дресвой и щебнем и даже мел-

кими глыбами, реже с их единичными включениями.

В то же время, судя по геологическому разрезу донных отложений, в Манжерокском озере, согласно рисунку 9, заимствованному из статьи Ю.М. Цимбалея [2008], сапропели (5) вложены в подстилающие их тёмно-серые и серые с зеленоватым оттенком глины (3). В свою очередь, эти глины (3) вложены в глины пылеватые (алевритовые? – Г.Р.) серого и зеленовато-серого цвета (4). Однако такой характер залегания отложений однозначно свидетельствует, как минимум, о двух стратиграфических несогласиях и длительных перерывах в осадконакоплении. Такие перерывы сопровождались глубокими размывами, и соответственно, выносом ранее накопленных глин. Следовательно, во время этих перерывов озера в котловине не должно было быть и из неё должен был иметься свободный сток. Либо, что вероятнее всего, данный разрез составлен неправильно, а между глинами и сапропелями на самом деле существуют постепенные фациальные взаимопереходы, как по вертикали, так и по латерали.

Преимущественно серый, тёмно-серый, зеленовато-серый и серый с зеленоватым оттенком цвет донных отложений (глин и сапропелей) по всей их толще свидетельствует, во-первых, об отсутствии перерывов в осадконакоплении и, во-вторых, о резко восстановительной геохимической среде осадконакопления. Возможно, накопление осадков протекало в условиях сероводородного заражения, в хорошо прогреваемом водоёме с достаточно устойчивым гидрологическим режимом, что вероятно было возможным только при относительно влажном и тёплом климате.

К тому же, если бы существовали длительные перерывы в осадконакоплении, то подстилающие отложения, находившиеся во время этих перерывов на дневной поверхности в окислительной обстановке, в процессе субаэрального диагенеза приобрели бы лёссовидный облик. Кроме того, они либо полностью изменили бы свой цвет, либо в них появились бы

многочисленные жёлто-бурые пятна и полосы лимонитизации. Всё вышесказанное пока лишь предположение и требует ещё дополнительного детального изучения.

Мы полагаем, что Манжерокское озеро на протяжении всей своей истории было проточным. На это, по нашему мнению, указывает довольно однообразное по площади осадко-накопление, установленное буровыми скважинами, и очень незначительное содержание в осадках хемогенной составляющей (SO_4^{2-} – 0,031 и Ca^{2+} – 0,011, в % на 100 г ила, по В.В. Ильину [1982]). Поэтому основная часть растворённого материала могла свободно выноситься из озера, не осаждаясь в нём. Кроме того, в сапропеле отмечены пониженные содержания таких элементов, как Zn (0,008%), Cu (0,0045%), Ni (0,0045%), Co (0,002%) [Селедцов, 1963], являющихся активными водными мигрантами, что также может свидетельствовать об их выносе и проточности озера.

Тонкодисперсные илы Манжерокского озера максимальной мощностью до 5,4 м, могут обладать лечебными свойствами, которые до сих пор не изучены. Пока известно только то, что они представлены среднезольным кремнезёмистым сапропелем [Комарова, 2010], что вероятно, позволяет предполагать значительную роль диатомовых водорослей в их образовании, протекавшем в условиях гумидного климата. Запасы этих илов по самой предварительной оценке составляют не менее 500 тыс. м³, что соответствует крупному месторождению. По данным Ю.М. Цимбалея [2009], объём сапропелевых илов в пределах контура с содержанием органики более 25–30% для метрового слоя оценён в 200–210 тыс. м³. Кроме того, сапропели пригодны для использования их в качестве химического сырья, а также комплексных органоминеральных удобрений, например, в земледелии и растениеводстве при выращивании зерновых и других культур.

К сожалению, в настоящее время для более детальных палеогеографических реконструкций пока нет достаточно на-

дѣжных и обоснованных фактических данных. Поэтому изложенные выше на основе имеющихся материалов наши представления о скорости и условиях осадконакопления в Манжерокском озере, на данном этапе крайне слабой изученности, следует рассматривать как предварительные, требующие дальнейшего уточнения.

Озѣра предгорно–низкогорной части Алтая, являясь продуктами рельефа и климата, очень чутко реагировали на климатические изменения, оставляя летопись этих изменений в своих донных осадках. Поэтому озѣрные отложения – уникальный объект для изучения изменений природной среды и климата во внутриконтинентальных областях [Русанов, 2007]. И в этом плане Манжерокское озеро действительно может стать в будущем одним из эталонов.

Такие особенности климата, как его высокая континентальность, неравномерное выпадение осадков, резкие потепления и похолодания периодически могли тормозить развитие растительности. Эти климатические изменения наиболее чѣтко фиксируются именно в донных осадках озѣрных водоемов, особенно хорошо прогреваемых. Поэтому такие отложения в длительно существующих озѣрах представляют значительный интерес для палеогеохимических (содержание и распределение химических элементов и основных породообразующих окислов) и минералогических исследований (особенно аутигенное минералообразование и минеральный состав глин), позволяющих проследить во времени смену климатических, ландшафтных, гидрологических и биологических режимов. К сожалению, на сегодняшний день донные отложения Манжерокского озера продолжают оставаться практически не изученными ни в фациальном, ни в литологическом, ни в минералогическом, ни в геохимическом отношении.

К настоящему времени известны лишь гранулометрический состав песков, подстилающих донные отложения Ман-

жерокского озера; общее содержание в этих песках, озёрных глинах и сапропелях органических веществ; повышенные (до 2–6 ПДК) содержания нефтепродуктов в озёрной воде [Цимбалей, 2008, 2009]. Единственная, до сих пор известная нам попытка определения микроэлементов в сапропелях этого озера была предпринята Н.Г. Селедцовым [1963] ещё в 1962 году, согласно которому, по данным спектрального полуколичественного анализа, содержания Ba, Be, Mn, Cr, Pb, V, Ni, Ti, Mo, Sn, Cu, Zn, Co не превышали фоновых значений, а такие элементы, как As, Hg, Sc, Sb, Ge, Bi, Nb, Li, Ag, Sr не были обнаружены. Кроме того, есть опубликованные результаты анализа водной вытяжки этого ила, полученные по единственной пробе [Ильин, 1982].

Не изучались донные образования и в палеонтологическом плане – ископаемые моллюски и остракоды, семена и плоды, споры и пыльца, диатомовые и харовые водоросли, и другие определяемые органические микро– и макроостатки. Не было попыток и определения их радиоуглеродного возраста. Всё это пока не позволяет сделать однозначный вывод о времени образования озера, возрасте накопившихся в нём донных отложений, скорости и условиях осадконакопления и провести обоснованные палеореконструкции ландшафтно–климатических изменений за всё время существования Манжерокского озера.

Возможно, какие–то из этих данных есть в отчётах ИВЭП СО РАН и АлтайГИСИЗ, сотрудники которых в последние годы занимались изучением Манжерокского озера и его донных отложений. К сожалению, эти отчёты для широкого круга исследователей недоступны, а в опубликованной литературе таких сведений, кроме отмеченных выше, мы пока не нашли.

О времени появления водяного ореха в озере

В Красной книге Республики Алтай [2000] в статье о Манжерокском озере написано, что в нём ещё с доледникового времени сохранился третичный реликт – водяной орех гребенчатый (*Trapa pectinata*), переживший суровое испытание ледникового периода (следовательно, озеро должно существовать, как минимум, с дочетвертичного времени, а это более 2,5 млн. лет) и здесь же перечислены практически те же самые гипотезы образования озера. Его заросли являются самыми крупными среди всех алтайских озёр и занимают площадь около 5 га [Ильин, 1976, 1982]. Водяной орех находится под угрозой полного исчезновения и внесён в Красные книги России и Республики Алтай [1996].

Однако в некоторых публикациях это растение фигурирует под разными названиями. Так, в книге «Горный Алтай» [1971] оно имеет название *Trapa sibirica*. В Красной книге Республики Алтай [1996] – *Trapa natans*. В коллективной монографии «Природные комплексы Майминского района Республики Алтай» [2006] в разделах, написанных разными авторами, его называют в одном случае *Trapa natans*, в другом – *Trapa sibirica*. В статье А.В. Васиной [2015] даётся первое название – *Trapa natans*. Три разных названия одного и того же растения вызывают некоторые сомнения в достоверности видового определения водяного ореха.

Водяной орех, известный также как чилим, рогульник, чёртов орех, водяной каштан очень чувствителен к составу воды, освещённости и температуре. Он предпочитает илистые грунты медленно текущих или стоячих пресных водоёмов (озёра, старицы, речные заводи) с прогретой водой. Растёт на глубине от 0,5 до 2,5 м. Это однолетнее растение. Его гибкий, плавающий в воде стебель, вырастающий в длину до 3,6–5 м, погружён в донный ил (сапропель), удерживаясь в

нём, как якорем, прошлогодним плодом–орехом. При подъёме воды растение может оторваться от грунта и свободно плавать, пока не достигнет нужной глубины, где снова укореняется. Подводные листья чилима нитевидные, рано опадают. На поверхности воды плавают розетки из жёстких ромбических листьев 2,5–4 см длиной и 3–5 см шириной с длинными черешками. В верхней части эти черешки имеют воздухоносные ткани, поддерживающие на плаву листья с плодами, а плавучесть регулируется за счёт количества воздуха в тканях. Плоды водяного ореха, падая в донный ил, остаются жизнеспособными в течение длительного времени (от 10–12 до 40–50 лет) лет, хотя чаще всего прорастают в первые два года [Лежнев, 2002; Гауэрт и др., 2012].

Плоды этого удивительного растения обладают лечебными свойствами, поэтому использовались при изготовлении средств для профилактики и лечения атеросклероза. В народной медицине плодами ореха лечат бешенство, дизентерию, укусы змей. Плоды содержат белок (20%), крахмал (52%), жир (0,7–3%), сахар (3%), а также углеводы, флавоноиды, фенольные и азотистые соединения, тритерпеноиды, дубильные вещества, витамины и минеральные соли железа, кальция, калия, магния, фосфора [Горный Алтай, 1971; Лежнев, 2002]. Из плодов ореха приготавливают муку и пекут хлеб. По питательности плоды водяного ореха выше, чем многие злаки, выращиваемые человеком. Высока урожайность естественных зарослей водяного ореха, она составляет 2–3,5 т/га [Лежнев, 2002]. По предварительным подсчётам В.В. Ильина [1982] в Манжерокское озеро с площади в 5 га ежегодно падает около 10–12 т плодов этого растения, что будет соответствовать урожайности в 2–2,4 т/га.

Водяной орех считается сохранившимся до наших дней реликтом умеренно теплолюбивой третичной тургайской флоры, расцвет которой приходился на поздний палеоген – ранний неоген (олигоцен и ранний миоцен – 33,9–16,5 млн.

лет назад). В ископаемом состоянии пыльца его цветов на территории южной части Западной Сибири впервые появляется в отложениях второй половины раннего олигоцена (новомихайловское время – 30,15–28,4 млн. лет назад), а ископаемые карпоиды были обнаружены в Прииртышье в отложениях туртасской свиты журавского горизонта позднего олигоцена (28,4–23,03 млн. лет назад) [Никитин, 1989].

Практически все исследователи считают, что водяной орех постоянно обитает в этом озере с доледникового (дочетвертичного, неогенового) времени. Однако никаких аргументов в пользу этого никто, нигде и никогда, кроме В.В. Ильина [1982], почему-то не приводит. Очевидно, потому что, как отмечает В.А. Николаев [1999], в геоботанической литературе господствовало мнение, что термофильные флористические элементы Южной Сибири являются реликтами «третичного» возраста, наследующими чуть ли не тургайскую широколиственную флору. Другими словами – они постоянно обитали здесь с момента своего появления.

По мнению В.В. Ильина [1982], в пользу предположения о длительном произрастании водяного ореха в Манжерокском озере говорят следующие факты: 1 – полное доминирование водяного ореха в озере; 2 – мощная толща сапропеля могла отложиться лишь за длительный период времени (12–15 тыс. лет) и при участии основного макрофита этого озера – водяного ореха; 3 – морфологические отличия плодов, листьев, корневых систем и некоторые биологические отличия водяного ореха из Манжерокского озера могли возникнуть при условии длительной изоляции. Поэтому, исходя из вышеизложенного, трудно предположить, что Манжерокское озеро недавно заселено водяным орехом.

Однако мы считаем, что по ряду причин реликтовый водяной орех не мог обитать в Манжерокском озере с дочетвертичного времени и появился в нём относительно недавно, также как и в Колыванском озере [Русанов, 2015б; Русанов и

др., 2016]. Рассмотрим ниже эти причины.

Во-первых, из вышеизложенного нами однозначно следует, что это растение не могло сохраниться здесь с доледникового времени хотя бы потому, что озера тогда ещё не было. Оно образовалось уже в постледниковое время или, как минимум, на этапе деградации последнего оледенения. В лучшем случае озеро могло образоваться около 127 тыс. лет назад, но не позднее 15–12 тыс. лет назад [Русанов, 2015б], а это поздний неоплейстоцен. Исходя из мощности накопившихся в нём озёрных отложений, нам представляется наиболее реальной вторая цифра, тем более, что и А.М. Малолетко [2003, 2004] время образования котловины озера Ая определяет в 15–13 тыс. лет назад.

Практически то же самое говорит и В.В. Ильин [1982], ни словом не упоминая о дочетвертичном времени. Напротив, он подчёркивает, что возраст озера определяется возрастом террасы, на которой оно расположено и его происхождением. Кроме того, толща сапропеля, по его мнению, могла накопиться в озере за 12–15 тыс. лет, а это самый конец позднего неоплейстоцена.

Во-вторых, если бы озеро непрерывно существовало с неогенового (дочетвертичного) времени, то мощность накопившихся в нём отложений составляла бы многие сотни метров. Как, например, в Чуйской, Курайской, Тархатинской, Уймонской и других межгорных котловинах Юго-Восточного и Центрального Алтая, где по результатам геофизических исследований (зондирования становлением поля, вертикальные электрические зондирования, электротомография на постоянном токе, метод переходных процессов) и буровых картировочных скважин, она изменяется от 300 до 1200 м [Девяткин, 1965; Розенберг, 1972; Богачкин, 1981; Лузгин, Русанов, 1992; Деев и др., 2011, 2012б; Русанов, Цаер, 2014].

В Верхнеишинской и Устюбенской котловинах за сред-

ний и поздний неоплейстоцен накопилась толща только озёрных и озёрно–аллювиальных отложений мощностью от 40 до 107 м [Барышников, 1992; Русанов, 2007]. Даже в Телецком озере, образование ванны которого началось в среднем неоплейстоцене, мощность рыхлых отложений в южной части, установленная по результатам вертикального электрозондирования, не менее 58 м [Бакшт, 1979], а по данным непрерывного сейсмопрофилирования она составляет более 450–500 м, причём мощность собственно озёрных отложений – не менее 150 м [Селезнёв и др., 1995]. В Манжерокском озере эта мощность всего лишь немногим более 10 м.

В таком случае ванна Манжерокского озера при своих весьма незначительных размерах была бы полностью заполнена озёрными и склоновыми осадками и само озеро давным-давно бы исчезло ещё в неогене, не оставив даже следов на поверхности. Да и литология террасового комплекса, на поверхности которого находится озеро, была бы в этом случае совершенно иной [Русанов, 2015б]. К тому же, ни в одной долине Горного Алтая не сохранилось ни одной террасы не то что неогенового, а даже раннеплейстоценового возраста. Да и возраст террас, считающихся среднеплейстоценовыми, достоверно так и не установлен и находится под вопросом, о чём уже говорилось выше.

В–третьих, несмотря на то, что водяной орех является эвритермным растением [Буракова, 1986], которое способно выдерживать довольно значительные температурные колебания, как в сторону потепления, так и в сторону похолодания, в климатических условиях неоднократных четвертичных оледенений, он просто не смог бы выжить. А таких оледенений и глубоких похолоданий климата в четвертичной истории северного полушария Земли, сопоставляемых с морскими изотопными кислородными стадиями (МИС–18, –16, –14, –12, –10, –8, –6, –4, –2), только в неоплейстоцене (787–11 тыс. лет назад) было не менее девяти [Четвертичная система, 2008]. И

это без учёта кратковременных (сотни – тысячи лет), но очень глубоких стадияльных похолоданий климата в периоды деградации этих оледенений.

Водяной орех является показательным видом оптимальной фазы тёплого межледникового интервала [Новенко и др., 2007] и уже в тридцатые годы прошлого века он считался руководящей формой только для тёплых межледниковий четвертичного периода европейской части России [Герасимов, Марков, 1939].

Сказать что-либо конкретное о климатических условиях более ранних ледниковых эпох неоплейстоцена в этой части Горного Алтая пока затруднительно. Во время же последнего (сартанского, МИС–2) оледенения (24–10,2 тыс. лет назад) на юге Западно–Сибирской равнины и в северных предгорьях Алтая климат был очень суровым со среднегодовыми температурами, по одним данным, на 6–7°C [Русанов, 2007], а по другим данным, на 9–11°C ниже современных [Развитие ландшафтов..., 1993; Волкова, Михайлова, 2001]. И даже в самом его конце (в позднем дриасе – 10,9–10,2 тыс. лет назад), эти температуры здесь могли быть на 10°C ниже [Климанов, 1994]. Для сравнения – в настоящее время среднегодовая температура воздуха в окрестностях озера Ая, расположенного в 20 км от Манжерокского озера, положительная – +1°C [Малолетко и др., 2004], то есть на 10–12°C выше.

В таких климатических условиях неизбежно интенсивно развивались многолетняя мерзлота и процессы криогенного морфогенеза [Николаев, 1999, Русанов, 2007], следы которых сохранились в виде криотурбаций и в озёрных отложениях низкогорно–предгорной части Северо–Восточного и Северного Алтая на абсолютных высотах до 260 м [Барышников, 1992; Бутвиловский, 1993; Русанов, 2007]. Следы многолетней мерзлоты сохранились даже в отложениях Чагырской пещеры в долине Чарыша на абсолютной высоте 400 м [Маркин и др., 2011], то есть практически на той же высоте, что и

Манжерокское озеро.

В целом же, последняя (сарганская, МИС–2) ледниковая эпоха, несмотря на то, что она была самой короткой из всех ледниковий неоплейстоцена, характеризуется на юге Западной Сибири особой суровостью ландшафтно–климатических условий [Волкова, Михайлова, 2001]. Продолжительность этой эпохи, принятая в настоящее время, составляет всего 13 тыс. лет [Четвертичная..., 2008].

В подтверждение данного вывода ниже приведём некоторые фактические материалы по низкогорной части Северного и Северо–Восточного Алтая, примыкающей к Манжерокскому озеру, полученные преимущественно за последние два десятилетия.

О холодном перигляциальном климате северных низкогорий и предгорий Алтая в позднем неоплейстоцене свидетельствуют сохранившиеся в составе растительности до настоящего времени растения, типичные для субальпийских и альпийских лугов и горных тундр, овсец Шелля, овсец пустынный, мятлик степной, хамеродос прямостоящий, шлемник приземистый, арктогерон злаковый, володушка многожилчатая, астра альпийская, курильский чай, карагана золотистая [Николаев, 1999; Николаев, Копыл, 2007].

Кроме того, в долинах низкогорий Северного Алтая обнаружены довольно многочисленные и разнообразные ископаемые – остатки крупных млекопитающих, типичных представителей мамонтового фаунистического комплекса. Так, например, в долине Катунь в 35 км ниже Манжерокского озера, у села Майма в отложениях шестидесятиметрового Майминского вала на глубине 8 м, найдены ископаемые кости мамонта, радиоуглеродный возраст которых определён в 28730 ± 995 лет (СОАН–2301) [Малолетко, Паньчев, 1991; Барышников, 1992]. В нижней части его разреза имеются скопления костей мамонта, шерстистого носорога, бизона и других [Маринин и др., 2005].

В сентябре 1995 года в долине реки Иша у села Чоя (55 км к северо-востоку от Манжерокского озера) в карьере нами были обнаружены шейный позвонок и крупный обломок бивня длиной 1,2 м, принадлежащие, по определению А.В. Шпанского, мамонту (*Mammuthus primigenius* Blum.), радиоуглеродный возраст которых был определён Л.А. Орловой в 17600 ± 500 лет (СОАН–3503) и 17220 ± 245 лет (СОАН–3504), соответственно. Здесь же в 2 м ниже по разрезу обнаружен неопределимый обломок кости крупного млекопитающего возрастом в 18620 ± 300 лет (СОАН–3502) [Русанов, 1996, 2007; Русанов, Шпанский, 2005; Русанов и др., 2010]. О находках в этом карьере ископаемых костей мамонта ещё в мае 1988 года писала республиканская газета «Звезда Алтая».

Ниже по долине Иши, между устьем речки Ташта (левый приток Иши) и посёлком Горный (45 км к север-северо-востоку от Манжерокского озера), в озёрных отложениях, охарактеризованных у села Новая Суртайка целой серией из шести радиоуглеродных датировок: 20240 ± 740 лет (ЛГ–59), 16000 ± 300 лет (ЛГ–66–Б), 15910 ± 100 лет (ЛГ–66–А) [Бадинова и др., 1976], 15850 ± 680 лет (ЛГ–14) [Зубаков, 1967], 17500 ± 100 лет (СОАН–746) [Панычев, 1979] и 15680 ± 75 лет (СОАН–1838) [Николаев, 2001], в июле 1995 года и августе 2004 года нами обнаружены многочисленные и разнообразные ископаемые остатки крупных млекопитающих [Русанов, 1996; Русанов, Шпанский, 2005; Русанов и др., 2010].

По заключению А.В. Шпанского, они принадлежат мамонту (*Mammuthus primigenius* Blum.) – фрагмент таза, два позвонка, три фрагмента зубов, обломки бивней, большая берцовая кость, обломок челюсти с верхним правым зубом молодого животного; лосю (*Alces alces* L.) – два рога, челюсть, ребро, большая берцовая кость, а также нижняя часть метакарпальной кости очень молодого животного; лошади (*Equus* sp.) – два зуба и локтевая кость; кулану (*Equus hemionus* Pall.) – нижняя челюсть с неполным зубным рядом.

Наиболее многочисленными оказались остатки разных особей бизона (*Bison priscus* Woj.) – рог, метаподий, фрагмент затылочной кости, пять шейных позвонков, грудной позвонок, бедро без верхней части, метакарпальная кость, фрагмент таза, три метатарсальные кости, нижняя часть правого плеча, верхняя часть бедра, локтевая кость, пятка, астрагал, большая берцовая кость молодого животного [Русанов, 1996; Русанов, Шпанский, 2005; Русанов и др., 2010].

Ранее в этих же отложениях у Новой Суртайки были обнаружены и остатки шерстистого носорога (*Coelodonta antiquitatis*) [Адаменко, 1963].

К западу от села Сейка (60 км к востоку от Манжерокского озера) в верховьях ручья Тургузень (левый приток реки Ынырга) на абсолютной высоте около 600 м в крупной карстовой котловине шурфом вскрыты плотные пластичные озёрные глины зеленовато- и голубовато-серого цвета, в которых на глубине 5 м был обнаружен зуб мамонта [Русанов, 2007].

Вся эта ископаемая крупная фауна была в прошлом характерна для холодных перигляциальных тундрово–степных и лесотундровых ландшафтов с незначительной (15–30 см) глубиной снежного покрова в зимний период.

Кроме того, на территории Горно–Алтайска в разрезе Улалинской палеолитической стоянки из перекрывающих делювиальных суглинков определены ископаемые остатки мелких млекопитающих, в том числе сурка (*Marmota* sp.), пеструшки жёлтой (*Eolagurus luteus*), цокора (*Myospalax* sp.) и суслика (*Citellus* sp.) [Адаменко, 1974], которые в прошлом также входили в состав перигляциального мамонтового фаунистического комплекса.

К тому же, из верхненеоплейстоценовых озёрных отложений, вскрытых расчистками в долине Иши между устьем речки Ташта и селом Карагуж, по нашим сборам, Е.А. Пономарёвой выделены палеокарпологические комплексы со значи-

тельным количеством в отдельных интервалах, отвечающих стадийным резким похолоданиям климата, семян растений арктоальпийской флоры – *Duschekia fruticosa*, *Papaver nudicaule*, *Papaver pseudocanescens*, *Carex pauciflora* Lightf., *Oxyria* sp., *Aquilegia* sp. и др. Современные ареалы этих растений в Горном Алтае находятся на абсолютных высотах не ниже 1500 м, где среднеиюльские температуры воздуха – не более +14°C [Русанов, 2007].

Из этих же отложений, ниже по долине Иши у села Новая Суртайка, ранее были выделены комплексы ископаемых наземных и пресноводных моллюсков, остракод и семян, отражающих холодный влажный климат [Адаменко, 1974; Пономарёва, 1995].

В 19 км к юго–западу от Манжерокского озера на водоразделе рек Устюба и Светлая на абсолютной высоте более 900 м в крупной карстовой котловине установлены озёрные отложения, которые накапливались во время последнего оледенения в суровых климатических условиях, на что указывают содержащиеся в них спорово–пыльцевые спектры и комплексы, ископаемые семена и фауна остракод [Сергеев, 1968; Русанов, 2005б, 2007]. Различные органические остатки, и особенно многочисленные раковинки остракод стенотермохолодолюбивого вида *Cytherissa lacustris*, позволяют сделать вывод, что в летнее время температура воды в этом озере могла быть ниже +15°C.

Таким образом, получается, что климат северных низкогорий и предгорий Алтая в интервале абсолютных высот 260–900 м во время последнего оледенения и ледниковых стадий на этапе его деградации, мог быть значительно более суровым, чем например современный климат Чуйской котловины Горного Алтая с отрицательной среднегодовой температурой –6,7°C, при среднеиюльской температуре воздуха +13,8°C [Горный Алтай, 1971], расположенной на 1350 м гипсометрически выше Манжерокского озера. Даже сейчас, несмотря на

потепление климата, в Чуйской котловине температура поверхностного слоя воды в озёрах не превышает летом $+13...+14^{\circ}\text{C}$ [Бородавко, Ахматов, 2003].

Значит и в Манжерокском озере во время последнего оледенения температура поверхности воды летом была не выше $+13^{\circ}\text{C}$, возможно, она не превышала даже $+10...+11^{\circ}\text{C}$, а это на 12°C ниже современной. В то же время, для жизнедеятельности водяного ореха вода в летнее время должна прогреваться до температуры не ниже $+16...+18^{\circ}\text{C}$ [Волкова, 2011]. По данным В.В. Ильина [1982], прорастание водяного ореха в этом озере начинается в мае месяце после того, как вода вдоль берегов прогреется на всю глубину до температуры $+16...+19^{\circ}\text{C}$.

Следовательно, минимальная летняя температура воды, необходимая для жизни водяного ореха, на $5-6^{\circ}\text{C}$ больше, чем могла быть в Манжерокском озере во время последнего оледенения.

В подтверждение этого вывода обратим внимание на следующее обстоятельство. В настоящее время в центральной части мелководного Манжерокского озера, где в летнее время температура придонных слоёв воды вследствие родникового питания не поднимается выше $+10...+13^{\circ}\text{C}$, водяной орех отсутствует [Цимбалей, 2014].

Таким образом, палеонтологические и палеокарпологические материалы, кратко изложенные выше, убедительно показывают, что северные предгорья и низкогорья Алтая в ледниковые эпохи неоплейстоцена, особенно позднего, подвергались мощному климатическому влиянию горных и материковых оледенений. Они оказывались в перигляциальной зоне, в мерзлотной тундрово-степной и лесотундровой обстановке. Поэтому здесь никак не могла сохраниться термофильная флора, начиная с «третичного» времени. Эта флора неизбежно должна была исчезать в холодные ледниковые периоды неоплейстоцена [Николаев, 1999] и появляться вновь в тёп-

лые оптимальные фазы межледниковий.

Следовательно, в суровых климатических условиях четвертичных оледенений водяной орех просто не смог бы выжить, так как температура воды в Манжерокском озере должна была быть намного ниже современной, даже в том случае, если Катунский ледник никогда досюда не доходил [Русанов, 2015б].

По нашему мнению, реликтовый водяной орех мог быть занесён в озеро, скорее всего древними людьми, использовавшими его в пищу, из каких-то более тёплых южных районов, где он благополучно смог пережить последнее оледенение [Русанов, 2015б]. При раскопках палеолитических стоянок на территории России находят большие пищевые отвалы раздробленных водяных орехов [Лежнев, 2002]. Причём занести его могли сравнительно недавно, не ранее самого конца позднего неоплейстоцена – начала голоцена и не позднее 2,5 тыс. лет назад.

Такое предположение нам кажется наиболее вероятным, так как в непосредственной близости от озера в районе северо-западной окраины села Манжерок (Чултуков Лог) сегодня известно 98 погребальных курганов эпохи раннего железа, которые относятся к периоду с V по III века до нашей эры [Деев и др., 2012а], а юго-западнее озера, на берегу р. Едрала, ещё в 1977 году А.П. Окладниковым были обнаружены стоянки древнего человека, которые относятся к верхнему палеолиту-мезолиту [Андреева, 2008].

Нахождение водяного ореха в Манжерокском озере, пишет Н.В. Федоткина, рассматривается как реликтовое, оторванное от основного ареала [Природные комплексы..., 2006]. Мы полагаем, что эта его оторванность также работает в пользу нашей версии.

Несмотря на то, что Манжерокское озеро является охраняемым памятником природы и, вероятно, единственным естественным водоёмом на территории Республики Алтай, в

котором растёт краснокнижный водяной орех, в последнее время орех находится под угрозой полного уничтожения. Уже сейчас популяция водяного ореха в озере катастрофически сокращается не только из-за загрязнения и зарастания водоёма, но и истребления отдыхающими. По этим же причинам в озере под угрозой исчезновения находится и кувшинка чисто-белая [Гауэрт и др., 2012].

В заключение данного раздела отметим, что по устному сообщению А.Я. Бондарева, который провёл опрос охотоведов-старожилов, А.П. Бобрышев сообщил ему, что на территории Республики Алтай он ещё в 1970-х годах встречал водяной орех на озёрах в Улаганском районе, а на территории Алтайского края – на двух высокогорных озерах в верховьях Белоголосова Коргона. Мы считаем это сообщение очень интересным и заслуживающим внимания, но требующим проверки. В.В. Ильин [1976], изучавший в 1964–1975 годах водную растительность среднегорных и высокогорных озёр Горного Алтая, в том числе и Улаганского района, водяной орех в них не обнаружил. Если данное сообщение подтвердится, это будет ещё одним веским свидетельством прогрессирующего потепления современного климата Горного Алтая.

Часть II

ОЗЕРО АЯ

Озеро Ая (рис. 10) находится в низкогорной части Северного Алтая на территории Алтайского района Алтайского края у подножия левого склона долины реки Катунь, в 20 км ниже Манжерокского озера. На крупномасштабных топографических картах его уровень приурочен к абсолютной высоте 319 м, что на 51 м выше уреза воды в Катунь.



Рис. 10. Озеро Ая. Фото Г.Г. Русанова

Приводя краткую историческую справку изучения озера Ая и его окрестностей, А.М. Малолетко сначала отмечал, что эта история очень короткая и бессистемная [2003], а уже через год, что она продолжительная, но бессистемная [2004]. А.А. Маринин [1997] также считает, что история исследования озера Ая не продолжительная.

Также, как и в случае с Манжерокским озером, в публикациях разных исследователей, занимавшихся изучением озе-

ра в разные годы, либо писавших о нём, основные морфометрические характеристики водоёма (длина, ширина, глубина, площадь водного зеркала, объём воды) и даже высотное положение над уровнем моря и урезом Катуня – очень часто различаются, и иногда, довольно существенно.

По В.А. Обручеву [1948], озеро Ая, лишённое стока и питаемое, вероятно, подземными ключами, находится в плоской впадине на поверхности третьей высокой террасы Катуня.

По данным Н.Г. Селедцова [1963], озеро Ая длиной 400 м и с береговой линией в 1400 м находится на абсолютной высоте около 380 м. Озёрная ванна имеет воронкообразную форму с более крутыми северными и западными подводными склонами и более отлогими восточными и южными. Крутизна подводных склонов в непосредственной близости от берега достигает 50–60° и более, исключая северо–восточный угол, где крутизна несколько меньше. Уровень воды озера на 75 м выше уровня реки Катунь, а превышение дна озера над Катунью равно 35 м. Следовательно, в таком случае глубина озера должна быть 40 м. Однако в статье этого исследователя написано, что глубина озера 12 м, в то время как на геоморфологическом профиле [Селедцов, 1963, рис. 1] хорошо видно, что эта глубина – около 24 м. В более поздней работе уже указано, что глубина озера – 25 м [Шпилекова, Селедцов, 1971].

Заметим при этом, что озеро Ая не может находиться на абсолютной высоте 380 м, так как уровень воды в нём всего на 75 м выше уровня Катуня, который находится на абсолютной высоте 268 м. Следовательно, в этом случае высота озера над уровнем моря должна быть 343 м.

Первоначально А.М. Малолетко писал, что небольшое озеро Ая длиной 370 м и шириной 350 м возвышается на 51 м над руслом Катуня [Малолетко и др., 1970]. Сейчас же, по его данным, озеро Ая имеет форму близкую к изометричной размером 400 × 390 м, средняя глубина его 12 м, а максимальная глубина достигает 21,7 м. При этом максимальная длина

озёрной котловины – 409 м, минимальная ширина – 190 м, а длина береговой линии – 1410 м. Озёрная ванна имеет крутые склоны, особенно у северного берега, и плоское дно, выполненное толщей чёрных илов мощностью до 2,7 м и залегающих под ними белых озёрных мергелей неустановленной мощности [Малолетко, 2003, 2004]. Хотя ранее, данный автор отмечал, что мощность этих мергелей в южной части озера превышает 2,5 м [Малолетко, 1980]. Следовательно, первоначальная глубина её могла быть около 27 м, а возможно, и несколько больше.

На этой же поверхности к северу и западу от озера Ая находятся ещё две котловины – Пионерская и Моховое Болото вытянутой формы, размеры которых – 200 × 70 м и 1200 × 200 м, соответственно. Глубина впадины Моховое болото – более 40 м, Пионерской – 15 м [Малолетко и др., 2004].

Все три впадины имеют характерное раздвоение («ласточкин хвост») в нижнем (по долине Катуня) конце. Уровень озера Ая находится на 47 м выше уреза Катуня и на абсолютной высоте 319,4 м, а днище её впадины на 25 м выше Катуня. Сухие днища котловин Пионерской и Моховое Болото имеют абсолютные отметки 308,1 и 282 м, соответственно, и возвышаются над урезом Катуня на 32 и 10 м [Малолетко и др., 2004, рис. 3]. Следовательно, урез Катуня должен находиться на абсолютной высоте 272 м, а на самом деле напротив озера Ая (к востоку) он приурочен, как уже отмечалось, к высотной отметке 268 м. В таком случае, либо превышение озера над Катунью должно составлять не менее 51,4 м, либо его абсолютная высота А.М. Малолетко определена неверно. Это же относится и к двум другим котловинам.

Согласно А.К. Захарову [1973, 1976], озеро представляет собой блюдцеобразную западину почти изометричной формы размером 370 × 350 м. Глубина его составляет 21–23 м, а на отдельных участках она может достигать 30–35 м. Уровень водной поверхности озера находится на абсолютной высоте

320 м, а превышение относительно русла Катуня составляет 50 м. Кроме того, вблизи озера находятся ещё две сухие западины удлинённой в меридиональном направлении формой и крутыми бортами. Размеры их в плане достигают 500×120 м и 100×40 м. Более крупная из них ранее была заполнена водой.

В своей статье Н.Н. Михайлов [1994] также пишет, что озеро Ая имеет размеры 370×350 м, а вот его глубина превышает 40 м.

По А.А. Маринину [1997], озеро Ая имеет округлую форму в виде вытянутого сердечка. Площадь его – 93000 м^2 , длина – 409 м, ширина – 190 м, максимальная глубина – 21,7 м.

В одной из работ А.М. Маринина [1998] приводятся данные о том, что озеро – неправильной округлой формы, длиной 400 м, наибольшей глубиной 25 м, длина береговой линии составляет 1400 м, а площадь водного зеркала 87500 м^2 . В другой же статье этого автора параметры озера указаны несколько иные: длина 400 м, ширина 219 м, площадь 87600 м^2 и находится оно на высоте 75 м над руслом Катуня [Маринин, 2003, табл. 2].

По Е.И. Гончаровой с соавт. [2002], небольшое озеро Ая со скалистыми берегами имеет размеры 300×400 м и образовалось оно в прогибе земной коры.

Имеются также данные о том, что озеро Ая находится выше уровня Катуня всего на 25 м [Барышникова, Прудникова, 2003].

А.М. Малолетко [2004] отмечает, что в книге А.Н. Романова и С.В. Харламова «По дважды Алтайской земле», вышедшей в 2003 году, указано, что глубина озера Ая в южной части составляет 810 м. Он пишет, что в этой книге в сведениях об озере немало досадных опечаток, которые могут поставить в тупик неискущённого читателя.

В Красной книге Алтайского края [2009] написано, что абсолютные высоты озера Ая 350–500 м, оно имеет округлую

форму в виде вытянутого сердечка, а его уровень на 49 м выше уреза реки Катунь. Все остальные параметры водоёма (площадь, длина, ширина, средняя и максимальная глубина) такие же, как и в работах А.М. Малолетко.

В опубликованной литературе имеются расхождения как в показателях площади озера, так и объёма воды в нём. По Н.Г. Селедцову [1963], площадь водного зеркала озера Ая – 87500 м², объём воды – 1093740 м³, прозрачность воды 8–9 м. По А.К. Захарову [1976] площадь водной поверхности близка к 100000 м². По данным А.М. Малолетко [2004], площадь этого озера – 93000 м², объём воды – 1116000 м³, а прозрачность воды в летнее время по результатам исследований 1971–1972 годов изменялась от 5,8 до 6,1 м. В последнее время объём воды в озере Ая определяется в 1090000 м³ [Прудникова, 2007], а её прозрачность в начале 2000–х годов составляла (по методу Селина) 20–30 см [Малолетко и др., 2004].

В 1961 году максимальная температура поверхностного слоя воды в июле отмечена на уровне +22...+26°C, на средних глубинах вода прогревалась до +12...+14°C, а в придонных слоях – до +7...+12°C [Селедцов, 1963]. В августе при температуре воздуха +26°C температура воды поверхностного слоя составляла +20...+22°C, уменьшаясь с глубиной до +10...+12°C [Захаров, 1976]. В последние годы средняя температура воды в озере Ая летом с показателями +22...+23°C характерна лишь для поверхностного слоя, в то время как на глубине 5 м, она прогревается только до +19°C лишь к концу лета, а температура придонной воды в течение всего года одинаковая +4,3°C [Малолетко и др., 2004].

Фотографии и схемы образования, а также строения названных выше котловин приведены в работах В.В. Бутвиловского [1993, рис. 40], А.М. Малолетко и др. [2004, рис. 1, 20, 22, 34; 2007] и П.А. Окишева [2011, рис. 112]. Некоторые из них нами заимствованы и для большей наглядности приведены ниже.

Гипотезы происхождения озёрной котловины

Необычность форм и местоположения котловин Пионерской, Моховое Болото, и особенно впадины озера Ая, географическая уникальность, издавна привлекают внимание исследователей, 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 [Селедцов, 1963]; карстовая [Маринин, 1986]; суффозионно–карстовая [Захаров, 1973, 1976]; результат совместной деятельности тектоники, карста и эрозии [Маринин, 1998]; коррозионно–эрозионная [Маринин, 2003; Комарова, 2010]; водопаднородобойная (эворзионная) [Малолетко и др., 1970, 2004; Рудой, 1995]; кавитационная [Бутвиловский, 1993]; эворзионно–кавитационная [Гросвальд, Рудой, 1996; Рудой, 2001, 2005]. Мы разделяем последнюю точку зрения на происхождение Айских впадин. По Е.И. Гончаровой с соавт. [2002], озеро Ая образовалось в прогибе земной коры. Такое заключение позволяет предполагать тектонический генезис её впадины.

Кроме того, нам известны ещё две неопубликованные и вовсе уж экзотические гипотезы о происхождении котловины озера Ая – космическая и вулканическая, предложенные людьми далёкими от геологии и геоморфологии. По одной из них это метеоритный кратер, по другой – кратер древнего вулкана.

Ниже, с привлечением доступных нам опубликованных и

фондовых источников, постараемся подробно рассмотреть достоверность и обоснованность выдвинутых гипотез происхождения котловины озера Ая.

Ледниковая гипотеза

По версии Н.Г. Селедцова [1963], в четвертичное время (когда именно, не уточняется – *Г.Р.*) огромный ледник, спускавшийся по долине Катуня до села Майма, встретил на пути гранитный ригель высотой 10–15 м (высоту этого останца в 15 м над уровнем озера отмечает и А.К. Захаров [1976]), который приостановил его движение и тем самым способствовал накоплению льда в этом месте (рис. 11). Перед ригелем образовался ледяной массив, мощность которого увеличивалась и за счёт накопления твёрдых атмосферных осадков. В результате таяния этого льда и эрозионной деятельности воды на подстилающую поверхность происходило постепенное углубление котловины. В значительной степени этой эрозии могли способствовать трещиноватость коренных пород и развитие подледникового карста в известняках, слагающих западный берег озера.

По мнению Н.Г. Селедцова, бесспорным доказательством имевших некогда место карстовых процессов являются округлая и воронкообразная форма котловины, характер подземного питания и стока, идеально чистая вода. В дальнейшем Катунский ледник обошёл этот ледовый массив и ригель с востока и севера и отложил свою боковую морену (рис. 11), завершив тем самым формирование озёрной котловины.

Таким образом, как считает Н.Г. Селедцов, в образовании озёрной котловины участвовали различные природные факторы, главными из которых являются оледенение, наличие ригеля и карстовые процессы. А с востока и севера озеро подпруживает боковая морена. Он пишет, что данная морена, вскрытая шурфами до глубины 3 м, состоит из валунов, галь-

ки, щебня, дресвы и крупнозернистого песка. Этим и ограничены все описания и доказательства её ледникового генезиса. Однако такой состав вообще не позволяет сказать ничего определённого о происхождении этих отложений.

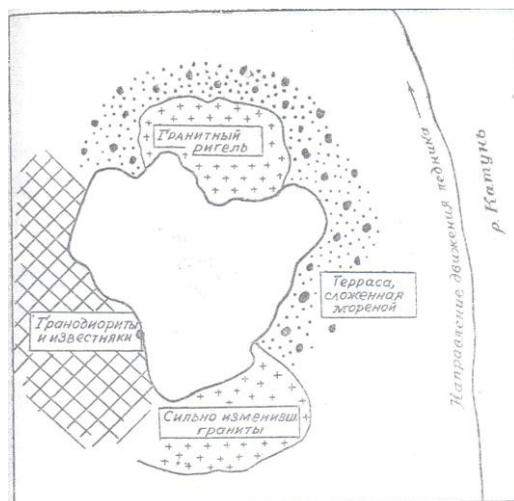


Рис. 11. Схема района озера Ая
(по Н.Г. Селедцову, 1963)

Ледниковая гипотеза Н.Г. Селедцова нам представляется несостоятельной по причинам, подробно изложенным выше при рассмотрении Манжерокского озера. Кроме того, и в этом случае тоже получается, что огромный Катунский ледник, вовсе не был огромным, если он за многие десятки тысяч лет так и не смог перевалить через незначительный по высоте ригель, и вынужден был его огибать. Значит и этот «ригель» на самом деле ригелем не является.

К тому же, Н.Г. Селедцов ничего не говорит о происхождении вытянутых в субмеридиональном направлении впадин Пионерская и Моховое Болото, расположенных к северу и западу от «ригеля» и озера Ая. С позиций ледниковой гипотезы

зы их образование объяснить невозможно. Они ориентированы поперёк движения ледника, который, по словам Селедцова, огибал «ригель» с севера, то есть двигался здесь в субширотном направлении с востока на запад.

В дополнение к сказанному отметим, что на северном берегу озера Ая, в районе пионерского лагеря, подсобного хозяйства и дома отдыха была пробурена целая серия гидрогеологических скважин, вскрывших валунные галечники с незначительной (до 10%) примесью крупнозернистого песка, мощностью от 5,5 до 22 м, залегающие на коренных песчаниках и гранитоидах [Подземные воды..., 1973]. Однако на основании только этих данных тоже нельзя утверждать, что это морена.

К тому же описания разрезов, вскрытых гидрогеологическими скважинами, бурение которых в большинстве случаев проводится без отбора керна, ведутся по шламу, а потому они практически всегда крайне схематичны и носят весьма формальный характер. Это, в свою очередь, не позволяет в полной мере использовать их для стратиграфического и генетического расчленения рыхлых четвертичных образований.

Можно только сказать, что хорошая промытость вскрытых отложений, полное отсутствие в них глинистой и алевроитовой фракций, мелко- и среднезернистых песков (это следует из данных Н.Г. Селедцова) не характерно для ледниковых отложений. Скорее всего, это образования какого-то очень мощного высокодинамичного водного потока.

Отметим также, что по результатам вертикального электротондирования мощность крупнообломочной толщи на северном берегу озера, которую считают аллювием, составляет около 50 м [Бакшт, 1979].

В более поздней публикации Н.Г. Селедцова сказано, что котловина озера Ая по своему происхождению является смешанной – карстовой и запрудной, но о характере этой запруды и тем более, об её ледниковом генезисе, уже ничего не го-

ворится [Шпилекова, Селедцов, 1971].

Карстовая и суффозионно-карстовая гипотезы

Сегодня гипотеза карстового происхождения котловины озера Ая, пожалуй, имеет наибольшее число сторонников. Однако в имеющихся опубликованных работах и геологических отчётах мы не обнаружили достаточно убедительных обоснований её правомерности, кроме общих рассуждений. К тому же, никто из сторонников карстовой гипотезы ничего не говорит о том, когда это произошло, и сколько времени потребовалось на образование этой котловины.

По А.К. Захарову [1973, 1976], восточная часть котловины озера Ая приурочена к гранодиоритам. Западная часть сложена 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, в восточной частях озера коренные породы перекрыты песчано–галечниковыми отложениями четвёртой надпойменной террасы. Поэтому благоприятная, по мнению данного автора, 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. Этим голословным утверждением и ограничены все доказательства А.К. Захарова.

А.М. Маринин [2003] пишет, что по контуру Айской интрузии (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 трёх 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 изменёнными физико–химическими свойствами горных пород.

Надо полагать, что эти факторы и должны были способствовать интенсивному развитию карста. Однако именно эти изменённые физико–химические свойства горных пород, в первую очередь, как раз и будут основным препятствием для развития карста.

Кроме того, в статье А.М. Маринина [2003] есть таблица 2, в которой генезис котловины озера Ая указан как карстово-эрозионный, то есть в образовании котловины ведущая роль всё же принадлежала эрозии, но никаких пояснений по поводу этой эрозии 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 [1963], округлая и воронкообразная форма котловины озера Ая является бесспорным доказательством имевших место карстовых процессов. В то же время, составленный им геоморфологический профиль (рис. 12), наглядно опровергает это его утверждение. На нём очень хорошо видно, что эта форма весьма далека от воронкообразной (рис. 12), скорее она чашеобразная.

В книгах А.М. Малолетко [2003, 2004] профили, построенные через эту котловину, также не имеют ничего общего с воронкой (рис. 13). Хотя стоит отметить, что на профиле АБ (рис. 13) правая часть котловины действительно похожа на воронку, однако здесь она полностью выработана не в известняках, а в интрузивных породах.

Карстовый или суффозионно–карстовый механизм образования котловины озера Ая нам представляется совершенно неубедительным и необоснованным. В отличие от Н.Г. Се-

ледцова, А.К. Захарова, А.М. Маринина, Е.Г. Комаровой и других сторонников карстовой гипотезы мы считаем, что геологическая обстановка здесь, напротив, весьма неблагоприятна для развития карста.



Рис. 12. Геоморфологический профиль через оз. Ая (по Н.Г. Селедцову, 1963)

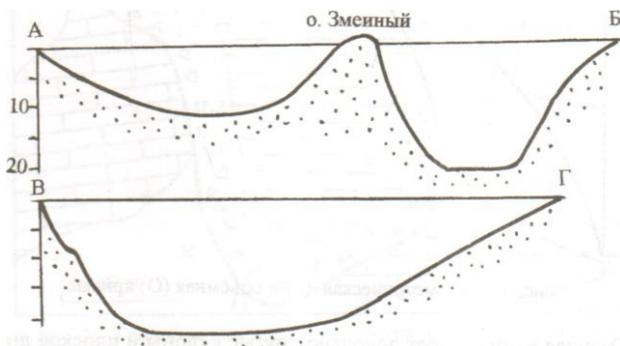


Рис.13. Профили через озеро Ая (по А.М. Малолетко, 2003, 2004)

Прежде всего, в пределах развития карбонатных пород, находится не более одной пятой площади котловины, приходящейся на склоны. Остальная часть приурочена к четвертичным отложениям и интрузивным породам (в том числе и всё днище), что очень хорошо видно даже на схеме Н.Г. Селедцова (рис. 11) и его геоморфологическом профиле (рис.

12). К тому же, как на этой схеме, так и на профиле известняки показаны совместно с гранодиоритами, а значит, площадь собственно известняков будет значительно меньше.

На схеме геологического строения А.М. Малолетко (рис. 14), помещённой ниже, занятая карбонатными породами площадь ещё меньше, чем на схеме Селедцова. Ещё в 1970 году А.М. Малолетко отмечал, что ванна озера выработана на контакте галечниковой толщи и скальных пород, преимущественно гранитоидов. В более поздних работах 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 [Малолетко, 2003, 2004].

Утверждение об эффузивах баратальской свиты, в данном случае, видимо, просто ошибка, так как они отсутствуют на рисунке 14, а при описании геологического строения окрестностей озера Ая А.М. Малолетко пишет только об известняках этой свиты и ничего не говорит об эффузивах. 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 [Кривчиков и др., 2001; Федак и др., 2011].

В настоящее время интрузивные породы в пределах озера Ая и его ближайших окрестностей выделяют как габбро и габбродиориты первой фазы усть-беловского габбро-диорит-гранодиоритового комплекса позднедевонского возраста, приуроченные к периферии Рыбалкинского интрузивного массива (ранее в различных геологических отчётах и публикациях он фигурировал под названием то Айский, то Дубровинский массив), вмещающие карбонатные породы относили к эсконгинской свите венд-раннекембрийского возраста [Кривчиков и др., 2001], а сейчас их выделяют как отложения баратальской серии вендского возраста [Туркин, Федак, 2008;

Федак и др., 2011]. 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).

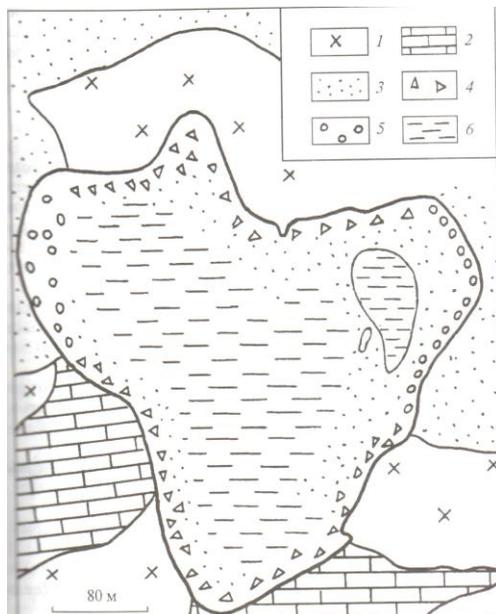


Рис. 14. Схема геологического строения берегов и распространения донных отложений в озере Ая (по А.М. Малолетко, 2004)

- 1 – гранитоиды; 2 – известняки; 3 – пески;
- 4 – глыбовник; 5 – пески с галькой;
- 6 – чёрные илы, под которыми залегают озёрный мергель

Ширина зоны контактово–изменённых пород по периферии Рыбалкинского массива в основном составляет первые сотни метров, лишь иногда достигая 1–3 км. В эту зону попадает и котловина озера Ая. При этом по терригенным поро-

дам развиты кварц–биотитовые роговики, а в известняках отмечается скарнирование [Кривчиков и др., 2001]. В контактовой зоне южной части этого интрузивного массива (район озера – *Г.Р.*) карбонатные породы мраморизованы и скарнированы [Козырев, 1972]. В своих работах А.М. Малолетко [2003, 2004] 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 [1986] 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 неё за пределами зоны контактового метаморфизма.

К тому же, по данным А.М. Маринина [1985], скорость карстовой денудации в горах Алтая составляет от 33 до 98 мм за тысячу лет. По данным А.М. Малолетко [2003, 2004], размеры котловины озера Ая составляют 400 × 390 м, максимальная глубина озера 21,7 м. Причём плоское дно покрыто толщей чёрных илов мощностью 2,7 м, под которыми залегают белые озёрные мергели мощностью свыше 2,5 м [1980, 2003, 2004]. Следовательно, глубина самой котловины может

быть не менее 27 м. В таком случае, на её образование потребовалось бы от 818 тыс. лет до 275 тыс. лет. Значит, как минимум, к середине позднего эоплейстоцена (818 тыс. лет назад), но не позднее середины среднего неоплейстоцена (275 тыс. лет назад) у левого борта долины Катунь должна была уже сформироваться субгоризонтальная 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 поздненеоплейстоценовом.

А.А. Маринин [1997] ничего не говорит о происхождении котловины, но пишет об относительной молодости озера Ая.

По А.К. Захарову [1973, 1976], Айские впадины расположены на поверхности четвёртой надпойменной террасы Катунь, которую он считал среднеоплейстоценовой. При рассмотрении Манжерокского озера мы уже отмечали, что формирование этой террасы даже по официальным документам (действующие ныне стратиграфические схемы и серийные легенды к Государственным геологическим картам масштабов 1:200000 и 1:1000000) завершилось либо на рубеже среднего и позднего неоплейстоцена (127 тыс. лет назад), либо в середине позднего неоплейстоцена (57 тыс. лет назад), то есть в любом случае намного позже.

По Г.Я. Барышникову [1992], коренные палеозойские породы, в которых частично выработана котловина озера Ая, являются цоколем четвёртой надпойменной террасы, перекрытым аллювиальными отложениями, возраст которых, по данным радиоуглеродного датирования, определяется концом позднего неоплейстоцена (немногим менее 14 тыс. лет назад). Значит и котловина формировалась уже после того, как цоколь был перекрыт аллювием.

По П.А. Окишеву [2011], как образовалась ванна озера Ая, вопрос до сих пор не решённый, но в любом случае она

возникла после формирования отложений террасы. По его мнению, эта терраса является камовой, сложенной флювиогляциальными образованиями, формировавшимися на этапе деградации средненеоплейстоценового оледенения. Следовательно, даже в этом случае возраст отложений террасы будет, вероятно, не более 150 тыс. лет, так как обосновывая время формирования этих террас, он ссылается на термoluminesцентную датировку в $148 \pm 16,7$ тыс. лет, полученную в долине Катуня ниже устья Чуи.

По данным А.М. Малолетко [1980], котловина озера Ая образовалась всего лишь за 1100 лет и произошло это совсем недавно, в самом конце позднего неоплейстоцена 15–13 тыс. лет назад, так как позднее 13 тыс. лет назад в ней уже накопилась толща озёрного 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.

Таким образом, котловина озера Ая по своему происхождению не является карстовой. Участие карста в её формировании не доказано, а если оно и было, то было настолько незначительным, что об этом и говорить не стоит.

Водопадно–водобойная (эворзионная) гипотеза

Водопадно–водобойный (эворзионный) механизм образования Айских впадин (озера Ая, Моховое Болото и Пионерская) впервые был предложен А.М. Малолетко ещё в 1970 году [Малолетко и др., 1970]. Сторонником этой гипотезы был и А.Н. Рудой [1995]. Однако образование этих котловин они объясняли разными причинами.

Эворзия (*от латинского evorsio, eversio* — опрокидыва-

ние, разрушение), локальная эрозия в русле быстро текущей реки, происходящая в результате придонного вращения вертикально падающей воды. При этом водовороты вырабатывают в скалистом ложе и бортах реки ямы и углубления, называемые исполиновыми котлами [Четырёхязычный энциклопедический..., 1980]. Ещё одно определение этого термина дано в третьем издании Геологического словаря [2012, т. III], которое звучит следующим образом: эворзия – формирование котлообразных углублений в твёрдых горных породах ложа реки, обусловленное эродирующим донным вращением вертикально падающей воды, нагруженной песком и галькой.

Образование Айских впадин А.М. Малолетко [1970] объяснял переливом излишков вод из обвального–подпрудного озера, занимавшего долину Катуня между сёлами Рыбалка и Манжерок, через седловины скалистого гребня, расположенного к югу от этих впадин. Вода, падающая с высоты в десятки метров на галечниковую поверхность поймы (ныне поверхность 50–60–метровой террасы), выработала в ней замкнутые котловины (рис. 15). У с. Рыбалка с правого борта долины Катуня, сложенного по его мнению 20–25 тыс. лет назад в результате землетрясения гранодиоритами, обрушился грандиозный сейсмогенный обвал высотой не менее 65 м, перекрывший узкую часть долины и блокировавший по ней сток, что привело к образованию озера объёмом в 1 млрд. м³ (рис. 15) [Малолетко и др., 1970].

Заполнение этого завального озера водами Катуня произошло всего лишь за 10–20 лет [Малолетко, 2003, 2004]. После чего, излишки воды стали сбрасываться из озера через седловины в скалистом гребне, вырабатывая водобойные впадины Ая, Пионерская и Моховое Болото, которое продолжалось 1100 лет [Малолетко, 1980]. Впоследствии, под напором увеличивающегося объёма воды, плотина была разрушена. Прорыв завальной подпруды вызвал катастрофический водо–каменный сель.

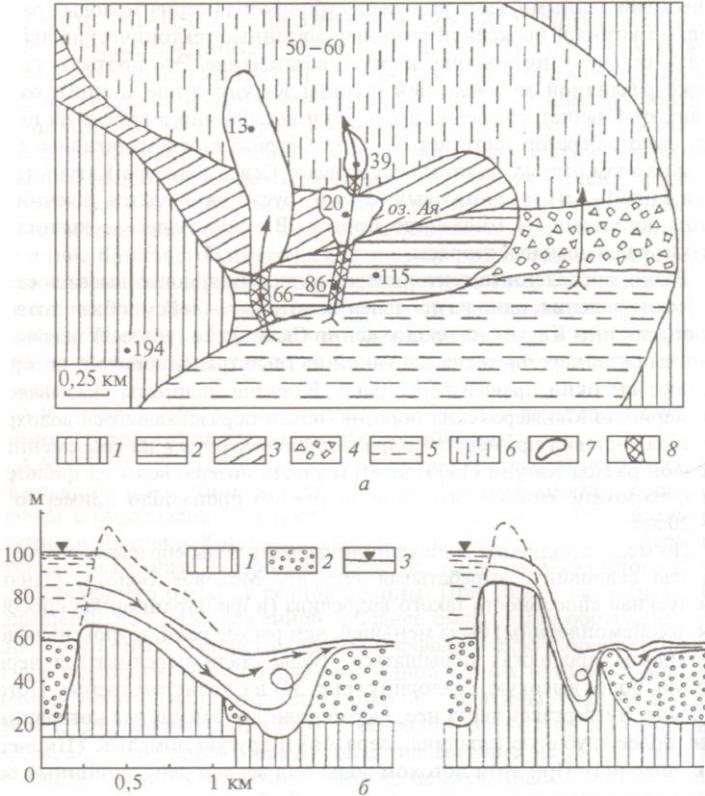


Рис. 15. Схема образования водопадно-водобойных котловин озера Ая и других (по А.М. Малолетко, 2004)

Подписи к рис. 15: а – Карта: 1– коренные склоны долины; 2 – скалистый гребень; 3 – 100–метровая терраса; 4 – сейсмоплотина; 5 – подпруженный водоём; 6 – пойма Катуня в нижнем бьефе; 7 – замкнутые котловины; 8 – водослив. Стрелки – направления сброса подпруженных вод, цифры – современная высота над уровнем Катуня:

б – Разрезы: 1– коренные породы; 2 – аллювий; 3 – уровень подпрудного озера по отношению к уровню воды в Катуня

Глыбы гранодиоритов, слагавшие тело плотины, были вынесены валом воды, который разметал их по поверхности 60–

метровой террасы. Поток, нагруженный каменным материалом, описал кривую, оставив обилие глыб у левого берега (с. Ая), а затем у правого (с. Майма). В ходе эрозии берегов в поток были вовлечены глыбы известняков и порфиритов [Малолетко, 1980, 2003, 2004, 2007].

Если обвальная плотина образовалась 20–25 тыс. лет назад, озеро полностью заполнилось водой всего за 10–20 лет, а формирование котловины озера Ая продолжалось 1100 лет, то разрушение плотины должно было произойти либо около 24 тыс. лет назад, либо около 19 тыс. лет назад. Однако, по А.М. Малолетко [1980], прорыв сейсмогенной плотины и водо–каменный сель произошли 13 тыс. лет назад. Позднее он писал, что образование этой впадины произошло 15–13 тыс. лет назад, но о времени образования обвальной плотины уже ничего не говорил [Малолетко, 2003, 2004, 2007].

Непонятно также, как мог увеличиваться объём воды в этом озере, который привёл к прорыву плотины, если из него имелся значительный сток, настолько мощный, что за короткое время привёл к образованию крупных водобойных впадин, выработанных в скальных породах?

В целом, мы разделяем представления А.М. Малолетко на механизм формирования данных впадин, но с некоторыми существенными уточнениями, о которых скажем ниже. В то же время, образование и длительное существование такого обвально–подпрудного озера на данном участке долины Катуня нам представляется совершенно неубедительным по следующим причинам.

Образование гигантского сейсмогенного обвала на этом участке катунской долины мы считаем абсолютно нереальным. Высота правого борта здесь не превышает 280–300 м, в то время как ширина долины от восточного окончания скалистого гребня до правого борта составляет около 1,5 км. Поэтому этот гипотетический обвал не мог перекрыть всю долину, да и стенка срыва сейсмообвала здесь отсутствует. Сам

же А.М. Малолетко пишет, что долина Катуня на этом участке представляет собой врезанный меандр. Причём, во время существования этой плотины, днище долины Катуня было выше современного [Малолетко, 2003, 2004]. Следовательно, высота борта долины была ещё меньше.

Полностью отрицая водопадно–водобойный (эвразионный) механизм образования Айских впадин, об этом же говорит и П.А. Окишев [2011]. Он подчёркивает, что при таком соотношении глубины и ширины долины никакими природными процессами невозможно создать запруды, которая полностью перегородила бы долину, подняла уровень воды на 65 м над её днищем и создала условия для перелива воды через водораздельный гребень и образования водобойных котловин.

Грандиозный сейсмогенный обвал был бы здесь вполне вероятен при обратных параметрах долины: ширина не более 300 м, а высота борта не менее километра. Пример – известное всем со школьной скамьи Сарезское озеро на Памире глубиной 500 м, образовавшееся в 1911 году в результате обвала, вызванного землетрясением. Окружающие горы возвышаются над этим озером на 2400 м.

Подобные обвалы есть и во многих долинах высокогорной сейсмически активной части Алтая, где они практически полностью сохранились до настоящего времени. Например, на Курайском хребте в долине среднего течения реки Верхний Ильдугем крупноглыбовый сейсмогенный обвал полностью перекрывает её днище, ширина которого в месте обрушения не превышает 200–250 м, а высота бортов достигает одного километра. На левом борту долины здесь до сих пор прекрасно выражена стенка срыва.

О современной тектонической активности разломов в низкорье Северного Алтая свидетельствуют приуроченные к ним эпицентры инструментально зарегистрированных землетрясений с $K = 12–14$, $M = 4,0–5,5$ [Лукина, 1996]. Ещё в кон-

це позднего неоплейстоцена и голоцене интенсивность древних землетрясений в этом районе, например, в долине нижней Катунь могла составлять минимум 5–6 баллов, а магнитуды достигать 4,5–6,0 [Деев и др., 2012]. При таких магнитудях палеоэпицентры древних землетрясений могли располагаться на расстояниях от 10 до 30 км [Деев и др., 2013]. Однако из-за незначительной высоты склонов вряд ли эти землетрясения могли вызвать грандиозный сейсмообвал, о котором говорит А.М. Малолетко. Ни в одной из долин низкогорья Алтая следы таких обвалов не установлены. Даже в эпицентральной зоне 9-балльного Чуйского землетрясения с магнитудой 7,5, которое произошло 27 сентября 2003 года, и где высота бортов над днищами долин составляет от 400 до 800 м, не было зафиксировано каких-либо крупных обвалов коренных пород.

Далее, в книгах А.М. Малолетко [2003, 2004] на рис. 3 абсолютные отметки скалистого гребня к югу от котловины Моховое Болото и озера Ая составляют 334,9 м и 374,2 м, соответственно, а урез Катунь в 2 км выше гипотетической плотины у села Соузга – 169,1 м. Следовательно, разница в высотах составляет 165,8 и 205,1 м. При высоте гипотетической сейсмоплотины в 65 м никакого сброса излишков вод через этот гребень просто не могло быть. Такой сток был бы возможен лишь в том случае, если бы высота сейсмоплотины существенно превышала высоту скалистого гребня.

На самом деле урез Катунь в районе озера Ая приурочен к абсолютной высоте 268 м, а отметка уреза этой реки в 169,2 м находится более, чем в 100 км ниже по долине в её приустьевой части у села Лесное в окрестностях Бийска. Даже в этом случае превышение водоразделов скалистого гребня над Катунью выше высоты сейсмоплотины и составляет 66,9 и 106,2 м. В более поздней работе этого автора высотная отметка уреза Катунь у Соузги указана правильно [Малолетко, 2007].

На рисунке 15а, составленном А.М. Малолетко и заимст-

вованном из его книги, днища водосливов (спиллвеев) к югу от котловины Моховое Болото и озера Ая находятся выше уровня современной Катуня на 66 и 86 м, соответственно, то есть всё равно выше гребня «сейсмоплотины». При начале сброса излишков озёрных вод через эти водосливы, уровень их над Катунью должен был быть значительно выше. К тому же, уровень обвального-подпрудного озера не мог быть уровень с гребнем плотины. В этом случае вода стала бы переливаться через плотину, интенсивно её размывая. Он должен был быть существенно ниже, возможно, метров на десять. На рисунке 15б А.М. Малолетко показал глубину этого озера в 40 м.

Данный автор пишет, что в то время положение днища долины Катуня было выше современного. К северу от озера Ая происходит погружение, к югу – воздымание [Малолетко, 2003, 2004]. В таком случае и высота скалистого гребня тоже должна была быть выше современной.

И ещё одно несоответствие. По А.М. Малолетко [2003, 2004], озеро Ая находится на поверхности 50–60-метровой террасы, а на составленном им же рисунке 15 оно находится на 100-метровой террасе.

Кроме того, В.В. Бутвиловский [1993] обращает внимание, что в этом районе выше и ниже гипотетического обвала на бортах долины Катуня следы уровня мощного катастрофического потока находятся на 50–60 м выше скалистого гребня. Поэтому этот гребень со всех сторон находился под водой, а значит, он не мог быть источником «водопадов», с которого падающие струи должны были выбить эти котловины.

Одно время и А.М. Малолетко считал, что котловина озера Ая выработана катастрофическим паводком, вызванным сбросом воды из огромного ледниково-подпрудного озера, занимавшего Курайскую и Чуйскую котловины, вследствие разрушения ледниковой плотины около 22 тыс. лет назад. По его мнению, продолжительность этого паводка была относи-

тельно небольшой, но функционировал он не один год [Малолетко, Панычев, 1991]. Однако, если образование котловины завершилось, по его мнению, 13 тыс. лет назад, то в таком случае получается, что этот непродолжительный «паводок» должен был функционировать около девяти тысяч лет.

В настоящее время А.М. Малолетко вновь вернулся к своей первоначальной точке зрения на происхождение Айских впадин [Малолетко, 2003, 2004, 2007].

В другой своей работе А.М. Малолетко пишет, что триада валунов (гранодиориты, мраморизованные и битуминозные известняки баратальской свиты синия, авгитовые порфириды манжерокской свиты синия – нижнего кембрия) доминирующих на поверхности Майминского вала, явно указывает, что их источником является район озера Ая. Если крупные валуны и глыбы этого состава будут доминировать на поверхности высокой террасы и выше по Катуню, то можно признать правоту В.В. Бутвиловского [Малолетко, 2007].

Прежде всего, сделаем некоторые уточнения. В соответствии с действующей в настоящее время Легендой Алтайской серии... [1999], в данном районе Алтая вместо баратальской свиты синия сначала выделяли каимскую, каянчинскую и эс-конгинскую свиты венд–раннекембрийского возраста, а затем баратальскую серию этого же возраста. Гранодиориты в районе села Рыбалка и озера Ая сейчас рассматривают как Рыбалкинский интрузивный массив усть–беловского габбро–диорит–гранодиоритового комплекса позднедевонского возраста [Кривчиков и др., 2001; Туркин, Федак, 2008; Федак и др., 2011]. В действующем Петрографическом кодексе термин «порфирит» отменён, как не раскрывающий вещественный состав породы. Вместо него предложено использовать термины «порфиновый базальт», «порфиновый андезит», «порфиновый андезибазальт» и т. д. Поэтому, на данной площади, в составе манжерокской свиты, датируемой ранним кембрием, вместо порфиритов выделяют афировые и порфи-

ровые базальты, а также лавобрекчии, туфы, редко силицилиты, алевролиты и известняки [Федак и др., 2011].

Данные породы (гранодиориты, известняки и эффузивы) не есть что-то типичное лишь для незначительного по площади района озера Ая и бортов долины Катуня ниже по течению. Интрузивные породы усть-беловского комплекса, идентичные Рыбалкинскому массиву, очень широко развиты в бортах долины Катуня на довольно значительном по протяжённости участке от устья Чуи до устья Урсула. Кроме того, в бортах долины Катуня между сёлами Усть-Муны и Барангол развиты интрузивные породы Барангольского диорит-габбрового комплекса. Внешне они очень похожи на породы Рыбалкинского массива, с которыми их можно легко перепутать. Породы манжерокской свиты с порфиоровыми базальтами прослеживаются в бортах долины вверх по течению от села Рыбалка и до устья реки Эдиган. Мощные (до 70 м) тела таких базальтов есть и в составе среднекембрийской усть-семиинской свиты, также обнажающейся в бортах долины Катуня выше устья реки Камышла. Породы баратальской серии, в состав которой входят отмеченные выше известняки, очень широко развиты в бортах долины Катуня от села Майма до села Эдиган. Есть подобные известняки и в составе других свит, слагающих борта долины выше по течению [Кривчиков и др., 2001; Туркин и др., 2001; Туркин, Федак, 2008; Федак и др., 2011].

Механизм переноса крупных глыб и валунов мощным катастрофическим потоком на значительные расстояния достаточно подробно изложен в монографии В.В. Бутвиловского [1993]. Другое дело, что их размеры, петрографический состав и размещение на террасовидных поверхностях долины Катуня выше озера Ая до сих пор остаются практически не изученными.

В нескольких километрах выше гипотетической сейсмогенной плотины у села Соузга, на правом борту долины Ка-

туни на высоте 200 м над её днищем, обнаружены очень крупные плохо окатанные валуны [Окишев, 2011, рис. 110]. Правда их петрографический состав не указан, а сами валуны считаются эрратическими, оставленными ледником.

Высота сейсмогенного обвала не может быть одинаковой по всей его протяжённости. У правого борта долины, откуда он обрушился, эта высота должна была намного превышать 65 м. Поэтому при прорыве глыбовой обвальной плотины, по крайней мере, у этого борта непременно должны были сохраниться её остатки, значительные как по высоте, так и по площади. Таких остатков плотины здесь нет, кроме отдельных глыб на правобережье Катуня.

И последнее. В том случае, если бы гипотетическое обвально–подпрудное озеро, просуществовавшее от 7 до 12 тыс. лет, действительно существовало, то выше «сейсмогенной плотины» в долине Катуня, долинах её притоков Соузга и Устюба и крупных логах непременно должны были остаться его отложения, хотя бы фрагментарно, но их нет. Во всяком случае, такие образования озёрного генезиса здесь пока ещё никто не обнаружил.

По мнению А.Н. Рудого [1995], в отличие от А.М. Малолетко, источником воды для образования Айских впадин были гигантские гляциальные паводки (дилювиальные потоки), неоднократно проходившие в позднем неоплейстоцене по долине Катуня в результате катастрофического прорыва и сброса вод огромных ледниково–подпрудных озёр, занимавших Чуйскую и Курайскую котловины.

При прохождении таких потоков часть их вод сбрасывалась через местные водоразделы и перевальные седловины. В результате возникали кратковременные, но исключительно энергичные водопады, которые формировали огромные, диаметром в сотни метров и глубиной в десятки метров, водобойные ванны, воронки, котлы высверливания. Поэтому такие котловины генетически и пространственно связаны со

спиллвеями. В основном данные эворзионные впадины в настоящее время являются сухими, хотя некоторые из них заняты озёрами (Ая) [Рудой, 1995].

Несмотря на то, что А.М. Малолетко не сумел верно объяснить возникновение больших масс воды, которые прорезали местный водораздел выше айских впадин и создали не только спиллвеи, но и сами водобойные ванны, именно ему принадлежит открытие эворзионного происхождения этих котловин [Рудой, 2005].

Эворзионно-кавитационная гипотеза

По мнению В.В. Бутвиловского [1993], котловина озера Ая образована мощными катастрофическими потоками в конце позднего неоплейстоцена из прорвавшихся в высокогорье огромных приледниковых озёр. Уровни таких потоков были на 50–60 м выше скалистого гребня, а их глубина была не менее 110–150 м. Поэтому образование Айских впадин произошло не за счёт водопадно–водобойного (эворзионного) эффекта, как считает А.М. Малолетко, а вследствие развития мощнейшей кавитации в дистальной части водораздельного отрога (скалистого гребня), создававшего здесь сильнейшие завихрения. Это представление о кавитационном происхождении котловины озера Ая наглядно отражено на составленной В.В. Бутвиловским геоморфологической схеме (рис. 16).

Он пишет, что «в мощном потоке, пересекающем водораздельный отрог, по закону Бернулли уже над водоразделом будет резко увеличиваться скорость и падать давление. В дистальном склоне и над водоразделом отрога будут очень быстро создаваться и захлопываться огромные кавитационные полости, давление в которых должно стремиться к нулю, а разрежение – к вакууму. В них возникают резкие градиенты давления, а по ходу общего движения потока создаётся сильнейшая «тяга», так как кавитационные полости стремятся

оторваться от дна и уйти в поток... Колоссальная разница давлений на границе сред приводит к отрыву («отщёлкиванию») блоков коренных пород и образованию крупных котловин, края которых конформны первичной трещиноватости» [Бутвиловский, 1993, с. 144], что и наблюдается в районе озера Ая.

Выше мы уже отмечали, что на высокую степень трещиноватости коренных палеозойских пород в районе озера Ая обращают внимание все исследователи. Поэтому, вырванные кавитацией блоки пород, легко дробились и разносились потоком по долине Катуня, образуя местами целые скопления на поверхности.

При рассмотрении Манжерокского озера мы также отмечали, по данным разных исследователей, возможные глубины, скорости, расходы воды и мощности таких потоков в долине Катуня.

Представления В.В. Бутвиловского о происхождении котловины озера Ая разделяют М.Г. Гросвальд и А.Н. Рудой. «Судя по данным лабораторных экспериментов, эвразия коренных пород фладстримами (катастрофическими потоками, гигантскими гляциальными паводками – *Г.Р.*), особенно на участках со сверхкритическими скоростями течения, могла происходить необычайно быстро. Причина этого – в процессах кавитационного разрушения пород, которые развивались на контакте ложа с водным потоком, вернее с «взрывной» воздушно-водяной смесью. Примером дилувиально-эвразийских котлов, ныне заполненных водой, могут служить Айские озёра долины Катуня» [Гросвальд, Рудой, 1996, с. 122].

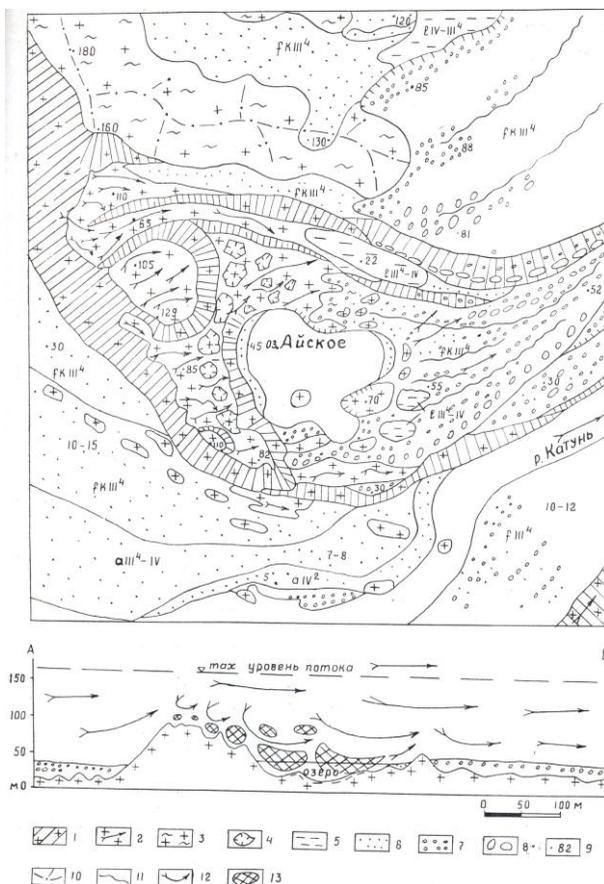


Рис. 16. Геоморфологическая схема района озера Ая
(по В.В. Бутвиловскому, 1993)

Подписи к рис. 16: 1 – крутые эрозионные склоны; 2 – скэбленд и размытые коренные выходы; 3 – склоны, зачехлённые лёссовидными суглинками; 4 – котловины кавитационной эрозии; 5 – заполнение котловин озёрно-болотными осадками; 6 – песчано-гравийные шлейфы зон эрозионной «тени» и фазы затухания потока; 7 – галечно-валунные отложения террасо-валов, поймы и речных террас; 8 – крупные валуны и глыбы; 9 – относительные высотные отметки (от уреза р. Катунь); 10 – водораздельные линии;

11 – осевые линии террасо–валов, 12 – направление течений потока; 13 – кавитационные полости разряжения

Мы тоже считаем, что главным механизмом образования Айских впадин была мощнейшая кавитация. В то же время эти потоки были перегружены, как влекомым, так и взвешенным материалом, крупность которого изменялась в широких пределах – от алевроита и песка, до валунов и глыб, а потому здесь непременно должна была проявляться и очень интенсивная эворзия. По мнению В.В. Бутвиловского [1993], мощный эрозионный эффект оказывал массово волокущийся поток наносов, истирающий ложе. Однако вследствие кратковременности таких потоков (от 2–3 дней до нескольких недель, по данным разных авторов) одна только эворзия без участия кавитации вряд ли смогла бы сформировать Айские котловины. Поэтому генезис этих впадин мы рассматриваем как эворзионно-кавитационный.

Время начала образования Айских впадин достоверно определить пока не представляется возможным. По данным разных исследователей, как уже отмечалось нами в первой части книги, таких катастрофических потоков в долине Катунь только в позднем неоплейстоцене было от трёх до семи. Причём, по мнению одних авторов, это происходило во время первого (ермаковского, МИС–4) позднеоплейстоценового оледенения, по мнению других – во время деградации последнего (сартанского, МИС–2) оледенения.

Радиоуглеродный возраст мергелей в озере Ая, залегающих под толщей чёрных сероводородных илов, определён в 12750 ± 65 лет (СОАН–779) и фиксирует завершающий этап их накопления, а не время образования впадины. Это время может охватывать довольно широкий диапазон от 28–29 до 13 тыс. лет назад, но всё же образование впадины началась, возможно, 15–13 тыс. лет назад (Малолетко, 2003, 2004).

Мы считаем, что формирование котловины этого озера и, вероятно, всех остальных эворзионно–кавитационных впа-

дин, образованных фладстримами (гигантскими гляциальными паводками) завершилось не позднее конца ледниковой стадии раннего дриаса, так как затем в тёплую межстадиальную эпоху (бёллинг) в ней уже накапливались озёрные мергели, на что указывает их возраст [Русанов, 2007; 2015a]. По мнению А.М. Малолетко [1980], водо–каменный сель прошёл по долине Катунь 13 тыс. лет назад. Очевидно, это мог быть последний катастрофический поток такого гигантского масштаба. По крайней мере, после этого в долинах притоков Катунь следы подобных потоков не обнаружены [Русанов, 2007].

Кроме Айских впадин, эвормионно–кавитационные котловины установлены и в низовьях долины реки Устюба. При рассмотрении Манжерокского озера мы отмечали, что водораздел Катунь и Устюбы прорезан серией узких глубоких (до 50 м) спиллвеев. На выходе в долину Устюбы эти спиллвее постепенно расширяются и крупными ступенями (каскадами) по её правому длинному пологому борту опускаются к днищу долины. На этих ступенях обнаружены 15 сухих эвормионно–кавитационных впадин диаметром 30 м и глубиной до 4 м общей площадью более 21000 м², выработанных в скальных коренных породах.

У нижнего окончания спиллвеев уже на днище долины Устюбы расположены ещё две крупные эвормионно–кавитационные котловины, по своим размерам вполне сопоставимые с Айскими впадинами. Одна из них – округлой формы, диаметром не менее 200 м, с крутыми скальными стенками высотой от 5 до 10 м и плоским заболоченным днищем, осложнённым выступами коренных пород. Видимо сравнительно недавно здесь ещё было небольшое озеро. Вторая – сухая, несколько овальной формы, заполнена рыхлыми дресвянистыми гравийниками, а её размеры не превышают 350 × 200 м [Русанов, 2005a, 2007, 2015a].

Котловины эвормионно–кавитационного генезиса в пред-

горной и низкогорной частях Алтая достоверно установлены пока только в долине Катуня и сквозных долинах (спиллвеях) на водоразделах её бортов, на участке между селом Манжерок и селом Ая, где вместе с тремя Айскими впадинами их насчитывается более 20 [Русанов, 2005а, 2007, 2015а], общей площадью свыше 0,8 км². Большая часть этих впадин к настоящему времени осушена, часть из них заболочена, но некоторые до сих пор заняты озёрами.

Тектоническая гипотеза

В некоторых публикациях, посвящённых озеру Ая, упоминается о роли тектоники в образовании её котловины. Однако какова была эта роль, в чём она заключалась и как проявлялась, практически никто не говорит.

Так, по мнению Е.И. Гончаровой с соавт. [2002], озеро приурочено к прогибу земной коры, но каких-либо пояснений по этому поводу они не приводят. Однако, если это прогиб земной коры, следовательно, это результат тектонической деятельности. Что же это за прогиб – мульда, синклиналь, грабен, или нечто другое?

По своей форме а, главное, размерам и приуроченности к крупной интрузии котловина озера Ая не может являться ни синклиналью, ни грабеном, ни прогибом. Хотя по форме она несколько и напоминает мульду, но быть ею тоже не может.

Мульда – изометричная или овальная в плане пологовогнутая структура **слоёв** (выделено нами – *Г.Р.*) земной коры [Четырёхязычный энциклопедический..., 1980]. В соответствии с этим определением она может образоваться только в терригенных осадочных породах. В последнем (третьем) издании Геологического словаря [2011, т. 2] написано, что мульда – это общее название изометричных пологих прогибов и синклиналей.

Прогиб – тектонически прогнутый относительно соседних

структур крупный (десятки – тысячи километров в поперечнике) участок земной коры, выраженный одновременно формирующейся депрессией рельефа земной поверхности [Геологический словарь, 2011, т. 2]. Поперечник котловины озера Ая составляет всего лишь первые сотни метров, а потому эта котловина не может быть тектоническим прогибом.

Синклиналь – складка, замыкающаяся вниз по падению слоёв (т. е. вогнутая), ядро которой сложено более древними образованиями, а крылья – более молодыми [Геологический словарь, 2012, т. 3]. В нашем случае всё как раз наоборот: во-первых, никакой складки здесь нет, во-вторых, в «ядре» находится молодая позднедевонская интрузия, на «крыльях» – значительно более древние терригенные породы венд-раннекембрийского возраста.

Грабен – по первоначальному определению – вытянутый блок земной коры, опущенный между субпараллельными сбросами. Сейчас понятие грабен в целом трактуется как структура горизонтального растяжения, развивающаяся, прежде всего, в рифтовых зонах, на сводах антиклиналей [Геологический словарь, 2010, т. 1].

Таким образом, ситуация в районе озера Ая не отвечает ни одному из этих определений.

По мнению М.А. Маринина, высказанному им в одной из публикаций [1998], котловина озера Ая – это результат совместной деятельности не только карста и эрозии, но и тектоники. Как и когда проявилась эта тектоника в образовании впадины, он не даёт никаких пояснений. Несколько позднее он писал, что в бассейне нижней Катунь карстовые котловины развиты по периметру кольцевых тектонических структур или концентрируются вблизи интрузивных комплексов, где на контакте изверженных и карбонатных пород возникают ослабленные зоны с многочисленными трещинами и разломами. 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 (то есть за пределами зоны контактового метаморфизма – *Г.Р.*). Другие виды котловин (в том числе и озера Ая) образуются на пересечении тектонических трещин и вдоль крупных блоковых смещений [Маринин, 2003].

По утверждению А.М. Малолетко [1970, 1980, 2003, 2004, 2007], район озера Ая находится в тектонически-активной зоне. Он пишет, что по геологическим, геоморфологическим и геофизическим данным, в этой зоне выявлена субширотная серия молодых разломов, по которым проходили разнонаправленные неотектонические движения: к северу – опускание, к югу – поднятие. Непосредственно тектонический разлом субширотного направления наблюдается на дне впадины в южной части озера, где на него «насажена» цепочка восходящих родников, питающих озеро [Малолетко В.А., 1979; Малолетко, 1980]. Однако при этом колодцеобразные выходы напорных вод иногда вытянуты в субмеридиональном направлении [Малолетко, 2003, 2004].

Следовательно, можно было бы предположить, что озеро Ая занимает молодую растущую приразломную впадину. Однако её котловина не может быть такой впадиной, так как в этом случае она была бы узкой, вытянутой в длину и ориентированной в субширотном направлении. Котловина же, напротив, по своей форме очень близка к изометричной. Узкие и длинные впадины Пионерская и Моховое Болото тоже не могут быть приразломными, так как они ориентированы в субмеридиональном направлении, то есть поперёк неотектонических разломов.

Кроме того, по мнению А.К. Захарова [1973, 1976], благоприятными предпосылками для образования родников на дне озера являются не тектоника, а согласное с направлением подземного водного потока простирающие известняки, имеющих здесь субширотную ориентировку и их повышенная

трещиноватость. А разгружаться родники должны были в зоне субмеридионального контакта с интрузией. Это его предположение подтвердили и геофизические исследования, проведённые методом естественного электрического поля (ЕП) [Бакшт, 1979].

Мы считаем, что роль неотектоники в формировании Айских впадин является весьма ограниченной и заключается в развитии ослабленной зоны сильной трещиноватости и дробления коренных пород. В свою очередь, наличие данной зоны и явилось одним из наиболее благоприятных факторов эвризионно–кавитационного механизма образования этих котловин при прохождении по долине Катуня в позднем неоплейстоцене гигантских гляциальных паводков.

Космическая и вулканическая гипотезы

Данные гипотезы происхождения котловины озера Ая ни в одной из публикаций нам не встречались, но о них мы неоднократно слышали от представителей разных профессий, далёких от геологии и геоморфологии. Эти гипотезы относятся к области ненаучной фантастики. При этом впадины Моховое Болото и Пионерская, ни метеоритными, ни вулканическими кратерами не считаются, видимо, в силу их узкой вытянутой формы.

По своему происхождению впадина озера Ая не может быть метеоритным (импактным) кратером или кратером древнего вулкана по следующим причинам.

Во–первых, метеоритный кратер имеет круглую или вытянутую форму, которая зависит от угла падения космического тела [Геологический словарь, 2010, т. 1]. Котловину озера Ая даже с большой натяжкой нельзя назвать круглой (рис. 10, 11). К тому же, в северной (нижней по долине) части она раздваивается, чего нет у метеоритных кратеров.

Во–вторых, диаметр метеоритного кратера обычно в 3–5

раз больше его глубины. Следовательно, в нашем случае при диаметре котловины озера Ая в 400 м глубина её должна быть от 80 до 130 м. В книге А.Н. Романова и С.В. Харламова «По дважды Алтайской земле», изданной в 2003 году, написано, что глубина озера Ая в южной части достигает 810 м, то есть намного больше глубины гипотетического метеоритного кратера, но это, как уже отмечалось, не более, чем досадная опечатка. На самом же деле, максимальная глубина этой котловины, возможно, несколько более 27 м. Это в любом случае в разы меньше той глубины, которую должен был иметь метеоритный кратер.

В-третьих, при ударе и взрыве метеорита по периферии образуется вал из приподнятых коренных пород (цокольный вал) перекрытых выброшенными из кратера импактными брекчиями. При диаметре озера в 400 м высота такого вала могла составить десятки метров. В самом кратере в момент взрыва происходит ударная перекристаллизация пород, превращающихся в импактиты, с образованием алмазов, импактного стекла и минералов высокобарического кварца – коэсита, лешательерита, стишовита и др. [Геологический словарь, 2010, т. 1; 2011, т. 2; 2012, т. 3].

Ни одного из перечисленных выше признаков метеоритного кратера, ни импактитов, ни своеобразных кварцевых минералов здесь нет.

Не может эта котловина быть и кратером древнего вулкана, так как по берегам и в ближайших окрестностях озера Ая полностью отсутствуют вулканические и пирокластические породы, в том числе, особенно жерловой фации. Очевидно, на мысль о том, что это древний вулканический кратер, натолкнули форма котловины и гранитоиды, развитые как по берегам, так и в озере.

Однако именно наличие гранитоидной интрузии однозначно указывает, что эта котловина никогда не имела и не могла иметь никакого отношения не то что к кратеру, но и

вообще к вулкану, так как, по определению, интрузия – магматическое тело, образовавшееся на глубине из магмы, которая внедрилась в земную кору [Геологический словарь, 2010, т. 1]. После внедрения этой интрузии в толщу земной коры должны были пройти многие десятки и даже сотни миллионов лет, чтобы тектоническими и денудационными процессами она была выведена на дневную поверхность.

Озеро Ая и ландшафтно–климатические условия в конце позднего неоплейстоцена (потепление бёллинг)

В имеющихся публикациях, сведения о донных отложениях озера Ая, а также впадин Пионерская и Моховое Болото практически отсутствуют, за исключением работ А.М. Малолетко [2003, 2004].

Так, по Н.Г. Селедцову [1963], у северо–западного берега дно озера песчаное. В небольшой статье А.К. Захарова [1976] есть лишь очень краткое упоминание о том, что дно озера плотное илистое и только на отдельных его участках в восточной части – каменистое. По данным В.В. Ильина [1976], донные отложения озера илисто–песчаные, часто с примесью крупной дресвы. По В.А. Малолетко [1979], на дне озера развиты белые ракушечниковые мергели мощностью 1,5–2,0 м, подстилаемые аллювиальными галечниками. В Красной книге Алтайского края [2009] написано, что всё дно озера выстлано рыхлым глиноподобным материалом белого цвета, являющимся известковым илом, содержащим много раковин моллюсков. Озёрные и болотные отложения приурочены к котловинам былых и современных озёр, а днище котловины Моховое Болото занято моховым болотом [Барышникова, Прудникова, 2003]. У южной окраины этого болота скважиной вскрыты мелкогалечниковые отложения с песчаным за-

полнителем мощностью 3,7 м [Малолетко, 2003, 2004], которые не могут быть озёрными. На геоморфологической схеме В.В. Бутвиловского (рис. 16) во впадинах Пионерская и Моховое Болото показаны озёрно–болотные отложения, датированные как верхненеоплейстоцен–голоценовые. Этим, пожалуй, в настоящее время и ограничиваются все сведения о донных отложениях Айских впадин.

До настоящего времени А.М. Малолетко – первый и пока единственный из исследователей, кто ещё 47 лет назад предпринял попытку комплексного изучения донных отложений озера Ая. По его данным, прибрежная часть дна сложена либо глыбами и щебнем, либо песчано–галечными отложениями. Плоское дно озёрной впадины с поверхности выполнено толщей чёрных сероводородных илов мощностью до 2,7 м, а под ними залегает белая глиноподобная масса с обрывками растительных тканей и многочисленными раковинами моллюсков – озёрный мел неустановленной мощности [Малолетко, 2003, 2004].

Хотя ранее А.М. Малолетко называл эту массу озёрным мергелем и отмечал, что мощность мергелей в южной части озера превышает 2,5 м, а их радиоуглеродный возраст определён в 12750 ± 65 лет (СОАН–779) [Малолетко, 1980]. Позднее – светло-серым озёрным мергелем с обильными раковинами пресноводных моллюсков [Малолетко, 2007].

Возраст этого мергеля несколько древнее, хотя и весьма близок межстадиальному потеплению климата бёллинг (12,4–12,0 тыс. лет назад), проявившемуся в самом конце позднего неоплейстоцена [Геологический словарь, 2010, т. 1]. Однако Л.А. Орлова, неоднократно выполнявшая определения радиоуглеродного возраста различных карбонатных образований из разных районов Алтая, в том числе и по нашим сборам, в своих заключениях всегда отмечала, что этот возраст обычно является удревшённым. По мнению В.В. Бутвиловского [1993], радиоуглеродный возраст, определённый по карбона-

там, удревнён на 1–1,5 тыс. лет. На удревнение радиоуглеродного возраста озёрных карбонатов, обусловленное высокой жёсткостью воды, указывает и Д. Боуэн [1981]. Следовательно, возраст мергелей является несколько удревнённым, а потому не противоречит их образованию в климатических условиях бёллинга.

Что это за отложения – озёрный мел или мергель – точно пока не установлено. Озёрный мел (гажа) – рыхлая, порошкообразная, рассыпчатая масса CaCO_3 , отложенная в водоёмах озёрно–болотного типа путём выпадения из раствора. Глинистые разновидности называются озёрными мергелями [Геологический словарь, 2010, т. 1]. Химический состав их, к сожалению, не определялся. По данным термического анализа, они имеют кальцитовый состав с примесью органики. По результатам минералогического анализа, лёгкая фракция, составляющая 99,77%, представлена обломками бесцветного кальцита неправильной формы и кальцитовыми микроконкрециями с тонким глинистым налётом буроватого цвета [Малолетко, 2003, 2004]. Мы считаем, что данные отложения могут являться известковым мергелем.

Судя по приуроченности этих мергелей к наиболее пониженным участкам на днище впадины, где они перекрыты толщей сероводородных чёрных илов, вероятно, голоценового возраста, что отражено выше на рисунке 14, составленном А.М. Малолетко [2004] и заимствованным нами из его работы, уровень Айского озера во время их накопления (бёллинг) мог быть ниже современного на 15–18 м. В таком случае, само озеро должно было распадаться на два небольших изолированных мелководных водоёма, разделённых гранитоидным останцом, который ныне известен как остров Змеиный (рис. 14).

В северной и южной частях озера А.М. Малолетко были отобраны образцы мергелей, из которых выделены многочисленные в количественном и разнообразные в видовом отно-

шении комплексы водных моллюсков, остракод, ископаемых семян и спорово–пыльцевые спектры, а также получены результаты механического, термического и минералогического анализов [Малолетко 2003, 2004]. К сожалению, данный автор не уделил должного внимания палеогеографическому анализу и интерпретации этих очень интересных, и даже уникальных материалов.

По нашему мнению, все эти данные отражают более засушливый и более тёплый (на 3–4°С) климат бёллинга, по сравнению с современным в этом районе Горного Алтая. Ранее, на основе фактического материала, полученного А.М. Малолетко [2003, 2004], мы уже предлагали в несколько сжатом виде свою реконструкцию ландшафтно–климатических условий в данном районе Алтая во время накопления айских мергелей [Русанов, 2005а, 2007, 2015а]. Ниже остановимся на ней более подробно.

В мергеле обнаружены 14 видов водных моллюсков, определённых Е.А. Новиковым, – *Valvata sibirica* Midd., *Lymnaea stagnalis* (L.), *Lymnaea auricularia* (L.), *Lymnaea peregra* (Vull.), *Lymnaea everse* (Mrt.) West., *Bithynia inflata* (Nils.), *Anisus filiaris* (Gredl.), *Armiger crista* (L.), *Segmentina complanata* (L.), *Sphaerium corneum* (L.), *Amesoda* sp. nov., *Euglesa subtruncata* (Malm.), *Euglesa lilljeborgi* (Malm.), *Euglesa milium*, и всего лишь два вида наземных – *Eulota (Bradybaena) schrenki* (Midd.), *Goniodiscus ruderatus* Stud. При этом из всего количества водных моллюсков, обнаруженных в айских мергелях, только три вида (*Lymnaea stagnalis*, *L. auricularia* и *Bithynia inflata*) сохранились в озере Ая до настоящего времени [Малолетко, 2003, 2004]. Вся эта ископаемая малакофауна не содержит явно выраженных фригофилов и зонально смещённых видов и представлена умеренно теплолюбивыми видами, обитающими в мелководных бессточных водоёмах и способными переносить повышенную солёность озёрных вод.

Среди них доминируют виды лёгочных моллюсков, которые характерны для мелководных тёплых бессточных зарастающих водоёмов бедных кислородом, а моллюски рода *Bithynia*, хоть и жаберные, но не требовательные к содержанию кислорода в воде. Преобладание же лёгочных моллюсков может быть связано не только с периодическим дефицитом кислорода в воде мелководных озёр, но и с периодическим их обмелением вплоть до полного пересыхания. При этом скорость накопления осадков в таких водоёмах была высокой [Попова, 1981].

По данным С.М. Поповой [1981], в периоды плейстоценовых похолоданий численность видов сокращается, наземные моллюски начинают преобладать над водными. Поэтому богатый видовой состав водных моллюсков, и всего лишь два вида наземных, исключают время неоплейстоценовых оледенений и глубоких стадияльных похолоданий климата.

Сейчас в озере Ая, кроме трёх сохранившихся видов водных моллюсков, отмеченных выше, обитает и четвёртый вид – *Giraulus gledleri* [Малолетко и др., 2004]. Он является пресноводным и холодолюбивым [Адаменко, 1974], и видимо, по этой причине отсутствует в озёрном мергеле.

Фауна ископаемых остракод, по определению О.Ю. Буткеевой, насчитывает 970 экземпляров, принадлежащих 13 видам – *Ciclocypris laevis* (O.F. Müller), *Candona candida* (O.F. Müller), *Candona rostrata* (Br. et Norm.), *Candona stagnalis* Sars, *Candona* sp. nov., *Criptocandona* sp., *Candoniella* sp., *Candoniella albicans* (Brady), *Cypridopsis vidua* (O.F. Müller), *Notodromas* sp., *Notodromas monacha* (O.F. Müller), *Limnocythere inopinata* (Baird), *Darwinula stevensoni* Br. et Norm. [Малолетко 2003, 2004]. Вся она представлена эвритермными и эвригалинными видами, характерными для мелководных (до 2 м), хорошо прогреваемых, зарастающих водоёмов с неустойчивым гидрологическим режимом, но не пересыхающих полностью.

Такой вывод подтверждает постоянное присутствие в больших количествах (от единичных, до 200 экз.) различных видов рода *Candona* и особенно видов *Cyclocypris laevis* (O.F. Müller) – 200 экз., *Candoniella albicans* (Brady) – 168 экз., а также вида *Cypridopsis vidua* (O.F. Müller) – 170 экз. Последний вид обитает лишь в солоноватых (не ниже 2‰) озёрах, богатых растительностью с температурой воды не менее +20°C. Вид *Cyclocypris laevis* образует популяции высокой плотности при температуре воды +20...+23°C [Коновалова, Шпанский, 2005], а его обилие может свидетельствовать о некоторой неустойчивости гидрологического режима палеоводоёма. И, кроме того, он характеризует заросший растительностью водоём с умеренно–тёплыми водами и высоким содержанием кальция. Виды *Limnocythere inopinata* (Baird) и *Darwinula stevensoni* Br. et Norm. относятся к мезогалофильному ряду, отражают условия довольно тёплого неглубокого озера с относительно высокой солёностью воды до 5‰ [Хазин и др., 2016].

Как уже отмечалось выше, виды рода *Candona* обитают в широком диапазоне глубин, значительная часть которых является эвритермными и эвригалинными, способными переносить слабое осолонение водоёмов, потепления и похолодания климата и встречаются в озёрах различного типа [Казьмина, 1968; Липагина, 1976; Коваленко, 1988]. Так, вид *Candona rostrata* (около 200 экз.) обитает в мелководных озёрах на илистых грунтах с пышной растительностью и температурой воды до + 26°C и её солёностью до 5,8‰, а вид *Candona candida* (180 экз.), хоть и сравнительно холодолюбивый, но встречается и в озёрах, где вода прогревается выше + 20°C, а её максимальная солёность может достигать 5,77‰. К тому же, в настоящее время считают, что *Candoniella albicans* – это личинки вида *Typhlocypris rostrata* Br. et Norm., при этом высокая плотность его популяции характерна для водоёмов с температурой воды до +26°C [Коваленко, 1988].

На тёплый климат и солоноватые воды озера, бедные кислородом, может указывать и полное отсутствие в айских мергелях вида *Cytherissa lacustris*. Он предпочитает илистые грунты, является stenotherмно–холодолюбивым и обитает только в пресных озёрах с чистой холодной водой (не выше +15°C) богатой кислородом, а его присутствие в больших количествах отражает суровый, и холодный климат, возможно, отвечающий оледенению [Липагина, 1976]. В больших количествах (более 100 экз. на образец) этот вид остракод обнаружен в 26 км юго–западнее озера Ая на абсолютной высоте около 1000 м в озёрных отложениях, датированных началом и максимумом последнего оледенения [Сергеев и др., 1968; Русанов, 2005б].

В настоящее время, вимо в связи с низкой температурой придонной воды и вследствие сероводородного заражения, современная фауна остракод в озере отсутствует. Во всяком случае, в опубликованной литературе сведений о ней нет.

Вся ископаемая фауна остракод очень широко развита в четвертичных озёрно–аллювиальных и озёрных отложениях Алтая, но стратиграфически значимым видом, определяющим возраст известковых мергелей, является вид *Limnocythere inopinata* (Baird), характерный для верхнеплейстоценовых и голоценовых отложений [Липагина, 1973, 1976]. В верхнеплейстоценовых отложениях появляется и вид *Cypridopsis vidua* (O.F. Müller) [Казьмина, 1968].

Практически вся ископаемая фауна остракод, содержащаяся в айских мергелях, ранее была установлена и в озёрных отложениях, залегающих в цоколе первой надпойменной террасы реки Ануй у села Ануйское [Липагина, 1973], которое находится уже на Предалтайской равнине в 80 км северо–западнее озера Ая. Эти отложения накапливались в обстановке умеренно тёплого климата в условиях дальнейшего повышения температуры [Липагина, 1973], а их радиоуглеродный возраст, определённый в 14540 ± 365 лет (СОАН–16), 13670 ±

115 лет (СОАН–69) [Панычев, 1979], 12600 ± 120 лет (ЛГ–39) и 12500 ± 150 лет (ЛГ–36) [Арсланов и др., 1972] также весьма близок возрасту айских мергелей, особенно две последние датировки.

Палеокарпологический комплекс из айских мергелей, выделенный Е.А. Пономарёвой, насчитывает 24 вида растений – *Bryales*, *Picea* sp., Pinaceae gen., *Betula* sp., *Salix* sp., *Chara* sp., cf. *Najas* sp., *Typha* sp., *Sparganium simplex* Huds., *Potamogeton* sp., *Potamogeton pectinatus* L., *Potamogeton perfoliatus* L., *Carex* ex gr. A, *Carex pseudocyperus* L., *Carex caespitosa* L., Cyperaceae gen., *Heleocharis palustris* R. Br., *Scirpus* sp., *Scirpus lacustris* L., *Polygonum* sp., *Chenopodium album* L., Chenopodiaceae gen., *Ceratophyllum* sp., *Cirsium palustre* [Малолетко 2003, 2004].

Комплекс ископаемых семян также отражает тёплый мелководный (до 2 м) зарастающий солоноватый водоём с жёсткой щелочной достаточно прозрачной водой, который существовал в условиях более тёплого и сухого климата, чем современный. На это указывает присутствие карпоидов таких растений, как *Najas* sp., *Typha* sp., *Chara* sp., отсутствующих здесь в настоящее время, а также *Carex pseudocyperus* L., *Potamogeton pectinatus* L., *Potamogeton perfoliatus* L. Два последних вида рдестов могут обитать в озёрных водах с солёностью не менее 6‰ [Буракова, 1986]. Причём в настоящее время вид *Potamogeton pectinatus* L. в этом озере также отсутствует [Малолетко и др., 2004, с. 123].

В целом же, из всего многообразия ископаемых семян, более 50% принадлежат солоноватоводным растениям и растениям, которые способны переносить осолонение воды и засоленность почв.

В трёх спорово–пыльцевых спектрах, выделенных Л.И. Ефимовой, среди древесных растений доминирует пыльца берёзы (*Betula* sp.) – 32,5–83,2%, в значительных количествах содержится пыльца ели (*Picea obovata* Ldb.) – 1,4–38,9%, со-

сны обыкновенной (*Pinus silvestris* L.) – 2,8–10,4%, пихты (*Abies sibirica* Ldb.) – 3,0–8,4%, а среди травянистых растений господствует пыльца полыни (*Artemisia* sp.) – 20,0–46,0%, маревых (Chenopodiaceae) – 24,0–29,6% и злаков (Gramineae) – до 8,4%, а также водных растений: частухи подорожниковой (*Alisma plantago* L.) – до 3,0%, ежеголовника (*Sparganium* sp.) – до 5,6%, рогоза (*Typha* sp.) – до 4,8%, водной гречихи (*Polygonum amphibium* L.) – до 1,2% [Малолетко, 2003, 2004, табл. 7], что по нашему мнению, также говорит о существенном потеплении и аридизации климата в бёллинге.

Однако А.М. Малолетко [2003, 2004] пишет, что в этих спектрах среди древесных пород доминирует пыльца ели, свидетельствующая о том, что в районе озера Ая в период накопления донных отложений господствовали еловые леса, отсутствующие здесь в настоящее время.

Мы же, напротив, считаем, что здесь резко доминировали берёзовые леса со значительной примесью ели, сосны и пихты. Причём ель в этих спектрах является уже деградирующим реликтом предыдущей холодной и влажной эпохи раннего дриаса [Русанов, 2007]. Кроме того, господству еловых лесов противоречат высокие содержания пыльцы полыни и маревых. В условиях межстадиального потепления ель постепенно исчезает и замещается сосной, что свидетельствует о деградации многолетней мерзлоты [Борисова, 1994] раннедриасового похолодания, и пихтой – наиболее теплолюбивой из всех хвойных пород умеренного пояса. А то, что в конце позднего неоплейстоцена во время последнего оледенения в условиях сурового климата в этом районе Алтая была развита многолетняя мерзлота, по нашему мнению, достаточно убедительно было показано в первой части книги при рассмотрении Манжерокского озера.

Сосновые леса свидетельствуют о среднегодовой положительной температуре горных пород от 0,5 до 1,2°C [Алексеев, 2008]. И, кроме того, сосна является индикатором понижен-

ного атмосферного увлажнения и региональной перестройки растительности [Безрукова и др., 2015]. В целом же, и спорово-пыльцевые спектры из мергелей также не противоречат реконструируемым палеоклиматическим условиям бёллинга в районе озера Ая.

По А.К. Захарову [1976], воды озера Ая мягкие (жесткость 2,04–2,44 мг–экв/л), от нейтральных на поверхности (рН – 7,2–7,4) до слабо кислых на глубине (рН – 6,2–6,5), а их минерализация не превышает 180 мг/л. Хотя несколько ранее он отмечал, что минерализация изменяется от 88 до 164 мг/л [Захаров и др., 1973]. В настоящее время, по данным А.М. Малолетко и Н.Г. Прудниковой [2004], вода в озере пресная (общая минерализация 234,19 мг/л), очень мягкая (общая жесткость менее 4 мг–экв/л), а по величине рН реакция водной среды близка к нейтральной, с небольшими колебаниями, как в сторону кислотности, так и щелочности [Малолетко и др., 2004]. По Е.И. Гончаровой с соавт. [2002] минерализация воды несколько выше – 240 мг/л, а по величине рН – 8, реакция водной среды отвечает уже слабощелочной.

В бёллинге же во время накопления мергелей озёрная вода была совершенно другой. Она должна была отличаться резко повышенными минерализацией (от 2 до 6 г/л), высокой жесткостью и щелочностью, на что кроме отмеченного выше, указывают и большое количество остатков харовых водорослей, отсутствующих в озере в настоящее время, и хорошая сохранность в большом количестве раковин остракод и моллюсков.

В аридной зоне из-за недостатка влаги ослаблена водная миграция, в осадке господствует щелочная или нейтральная среда и кальций всегда в избытке, а растворение раковинного вещества ослаблено или отсутствует. Поэтому в аридных условиях раковины сохраняются чаще и в хорошем состоянии, которое зависит преимущественно лишь от местных условий диагенеза [Толстикова, 1985]. В условиях же гумидного кли-

мата, при пониженных минерализации, жёсткости и щёлочности среды раковинное вещество, быстро растворяясь, не сохраняется [Верзилин и др., 1988].

По мнению некоторых исследователей [Прудникова и др., 2006; Андреева, Ротанова, 2008], причиной исчезновения из состава современной водной растительности озера таких растений как рогоз (*Typha* sp.) и харовые водоросли (*Chara* sp.), остатки которых присутствуют в мергеле, и еловых лесов на его берегах, является антропогенная, в том числе и рекреационная деятельность. Е.И. Гончарова с соавт. [2002] также приходят к выводу о том, что повышенный уровень загрязнённости озера и напряжённая экологическая ситуация способствовали исчезновению редких реликтовых растений – белой лилии и водяного ореха. Мы же, в свете изложенного выше, считаем, что главной причиной этого являются произошедшие в позднем дриасе и голоцене изменения климата. Это привело к значительному увеличению глубины озера, изменению гидрологического, температурного и газового режима и гидрохимии его вод.

Тем более что харовые водоросли обитают в мелководных водоёмах с жёсткой водой, богатой известью, а современное озеро Ая – глубокое с очень мягкой водой. В летний период содержание ионов кальция в поверхностных слоях воды не превышает 30 мг/л, увеличиваясь в придонных слоях до 35–40 мг/л и к тому же, с глубины 12 м, отмечается значительное сероводородное заражение воды [Малолетко и др., 2004].

И, наконец, о тёплом и засушливом климате бёллинга свидетельствует само накопление в Айской впадине известковых мергелей, мощность которых, по данным А.М. Малолетко [1980], превышает 2,5 м. Кроме того, В.В. Ильин [1976] отмечает, что засушливый климат и длительно произрастание харовых водорослей в мелководных озёрах приводят к образованию толщи светло-серых (реже тёмно-серых) карбонатных илов.

Известно, что карбонатонакопление в бессточных озёрах, а именно таким в то время было озеро Ая, происходит в условиях достаточно сухого и тёплого климата со среднеиюльскими температурами не ниже $+20^{\circ}\text{C}$ [Страхов, 1962; Бартош, 1976], что на 2°C выше их современных значений в районе озера [Малолетко и др., 2004; Красная книга..., 2009]. В сухом климате катионы кальция менее подвижны и накапливаются в результате повышенного испарения [Перельман, 1975], а кроме того, при повышении температуры ускоряются химические реакции, скорость выпадения в осадок углекислого кальция прогрессивно возрастает [Толстикова, 1985].

Характерную черту современных озёр с мягкой водой, расположенных в умеренном по температуре климате, составляет отсутствие карбонатов кальция в осадке или ничтожное их содержание (до десятых долей %). Иначе обстоит дело в озёрах с жёсткой водой, расположенных в переходной полосе от гумидной зоны, к аридной. Наибольшие скопления CaCO_3 приходится на мелководья в полосе подводных зарослей. Во всех типах водоёмов накопление углекислого кальция усиливается при переходе от участков с пониженной, к участкам с более высокой температурой при приближении к засушливым поясам. Интенсивная хемогенная садка кальцита является характернейшим процессом аридных зон [Страхов, 1962].

В изветковых мергелях озера Ая, наряду с аутигенным лимонитом (22,1% от веса тяжёлой фракции), установлены и довольно значительные содержания аутигенного пирита (4,1% от веса тяжёлой фракции), представленного микроконкрециями округлой формы латунно-жёлтого цвета [Малолетко, 2003, 2004]. Подобный пирит образуется в результате взаимодействия гидромоносульфида железа (гидротроилита) со свободной серой, которая выделяется при переработке микробами органических веществ [Страхов, 1962].

Образование же гидротроилита происходит в условиях за-

труднѐнной циркуляции и недостаточного притока кислорода в придонные слои воды (гидротроилит – устаревшее название смеси сульфидов железа и глинистых минералов [Геологический словарь, 2010, т. 1]). Следовательно, этот пирит характеризует сероводородные (резко восстановительные) геохимические фации [Страхов, 1962]. И кроме того, этот пирит очевидно свидетельствует о том, что в бѐллинге озеро Ая, несмотря на низкий уровень и неустойчивость гидрологического режима, на что может также указывать высокое содержание аутигенного лимонита, всё же, по–видимому, полностью не пересыхало.

Сейчас сероводородное заражение в озере Ая начинается с глубины 12–13 м. На этих глубинах озѐрные воды уже не содержат кислород, но зато в них много метана и сероводорода [Малолетко и др., 2004; Красная книга..., 2009]. Современная водная растительность озера бедна как в видовом, так и в количественном отношении и распространена до глубин 8–10 м, что связано с неблагоприятным газовым режимом [Малолетко, 2001, 2003].

Следовательно, озеро Ая в бѐллинге должно было быть мелководным (до 2 м), тёплым (не ниже +23°C), солоноватым (не менее 5‰), отличаться ярко выраженной эвтрофностью, богатством воды углекислым кальцием, а также периодическим дефицитом кислорода в воде, что должно было приводить к сезонным заморам. Подобные заморы в придонных слоях эвтрофных озѐр аридных областей наблюдаются летом вследствие полного потребления кислорода [Толстикова, 1985].

Правомерность предложенной нами палеореконструкции подтверждают и результаты комплексного (химического, минералогического, карпологического и микропалеонтологического) изучения озѐрных мергелей высокогорного Тархатинского озера на юго–востоке Горного Алтая. Во время их накопления, которое происходило позднее, предположительно в

среднем голоцене (климатический оптимум), это озеро тоже было мелководным, тёплым, бессточным и солоноватым с очень жёсткой водой, а летние температуры воздуха могли быть на 5–6°C выше современных [Русанов, 2015в; Русанов, Тетерина, 2015].

Обратим внимание и на следующий факт. В работах А.М. Малолетко [2003, 2004] отмечено, что ещё недавно наиболее примечательным водным растением озера был водяной орех (*Trapa natans*), полностью уничтоженный к началу шестидесятих годов прошлого века. С 1964 по 1976 годы В.В. Ильин изучал водную растительность озера, однако водяной орех в нём уже не обнаружил [Ильин, 1976].

Впервые водяной орех в озере Ая был обнаружен в 1936 году академиком В.А. Обручевым, по мнению которого, он сохранился здесь со времён ледниковых эпох [Обручев, 1948]. Этот орех растёт на глубинах от 0,5 до 2,5 м, где вода хорошо прогревается, а так как в озере Ая мелководная прибрежная полоса очень узкая, то он и был легко и быстро уничтожен отдыхающими.

Однако ни в палеокарпологическом комплексе, ни в спорово–пыльцевых спектрах, выделенных из озёрных мергелей, остатки этого палеоген–неогенового умеренно теплолюбивого реликтового растения не обнаружены, а это не подтверждает вывод В.А. Обручева. Да и не могло здесь быть водяного ореха во время накопления мергелей, так как водяной орех является показателем слабопроточных или временно проточных, с медленным течением, пресных и мягких озёрных вод [Ильин, 1976; Буракова, 1986].

Вода же, как установлено, в то время была в озере хоть и тёплой, но непроточной, солоноватой и очень жёсткой. Кроме того, сама озёрная котловина образовалась лишь в самом конце позднего неоплейстоцена. Поэтому данный факт работает в пользу нашей версии о недавнем появлении водяного ореха в озёрах предгорно–низкогорной части Алтая [Русанов,

2015б; Русанов и др., 2016], подробно изложенную при рассмотрении Манжерокской котловины.

По мнению А.М. Малолетко [1980], скорость осаднения мергеля в озере Ая трудно рассчитать. Мы же, напротив, считаем, что определить эту скорость вполне реально, пусть даже пока ориентировочно.

В связи с кратковременностью (200 лет) среднедриасового похолодания, фазы климатического потепления бёллинг (продолжительность 400 лет) и аллерёд (продолжительность 900 лет) иногда объединяют в одно потепление с двойным названием бёллинг–аллерёд, разделяющим раннедриасовое и позднедриасовое похолодания [Геологический словарь, 2010, т. I] конца позднего неоплейстоцена. Поэтому не исключена вероятность того, что айские мергели могли накапливаться именно в это бёллинг–аллерёдское время общей продолжительностью в 1500 лет. Среднедриасовое похолодание в них либо не успело проявиться, либо, что более вероятно, в связи со слабой изученностью мергелей, пока не установлено.

В таком случае, средняя скорость накопления озёрных мергелей, исходя из их мощности в 2,5 м [Малолетко, 1980], может составлять 1,66 мм/год. Если же известковые мергели накапливались только на протяжении бёллинга, то тогда эта скорость будет составлять 6,25 мм/год. Оба полученных значения темпов осадконакопления нам представляются вполне реальными. Тем более, что многочисленная и разнообразная ископаемая фауна моллюсков и остракод хорошей сохранности уже сама по себе является свидетельством высоких темпов осадконакопления.

По А.М. Малолетко [2003, 2004], в озере Ая известковые мергели бёллинга перекрыты чёрными с зеленоватым оттенком сероводородными илами мощностью 2,7 м, которые являются лечебными, а их запасы оцениваются в 75000 м³. В палеонтологическом, минералогическом и геохимическом отношении эти илы остаются неизученными. Однако, в отли-

чие от мергелей, в них были определены некоторые основные породообразующие окислы (в граммах на 100 г ила): SiO_2 – 0,022; R_2O_3 (полупорные окислы) – 0,66; MgO – 0,002; CaO – 0,050; SO_4 – следы [Малолетко, 2003, 2004]. На основании этих определений можно сделать некоторые пока весьма общие предварительные выводы: повышенное содержание CaO и высокое значение отношения CaO/MgO характерны для тёплых межледниковых эпох и позволяют судить не только о содержании карбонатов, их перераспределении и вероятной миграции, но и указывают на их связь с органикой, которая в тёплые периоды начинает играть крупную роль в процессах озёрного литогенеза [Лукашов, 1970].

Если принять среднюю скорость их осадконакопления в 0,3 мм/год, что для этого маленького изолированного водоёма нам представляется вполне реальным, так как он не имеет других источников поверхностного питания, кроме талых и дождевых вод, которые поступают с очень ограниченной площади – не более 0,2 км² [Захаров и др., 1973], то на аккумуляцию этой толщи потребовалось 9000 лет. Другими словами, накопление чёрных илов в озере Ая протекало на протяжении практически всего голоцена и продолжается в настоящее время.

Часть III

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И РЕГРЕССИЯ ОЗЁР МАНЖЕРОКСКОЕ И АЯ

Рассмотренные нами озёра Манжерокское и Ая находятся в предгорно–низкогорной части Алтая, занимающей площадь не менее 32 тыс. км². По нашим данным, на этой территории ещё в конце позднего неоплейстоцена в речных долинах (притоках Бии и Катуня) и различных по генезису котловинах, в том числе и на широких уплощённых водоразделах, в интервале абсолютных высот 250–950 м, существовало большое количество озёр (без учёта Телецкого озера) разнообразных морфогенетических типов. Общая площадь их, по предварительной оценке, была не менее 1000 км², что составляет около 3,1% данной площади и ориентировочным объёмом воды в 25 км³ [Русанов, 2005а, 2007].

Из всего многообразия существовавших ещё в недавнем прошлом озёр до настоящего времени сохранилось лишь немногим более сотни незначительных по площади водоёмов, занимающих не более 0,025% этой территории, самым крупным из которых сегодня является Колыванское озеро. В основном это незначительные по размерам пойменно-старичные озёра в речных долинах Иши, Катуня, Песчаной, Ануя, Чарыша, а также озёра, сохранившиеся в некоторых эвразийских и эвразийско–кавитационных котловинах, приуроченных к долине нижней Катуня между сёлами Манжерок и Ая (наиболее известные – Манжерокское и Ая) и озёра, частично занимающие денудационные котловины, выработанные селективной денудацией и дефляцией в гранитоидных массивах (озёра Казачинское, Колыванское, Белое).

Все озёра, сохранившиеся на этой территории, как минимум, на протяжении последних 50 лет, испытывают устойчивую тенденцию к сокращению. Особенно интенсивным и, по-

видимому, в ряде случаев уже необратимым в современных климатических условиях, этот процесс стал в конце двадцатого века. В настоящее время, наряду с климатическим фактором и естественным процессом развития озёр, приводящим в конечном итоге к их постепенному обмелению, старению и превращению в болото, всё более возрастающая роль в регрессии озёр принадлежит и антропогенному фактору. Анализ опубликованных и фондовых литературных источников, аэрофотоснимков и крупномасштабных топографических карт разных лет съёмки, опросы местных жителей и полевые наблюдения авторов за последние 20 лет подтверждают этот вывод [Русанов, 2015г].

В первую очередь, это касается озёр, единственным источником питания которых являются талые и атмосферные воды, а также озёр, хоть и имеющих другие источники питания, но являющихся объектами интенсивной рекреации – Манжерокское и Ая.

Рассмотрим имеющийся фактический материал.

В предгорно–низкогорной части бассейна Катунь отмечается усиленный рост среднегодовых температур с интенсивностью $0,42^{\circ}\text{C}/10$ лет, при одновременном уменьшении годовой суммы осадков [Семёнов, 2005]. По данным В.В. Паронова с соавт. [2001], в низкогорье Горного Алтая среднегодовые температуры воздуха за 48 лет выросли на $2,2^{\circ}\text{C}$ ($0,45^{\circ}\text{C}/10$ лет), а по его периферии выявлено существенное уменьшение зимних осадков, что приводит и к уменьшению их годовой суммы.

Исследования, проведённые в последние годы на ледниках Центрального Алтая и озере Чаны на юге Западно-Сибирской равнины, и математическая обработка полученных данных, показывают, что в ближайшем будущем в этом регионе (Алтай) будет происходить дальнейшая аридизация и потепление климата ещё на $1\text{--}1,5^{\circ}\text{C}$ [Галахов и др., 2008; Галахов, 2011].

В таких климатических условиях современные озёра, сохранившиеся в эвразийских и эвразийно–кавитационных котловинах долины Катунь, постепенно мелея, сокращаются, особенно не имеющие другого источника питания, кроме талых и атмосферных вод.

Озеро в эвразийской котловине размером 600×250 м, расположенное в сквозной долине (спиллвее) на водоразделе Катунь – Устюба выше села Нижнекаянча, и питаемое лишь талыми и дождевыми водами, в основной своей части давно превратилось в болото, распавшись на два небольших водоёма, изолированных друг от друга. За десять лет (с 1994 по 2003 годы.) это болото сильно высохло и начало зарастать березняком. Одно из остаточных озёр за это же время также почти полностью превратилось в болото. Площадь его водной поверхности, заросшей водными растениями, не превышает 40 м^2 . Второе более крупное озеро (рис. 6), занимающее, по видимому, наиболее глубокую часть эвразийской впадины, за это же время сократилось на 15–20%, и тоже интенсивно зарастает водной растительностью.

Потепление и аридизация климата сказывается и на Манжерокском озере. В начале шестидесятых годов прошлого века температура поверхностного слоя воды в нём составляла $+17...+18^\circ\text{C}$, а максимальная – $+22...+24^\circ\text{C}$ [Селедцов, 1963]. Сейчас этот слой прогревается до $+20...+22^\circ\text{C}$, иногда до $+24^\circ\text{C}$ [Красная книга..., 2000; Цимбалей, 2014] и даже до $+26...+28^\circ\text{C}$ [Природные комплексы..., 2006].

Манжерокское озеро в далёком прошлом, вероятно, имело площадь более 1 км^2 , а сейчас, судя по крупномасштабной топографической карте, оно занимает уже не более трети своей озёрной ванны и продолжает сокращаться.

В первой части книги, посвящённой этому озеру, мы уже отмечали, что у всех исследователей указывается его длина – 1112 м, глубина – от 2,5 до 3 м, ширина изменяется в широких пределах – от нескольких десятков метров, до 430 м. Од-

нако площадь водного зеркала у всех практически одинакова – 376000 м^2 или 376250 м^2 , и лишь у В.П. Галахова она несколько больше – 380000 м^2 , одинаков и объём воды в нём – 810312 м^3 или 810000 м^3 . При этом все исследователи обращают внимание на то, что в настоящее время береговая линия озера отступила от прежнего уровня на 10–15 м, а местами – на 100–120 м. Следовательно, в этом случае, пусть и незначительно, но должна была понизиться и его глубина, а значит и современная площадь озера, и объём воды в нём должны быть значительно меньше приведённых выше значений.

Суммарное среднегодовое поступление талых и дождевых вод с учётом осадков на водную поверхность составляет 1590000 м^3 , что почти вдвое превышает величину устойчивого объёма воды в Манжерокском озере [Галахов, 2008]. Основное количество этой воды поступает в озеро весной с поверхностным и подповерхностным стоком. В это время его уровень повышается на один метр и более [Цимбалей, 2014], хотя ещё в начале 60-х годов прошлого века Н.Г. Селедцов [1963] отмечал, что в течение года и по сезонам колебания уровня столь незначительны (от 2–3 до 6–8 см), что трудно говорить о его наивысшем и наинизшем состояниях. В остальные периоды поступление дождевых и грунтовых вод, хоть и поддерживает озеро, но не восполняет потерь – водный баланс нарушен и стал отрицательным, уровень воды падает и оно регрессирует, а в расходных статьях баланса преобладает испарение [Цимбалей, 2014]. По данным В.П. Галахова [2008], испарение с поверхности озера и транспирация высшей водной растительностью составляют 252000 м^3 , то есть баланс должен быть положительным и в озере должно оставаться 1338000 м^3 из ежегодно поступающей воды, что более чем на 500000 м^3 больше объёма озера.

Поверхностный сток наблюдается только в период весеннего половодья в р. Едрала. Однако огромное влияние на гидрологический режим озера оказало даже частичное сведение

леса к северо–западу от него на склоне вала, отгораживающего озеро от Катуня и трансформация этой территории в пашню (рис. 1). В результате стал преобладать поверхностный сток, и грунтовые воды лишились основной доли атмосферного питания. Уровень их стал нестабилен. В засушливый год и даже в критический период года уровень грунтовых вод опускается ниже зеркала озера. Гидродинамический напор перестаёт удерживать озёрные воды, и они уходят в подстилающие водопроницаемые валунные галечники, и далее в Катунь, по пути подтапливая село Манжерок [Цимбалей, 2014].

Кроме того, озеро относится к эвтрофному типу и сейчас в нём активно протекает процесс разложения органики, накопления сапропелей и торфяных илов. Это, в свою очередь, ускоряет обмеление и зарастание водоёма [Цимбалей, 2014], и без того находящегося в стадии старения [Михайлов, 1994]. Поэтому с целью поднятия уровня воды в озере и её обновления была построена плотина, однако это не дало положительных результатов и водоём продолжает постепенно деградировать [Природные комплексы..., 2006]. Следовательно, главными факторами сокращения и обмеления Манжерокского озера являются естественная эвтрофикация и высокая антропогенная нагрузка на его берегах.

Сокращение площади акватории Манжерокского озера, его мелководность, значительные сезонные колебания уровня, усиление заболачивания, заморы рыбы приближают состояние этого водоёма к критическому [Цимбалей, 2014], а вода в нём стала умеренно загрязнённой, по крайней мере, в юго–западной части [Васина, 2015]. К тому же, в водоёмах с объёмом воды 1 млн. м³ (объём Манжерокского озера значительно меньше 1 млн. м³) при посещении 500–600 человек в сутки ещё сохраняется способность к самоочищению, но уже при посещении 1000 человек в сутки начинается его эвтрофикация [Прудникова, 2003].

В настоящее время здесь создаётся рекреационный центр

(всесезонный горнолыжный спортивно–оздоровительный санаторно–туристический комплекс) с ежедневным пребыванием, по одним данным, 14000 человек [Журавлёва, 2009], по другим – 6500 человек [Андреева, 2008; Цимбалей, 2014]. Однако данная территория не способна безболезненно принять такое количество отдыхающих [Журавлёва, 2009] и в случае осуществления этого проекта нетрудно представить, во что может превратиться уникальное озеро в самые ближайшие годы.

Уровень озера Ая, имеющего подземный источник питания, понизился за пятьдесят лет (с 1922 по 1972 годы) на 1,2–1,5 м [Малолетко, 2004]. Ю.М. Цимбалей [2008] считает, что на снижение уровня озера могло повлиять бурение двух скважин на его берегах, проведённое в шестидесятые годы прошлого века. В 1972 году его площадь составляла 93000 м², при максимальной глубине 21,7 м и объёме воды 1116000 м³ [Малолетко и др., 2004]. Хотя за 10 лет до этого, по данным Н.Г. Селедцова [1963], площадь водного зеркала озера Ая составляла 87500 м², а объём воды – 1093740 м³. В таком случае получается, что, несмотря на понижение уровня озера, его площадь и объём в 1972 году стали больше, чем были за 10 лет до этого. Видимо, кто–то из этих исследователей ошибается в своих расчётах.

Сейчас объём воды в озере Ая определяется в 1090000 м³ [Прудникова, 2007], что на 26000 м³ меньше, чем было в 1972 году. Следовательно, если эти оценки верны, то за прошедшие 35 лет (1972–2007 гг.) его уровень должен был понизиться ещё не менее, чем на 27 см.

Очевидно, в результате современных климатических изменений Алтая в сторону потепления и аридизации [Паромов и др., 2001; Семёнов, 2005; Галахов и др., 2008] за 30 лет резко повысились жёсткость и минерализация воды в этом озере – с 2,04–2,44 мг–экв/л [Захаров, 1976], до почти 4 мг–экв/л [Малолетко и др., 2004], и с 88–164 мг/л [Захаров и др., 1973]

до 234,19 мг/л [Малолетко и др., 2004], соответственно. По данным Е.И. Гончаровой и др. [2002] минерализация воды даже несколько выше – 240 мг/л, а реакция водной среды уже стала слабощелочной.

В эвразийно–кавитационной впадине Моховое Болото, не имевшей подземного источника питания, в отличие от озера Ая, и расположенной по соседству с ним, ещё в тридцатых годах прошлого столетия существовало озеро, по которому местные жители плавали на лодках и ставили сети на карасей [Малолетко, 2007]. Правда, ранее этот автор писал, что впадины Моховое Болото и Пионерская выработаны в галечниках, хорошая водопроницаемость которых благоприятствует фильтрации талых и дождевых вод, а потому они и не были заняты озёрами [Малолетко и др., 1970]. О том, что в этой котловине, ещё в недавнем прошлом, по сообщению старожилов, было озеро, говорит и А.К. Захаров [1976]. Данный водоём полностью исчез. Уже к концу шестидесятых годов двадцатого века на его месте было моховое болото [Малолетко и др., 2004], что видимо, также было обусловлено снижением годового количества осадков.

Кроме того, на обмеление и зарастание озёр существенное влияние оказывает и эвтрофикация, обусловленная не только их естественным старением и климатическими изменениями, но и всё возрастающей степенью антропогенной нагрузки.

Не совсем ясной является ситуация с Пионерской впадиной. Практически все исследователи отмечают, что в ней нет, и никогда не было озера. Однако в книге А.М. Малолетко и др. [2004] ботаники М.М. Силантьева и О.Н. Жихарева приводят сведения о том, что в озере Пионерском и на его берегах в настоящее время растут водные, околотоводные и болотные растения: рдест плавающий (*Potamogeton natans* L.), гидрилла мутовчатая (*Hydrilla verticillata* (L. fil.) Royle), водокрас обыкновенный (*Hydrocharis morsus-ranae* L.), вахта трёхлистная (*Menyanthes trifoliata* L.), ежеголовник стоящий (*Sparga-*

nium erectum L.) и другие (с. 123–141). По В.В. Ильину [1976], гидрилла мутовчатая – очень редкое для Алтая водное растение, а водокрас обыкновенный – обычен для равнинных водоёмов, но не встречается в горных.

Следовательно, сейчас Пионерская впадина занята озером. К сожалению, о том как, когда и почему вдруг появилось Пионерское озеро – в этой книге нет ни слова. Ведь ещё в начале семидесятых годов прошлого века, как пишет А.М. Малолетко, в ней находился пионерский лагерь. Отсюда и название – Пионерская впадина. Мы не исключаем, что эту впадину просто могли перепутать с соседней котловиной Моховое Болото.

Исследования Н.Г. Прудниковой [2003], проведённые на озере Ая показали, что лишь половина отдыхающих пользуется туалетами, а с экскрементами и в результате смыва с тела в воду ежедневно от одного человека поступает 5,1 г азота и 1,6 г фосфора.

Рассчитанная оптимальная нагрузка на озеро Ая составляет 600 человек в сутки [Прудникова и др., 2006]. Однако уже в самом начале 2000–х годов в летний период, особенно в выходные дни, на пляжах озера Ая одновременно отдыхали, по одним данным, до 700 человек [Гончарова и др., 2002], по другим – 1000–1300 человек [Прудникова, 2003]. При такой нагрузке от купающихся в озеро поступает около 5,1–6,6 кг азота и 1,6–2 кг фосфора в сутки, что составляет около 160–200 кг и 60–80 кг за рекреационный сезон, соответственно, [Прудникова, 2003].

Десять лет назад ежедневное число отдыхающих на берегах этого озера летом уже достигало 6000 человек, и эти нагрузки продолжают увеличиваться [Прудникова и др., 2006; Андреева, Ротанова, 2008]. В тоже время, по расчётам М.И. Клюкина [2008], допустимая норма плотности воздействия на геокомплексы прибрежных ландшафтов озера составляет на различных участках от 0,25 до 14,3 чел./га.

В таких условиях даже при небольшой рекреационной нагрузке нарушается целостность почвенного покрова, в результате интенсивно развиваются эрозия и смыв гумусового горизонта в водоём, как например, в северо–восточной части озера Ая, а на его западном берегу развиваются процессы заболачивания [Барышникова, Прудникова, 2003].

Ещё в начале шестидесятых годов прошлого века озеро Ая было олиготрофным [Селедцов, 1963]. В настоящее время оно пока ещё соответствует уровню мезотрофных водных объектов. Поступление в него загрязняющих веществ от рекреационной деятельности, хотя и носит сезонный характер, но тем не менее, озеро уже не в состоянии самоочищаться. Поэтому в летние пиковые дни по многим показателям его можно считать эвтрофным [Малолетко и др., 2004]. По степени загрязнённости водоём можно отнести к умеренно загрязнённому и даже загрязнённому [Гончарова и др., 2002; Прудникова, 2003; Малолетко и др., 2004].

Таким образом, если не принять срочных и достаточно жёстких мер, то дальнейшее снижение уровня озера и растущая эвтрофикация могут привести к ещё большему сероводородному заражению. В результате, в ближайшем будущем оно может полностью превратиться в сероводородный водоём, в котором погибнет всё живое, и непригодный для использования в рекреационных целях, на что ещё более десяти лет назад указывали А.М. Малолетко с соавт. [2004].

В общем–то, для этого и создавался природный парк «Ая», одной из главных целей которого является сохранение природной среды и уникального озера. И, тем не менее, негативное влияние туристско–рекреационной деятельности на озеро Ая и прилегающие ландшафты не только не снижается, но, напротив, постоянно возрастает и является уже просто запредельным.

В заключение отметим, что по прогнозам В.П. Галахова, только через 40–90 лет на Алтае ожидается очередное гло-

бальное похолодание климата, сравнимое, как минимум, с «Малым ледниковым периодом» в начале которого произошло увеличение годового количества осадков на 80% [Галахов и др., 2008; Галахов, 2011]. Следовательно, в ближайшие десятилетия будет происходить дальнейшая регрессия озёр и лишь не ранее, чем через 40–90 лет следует ожидать возможного увеличения годового количества осадков почти вдвое. В результате, в предгорьях и низкогорьях Алтая регрессия озёр может смениться их очередным трансгрессивным развитием. Однако к этому времени такие мелководные озёра как Манжерокское и безымянное озеро в спиллвее на водоразделе Катунь – Устюба могут окончательно исчезнуть, превратившись в болота.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Озёра Манжерокское и Ая не только уникальные, единственные в своём роде, природные объекты Горного Алтая, но и эстетически привлекательные в плане рекреации. К сожалению, при оценке рекреационного потенциала территории совершенно не учитывается палеогеографический аспект. Зачастую не прогнозируются возможные изменения природных условий под воздействием изменяющегося климатического фактора, а все негативные последствия объясняются лишь влиянием антропогенной деятельности.

Несмотря на свой статус охраняемых памятников природы республиканского и краевого значения, следует констатировать, что эти озёра по-прежнему остаются недостаточно изученными. А потому многим простым людям, особенно из числа отдыхающих, приехавших из других регионов, совершенно непонятно, что, зачем и почему надо охранять и сохранять.

До сих пор достоверно даже не установлены ни генезис озёрных котловин, ни глубины, ни площадь, ни объёмы воды, ни высотное положение над уровнем моря, ни мощность донных осадков, ни скорость их накопления, ни их возраст, ни условия осадконакопления.

В свете вышеизложенных материалов, имеющихся на сегодняшний день, называть Манжерокское озеро эталоном для решения палеогеографических вопросов пока преждевременно.

Мы тоже не претендуем на окончательное решение всех затронутых в книге проблем. Напротив, из-за слабой изученности и отсутствия достоверного фактического материала, некоторые из поднятых в книге вопросов пока не имеют однозначного решения, и мы их лишь обозначили. Постаравшись изложить как можно более полно весь имеющийся фактический материал, мы постарались дать ему, по мере воз-

возможности, свою интерпретацию с позиций геологической, геоморфологической и географической науки, свое видение рассматриваемых проблем.

Надеемся, что предлагаемая нами работа, поможет, хоть в какой-то мере заполнить существующие пробелы, устранить имеющиеся противоречия и пробудить не только интерес к природе этих озёр, но и привлечь внимание исследователей разных специальностей к затронутым нами и другим нерешённым проблемам, необходимости их комплексного и всестороннего изучения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Агатова, А.Р.* Результаты применения ТЛ–метода для датирования ледниковых отложений разреза Чаган (Юго–Восточный Алтай) [Текст] / А.Р. Агатова, Е.В. Девяткин, Е.М. Высоцкий, Г.А. Скобельцын, Р.К. Непоп // Рельефообразующие процессы: теория, практика, методы исследования. Мат–лы XXVIII Пленума Геоморфологической комиссии РАН. – Новосибирск: ИГ СО РАН, 2004. – С. 9–11.

2. *Адаменко, О.М.* Стратиграфия четвертичных отложений Предалтайской равнины в районе слияния рек Бии и Катунь [Текст] / О.М. Адаменко // Стратиграфия четвертичных отложений и новейшая геологическая история Алтая. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – С. 150–164.

3. *Адаменко, О.М.* Мезозой и кайнозой Степного Алтая [Текст] / О.М. Адаменко. – Новосибирск: Наука, 1974. – 168 с.

4. *Адаменко, О.М.* Предалтайская впадина и проблемы формирования предгорных опусканий [Текст] / О.М. Адаменко. – Новосибирск: Наука, 1976. – 184 с.

5. *Алексеев, В.Р.* Криология Сибири: избранные труды [Текст] / В.Р. Алексеев. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2008. – 483 с.

6. Алтае–Саянская горная область. История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока [Текст]. – М.: Наука, 1969. – 415 с.

7. *Андреева, И.В.* Объекты природного и историко–культурного наследия Манжерокского сельского поселения: вопросы сохранения и использования [Текст] / И.В. Андреева // Биоразнообразии, проблемы экологии Горного Алтая и сопредельных регионов: настоящее, прошлое, будущее. Мат–лы Международ. конф. – Горно–Алтайск: РИО ГАГУ, 2008, часть 2. – С. 301–305.

8. *Андреева, И.В.* Озеро Манжерокское: прошлое, настоя–

щее и будущее памятника природы [Текст] / И.В. Андреева, И.Н. Ротанова // Биоразнообразие, проблемы экологии Горного Алтая и сопредельных регионов: настоящее, прошлое, будущее. Мат–лы Международ. конф. – Горно–Алтайск: РИО ГАГУ, 2008, часть 2. – С. 305–308.

9. *Арсланов, Х.А.* Данные радиоуглеродной лаборатории Всесоюзного научно–исследовательского геологического института (ВСЕГЕИ) [Текст] / Х.А. Арсланов, Л.И. Громова, Н.И. Полевая, Ю.П. Руднев // Бюллетень Комиссии по изучению четвертичного периода, 1972, № 38. – С. 186–189.

10. *Бадинова, В.П.* Радиоуглеродные датировки лаборатории ВСЕГЕИ (ЛГ). Список III. [Текст] / В.П. Бадинова, В.А. Зубаков, Е.М. Ициксон, Ю.П. Руднев // Бюллетень Комиссии по изучению четвертичного периода, 1976, № 45. – С. 154–167.

11. *Бакшт, Ф.Б.* Опыт геофизических исследований озёр Алтая [Текст] / Ф.Б. Бакшт // Геология и полезные ископаемые Алтайского края. Тез. докл. конф. – Барнаул, 1979. – С. 133–134.

12. *Бартош, Т.Д.* Геология и ресурсы пресноводных известковых отложений голоцена [Текст] / Т.Д. Бартош. – Рига: Зинатне, 1976. – 258 с.

13. *Барышников, Г.Я.* Развитие рельефа переходных зон горных стран в кайнозое (на примере Горного Алтая) [Текст] / Г.Я. Барышников. – Томск: Изд–во ТГУ, 1992. – 182 с.

14. *Барышникова, О.Н.* Ландшафтная структура южной части Сарасинского физико–географического района [Текст] / О.Н. Барышникова, Н.Г. Прудникова // География и природопользование Сибири. – Барнаул: Изд–во АлтГУ, 2003, вып. 6. – С. 283–301.

15. *Безрукова, Е.В.* Пространственно–временная модель оптимума голоцена Байкальского региона [Текст] / Е.В. Безрукова, А.В. Белов, А.А. Щетников, О.Г. Шарова, Н.В. Кулагина, П.П. Легунова // Историческая география России: рет-

роспектива и современность комплексных региональных исследований (100-летие завершения издания томов серии «Россия. Полное географическое описание нашего отечества»). – СПб.: ЛГУ им. А.С. Пушкина, 2015, часть I. – С. 239–242.

16. *Богачкин, Б.М.* История тектонического развития Горного Алтая в кайнозое [Текст]. / Б.М. Богачкин. – М.: Наука, 1981. – 132 с.

17. *Борисов, Б.А.* Алтае–Саянская горная область [Текст] / Б.А. Борисов // Стратиграфия СССР. Четвертичная система (полутом 2). – М.: Недра, 1984. – С. 331–351.

18. *Борисов, Б.А.* Стратиграфия и палеогеография четвертичных отложений Яломанской впадины [Текст] / Б.А. Борисов, М.Б. Чернышева // Кайнозойский седиментогенез и структурная геоморфология СССР. – Л.; ВСЕГЕИ, 1987. – С. 57–62.

19. *Борисов, Б.А.* Ребристые морены Алтае–Саянского региона [Текст] / Б.А. Борисов, Е.А. Минина // География и экология на современном этапе взаимодействия природы и общества. Мат–лы Всеросс. науч. конф. «Селиверстовские чтения». – СПб.: СПбГУ, ВВМ, 2009. – С. 392–399.

20. *Борисова, О.К.* Палеогеографические реконструкции для зоны перигляциальных лесостепей Восточной Европы в позднем дриасе [Текст] / О.К. Борисова // Короткопериодные и резкие ландшафтно–климатические изменения за последние 15000 лет. – М.: ИГ РАН, 1994. – С. 125–149.

21. *Бородавко, П.С.* К географии озёр Юго–Восточного Алтая [Текст] / П.С. Бородавко, С.В. Ахматов // Вестник Томского государственного университета. Серия "Науки о Земле". Приложение № 3 (IV). Мат–лы науч. конф. "Проблемы геологии и географии Сибири". – Томск: Изд–во ТГУ, 2003. – С. 32–34.

22. *Боуэн, Д.* Четвертичная геология [Текст] / Д. Боуэн. – М.: Мир, 1981. – 272 с.

23. *Буракова, А.Т.* Распознавание озёрной обстановки и окружающего палеоландшафта по остаткам высших растений [Текст] / А.Т. Буракова // Вестник Ленинградского университета, серия 7, геология, география, 1986, вып. 2. – С. 71–75.

24. *Бутвиловский, В.В.* Катастрофические прорывы и стоки приледниковых озёр Юго–Восточного Алтая [Текст] / В.В. Бутвиловский // Геология и геофизика, 1986, № 4. – С. 27–35.

25. *Бутвиловский, В.В.* Доказательства катастрофических прорывов и стоков вод позднеплейстоценовых ледниковых озёр Горного Алтая [Текст] / В.В. Бутвиловский // Вопросы географии Сибири. – Томск: Изд-во ТГУ, 1987, вып. 17. – С. 21–32.

26. *Бутвиловский, В.В.* Особенности шлиховых и литохимических методов поисков в горах в условиях покровных древних оледенений [Текст] / В.В. Бутвиловский // Геология и геофизика, 1990, № 7. С. 135–143.

27. *Бутвиловский, В.В.* Палеогеография последнего оледенения и голоцена Алтая: событийно–катастрофическая модель [Текст] / В.В. Бутвиловский. – Томск: Изд-во ТГУ, 1993. – 252 с.

28. *Васина, А.В.* Определение загрязнения озера Манжерок методами биоиндикации [Текст] / А.В. Васина // Алтай: экология и природопользование. Мат–лы XIV Росс.–монг. науч. конф. – Бийск: АГАО, 2015. – С. 312–317.

29. *Верзилин, Н.Н.* Палеогеновые и неогеновые озёра Зайсанской впадины [Текст] / Н.Н. Верзилин, Н.В. Толстикова, Н.П. Кянсеп–Ромашкина // История озёр позднего мезозоя и кайнозоя. – Л.: Наука, 1988. – С. 176–185.

30. *Волкова, В.С.* Стратиграфия и тренд палеотемператур в палеогене и неогене Западной Сибири (по данным палинологии) [Текст] / В.С. Волкова // Геология и геофизика, 2011, т. 52, № 7. – С. 906–915.

31. *Волкова, В.С.* Природная обстановка и климат в эпоху последнего (сартанского) оледенения Западной Сибири (по

палинологическим данным) [Текст] / В.С. Волкова, И.В. Михайлова // Геология и геофизика, 2001, т. 42, № 4. – С. 678–689.

32. *Воробьёв, В.П.* О переносе россыпного золота водными потоками [Текст] / В.П. Воробьёв, С.В. Колесов // Литология и полезные ископаемые, 1975, № 3. – С. 141–143.

33. *Галахов, В.П.* Водный баланс озера Манжерок [Текст] / В.П. Галахов // Мир науки, культуры, образования, 2008, № 1 (8). – С. 26–29.

34. *Галахов, В.П.* Хронология тёплого периода второй половины голоцена Юго–Восточного Алтая (по датированию ледниковых отложений) [Текст] / В.П. Галахов, А.Н. Назаров, О.В. Ловцкая, А.Р. Агатова. – Барнаул: Азбука, 2008. – 58 с.

35. *Галахов, В.П.* Оценка увлажнения юга Западной Сибири с помощью палеолимнологических реконструкций озера Чаны [Текст] / В.П. Галахов. – Барнаул: Изд–во Алт. ун–та, 2011. – 152 с.

36. *Гауэрт, В.И.* Особо охраняемые виды растений Республики Алтай / В.И. Гауэрт, С.В. Настина, Р.В. Опарин [Текст] // Алтай: экология и природопользование. Труды XI Росс.–монг. науч. конф. – Бийск: ФГБОУ ВПО «АГАО», 2012. – С. 68–75.

37. Геологический словарь [Текст] / Глав. ред. О.В. Петров. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2010, т. 1. – 432 с.

38. Геологический словарь [Текст] / Глав. ред. О.В. Петров. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2011, т. 2. – 480 с.

39. Геологический словарь [Текст] / Глав. ред. О.В. Петров. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2012, т. 3. – 440 с.

40. *Герасимов, И.П.* Ледниковый период на территории СССР [Текст] / И.П. Герасимов, К.К. Марков. – М.-Л.: Изд–во АН СССР, 1939. – 462 с.

41. *Гончарова, Е.И.* Санитарная оценка современного состояния озера Ая Алтайского края [Текст] / Е.И. Гончарова, Т.М. Тронова, А.А. Коханенко // Курортология и физиотера-

пия Сибири в концепции развития здравоохранения и медицинской науки Российской Федерации. Мат–лы науч. конф. – Томск, 2002.

42. Горный Алтай [Текст] / Под ред. В.С. Ревякина. – Томск: Изд–во ТГУ, 1971. – 252 с.

43. *Гросвальд, М.Г.* Четвертичные ледниково–подпрудные озёра в горах Сибири [Текст] / М.Г. Гросвальд, А.Н. Рудой // Известия АН, серия географическая, 1996, № 6. – С. 112–126.

44. *Гурский, Г.В.* Геологическое строение и полезные ископаемые площади листов М-45-4-Г, М-45-16-Б (Горный Алтай) [Текст и карты] / Г.В. Гурский, Л.П. Топольник, В.В. Миронов // Отчёт Манжерокской партии по геологосъёмочным работам масштаба 1:50000 за 1970–1972 гг. – Новокузнецк, 1973.

45. *Деев, Е.В.* Параметрические геоэлектрические исследования отложений Чуйской котловины [Текст] / Е.В. Деев, Н.Н. Неведрова, И.Д. Зольников, Г.Г. Русанов, П.В. Пономарёв // Геофизика, 2011, № 1. – С. 40–49.

46. *Деев, Е.В.* Неотектоника и палеосейсмичность долины нижней Катуни (Горный Алтай) [Текст] / Е.В. Деев, И.Д. Зольников, А.П. Бородовский, С.В. Гольцова // Геология и геофизика, 2012а, т. 53, № 9. – С. 1154–1168.

47. *Деев, Е.В.* Новые данные о строении Уймонской межгорной впадины (Горный Алтай) [Текст] / Е.В. Деев, Н.Н. Неведрова, Г.Г. Русанов, А.М. Санчаа, С.М. Бабушкин, Д.В. Кречетов, И.Н. Ельцов, И.Д. Зольников // Геология и минерально–сырьевые ресурсы Сибири, 2012б, № 1 (9). – С. 15–23.

48. *Деев, Е.В.* Следы древних землетрясений в четвертичных отложениях межгорных впадин центральной части Горного Алтая [Текст] / Е.В. Деев, И.Д. Зольников, С.В. Гольцова, Г.Г. Русанов, А.А. Еманов // Геология и геофизика, 2013, т. 54, № 3. – С. 410–423.

49. *Девяткин, Е.В.* Кайнозойские отложения и неотектоника Юго–Восточного Алтая [Текст] / Е.В. Девяткин. – М.: Наука, 1965. – 244 с.

50. *Дубинкин, С.Ф.* Новые данные о майминской “морене” Горного Алтая [Текст] / С.Ф. Дубинкин // Советская геология, 1961, № 4. – С. 133–137.

51. *Дубинкин, С.Ф.* Спустились ли четвертичные ледники Горного Алтая в районы его предгорий? [Текст] / С.Ф. Дубинкин, О.М. Адаменко // Кайнозой Западной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1968. – С. 65–72.

52. *Ефимцев, Н.А.* Четвертичное оледенение Западной Тувы и восточной части Горного Алтая [Текст] / Н.А. Ефимцев. – М.: Изд–во АН СССР, 1961. – 164 с.

53. *Журавлёва, О.В.* Некоторые эколого–экономические аспекты рекреационного освоения озера Манжерок [Текст] / О.В. Журавлёва // География – теория и практика: современные проблемы и перспективы. Мат–лы Всеросс. науч.–практ. конф. – Барнаул: Изд–во АлтГУ, 2009. – С. 86–88.

54. *Захаров, А.К.* Геологическое строение и полезные ископаемые площади листов М-45-4-Б и М-45-3-Б (а,б). Горный Алтай [Текст и карты] / А.К. Захаров, И.А. Захарова, О.И. Козырев // Отчёт Майминской партии о результатах геологосъёмочных работ масштаба 1:50000 за 1969–1972 гг. – Майма, 1973.

55. *Захаров, А.К.* Айское озеро, его происхождение и возможные источники питания [Текст] / А.К. Захаров // Вопросы геоморфологии Алтайского края. – Л., 1976. – С. 34–37.

56. *Зольников, И.Д.* Четвертичные отложения и рельеф долин Чуи и Катуня [Текст] / И.Д. Зольников, А.А. Мистрюков. – Новосибирск: Параллель, 2008. – 182 с.

57. *Зольников, И.Д.* Роль оледенений и гляциальных суперпаводков в геологическом строении осадочных комплексов верхней половины неоплейстоцена долин Горного Алтая и Предалтайской равнины [Текст] / И.Д. Зольников. – Дисс.

... докт. геол.–мин. наук. – Новосибирск: ИГМ СО РАН, 2010. – 416 с.

58. *Зольников, И.Д.* Новые результаты OSL–датирования четвертичных отложений долины верхней Катунь (Горный Алтай) и прилегающей территории [Текст] / И.Д. Зольников, Е.В. Деев, С.А. Котлер, Г.Г. Русанов, Д.В. Назаров // Геология и геофизика, 2016, т. 57, № 6. – С. 1184–1197.

59. *Зубаков, В.А.* Стратиграфия новейших отложений Западно–Сибирской низменности и принципы климатостратиграфической классификации [Текст] / В.А. Зубаков. – Автореф. дисс. ... докт. геол.– мин. наук. – Л.: ВСЕГЕИ, 1967. – 54 с.

60. *Ивановский, Л.Н.* Эпигенетические долины на Алтае [Текст] / Л.Н. Ивановский // Доклады VII научной конференции. – Томск: Изд–во ТГУ, 1957, вып. 4. – С. 70–71.

61. *Ивановский, Л.Н.* К вопросу о развитии гидрографической сети на севере Алтая [Текст] / Л.Н. Ивановский // Вопросы географии Сибири. – Томск: Изд–во ТГУ, 1962, вып. 4. – С. 50–54.

62. *Ивановский, Л.Н.* Формы ледникового рельефа и их палеогеографическое значение на Алтае [Текст] / Л.Н. Ивановский. – Л.: Наука, 1967. – 264 с.

63. *Ивановский, Л.Н.* Гляциальная геоморфология гор (на примере Сибири и Дальнего Востока) [Текст] / Л.Н. Ивановский. – Новосибирск: Наука, 1981. – 173 с.

64. *Ивановский, Л.Н.* Изучение речных террас Центрального Алтая [Текст] / Л.Н. Ивановский // География и природные ресурсы, 1998, № 3. – С. 133–140.

65. *Ильин, В.В.* К вопросу о классификации озёр Алтая [Текст] / В.В. Ильин // Вопросы географии Горного Алтая. – Барнаул, 1976. – С. 76–90.

66. *Ильин, В.В.* Флора и растительность Манжерокского озера (Алтай) [Текст] / В.В. Ильин // Ботанический журнал, 1982, т. 67, № 2. – С. 210–220.

67. *Казьмина, Т.А.* Остракоды плиоценовых и четвертичных отложений южной части Западно–Сибирской низменности [Текст] / Т.А. Казьмина // Кайнозой Западной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1968. – С. 32–39.

68. Карта четвертичных образований России. Масштаб 1:5000000 [Карты] / Б.А. Борисов, Н.Р. Горбачевич, В.В. Замоуев и др. – СПб.: Картфабрика ВСЕГЕИ, 2001.

69. *Климанов, В.А.* Климат Северной Евразии в позднеледниковье (последний климатический ритм) [Текст] / В.А. Климанов // Короткопериодные и резкие ландшафтно-климатические изменения за последние 15000 лет. – М.: ИГ РАН, 1994. – С. 61–93.

70. *Клюкин, М.А.* Определение рекреационных нагрузок методом локальных участков в окрестностях озера Ая [Текст] / М.А. Клюкин // География и природопользование Сибири. – Барнаул: Изд-во АлтГУ, 2008, вып. 10. – С. 87–93.

71. *Коваленко, А.Л.* Кандониды (Candonidae, Ostracoda) юго–запада СССР [Текст] / А.Л. Коваленко. – Кишинёв: Штиинца, 1988. – 175 с.

72. *Козырев, О.И.* Краткая характеристика Дубровинского гранитоидного массива и его экзоконтактовых частей [Текст] / О.И. Козырев // Новое в геологии и геофизике Алтая. Тез. докл. науч.–тех. конф. – Новосибирск, 1972. – С. 13–15.

73. *Комарова, Е.Г.* Рекреационные ресурсы Республики Алтай [Текст] / Природно–ресурсный и экологический потенциал Сибири. Мат–лы Всеросс. науч.–практ. конф. – Барнаул: Изд-во АлтГУ, 2010. – С. 93–97.

74. *Коновалова, В.А.* Реконструкция условий осадконакопления Сергеевского яра (р. Чулым, Томская область) по палеонтологическим данным [Текст] / В.А. Коновалова, А.В. Шпанский // Эволюция жизни на Земле. Мат–лы III Международ. симпоз. – Томск: Изд-во ТГУ, 2005. – С. 349–351.

75. Красная книга Республики Алтай (растения). Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений

[Текст] / А.Г. Манеев, И.Н. Пшеничная, Н.Ф. Федоткина и др. – Новосибирск, 1996. – 130 с.

76. Красная книга Республики Алтай. Особо охраняемые территории и объекты [Текст] / Ред. А.М. Маринин. – Горно-Алтайск, 2000. – 253 с.

77. Красная книга Алтайского края. Особо охраняемые природные территории [Текст] / И.В. Андреева, В.А. Балашова, О.Н. Барышникова и др. – Барнаул, 2009. – 284 с.

78. *Кривчиков, В.А.* Геологическое строение и полезные ископаемые междуречья Ануй – Катунь в северной части Горного Алтая [Текст и карты] / В.А. Кривчиков, П.Ф. Селин, Г.Г. Русанов // Отчёт Катунской съёмочной партии по составлению и подготовке к изданию Государственной геологической карты масштаба 1:200000 листов М-45-I, М-45-II за 1994–2001 гг. – Малоенсейское, 2001. Гос. регистр. № 13-96-10/1.

79. *Крюков, А.С.* Майминская морена [Текст] / А.С. Крюков // Известия Алтайского отдела Географического Общества СССР, 1963, вып. 2. – С. 74–77.

80. Легенда Алтайской серии Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1: 200000 (издание второе). Объяснительная записка [Текст] / Глав. ред. С.П. Шокальский. – Новокузнецк, 1999. 136 с.

81. *Лежнев, Г.И.* Зелёная анкета [Текст] / И.Г. Лежнев. – Бийск: НИЦ БПГУ, 2002. – 191 с.

82. *Липагина, В.Я.* Остракоды в отложениях террас рек Бии и Ануй [Текст] / В.Я. Липагина // Плейстоцен Сибири и смежных областей. – М.: Наука, 1973. – С. 85–88.

83. *Липагина, В.Я.* Остракоды из отложений грив Барабинской низменности [Текст] / В.Я. Липагина // Геология и геофизика, 1976, № 10. – С. 25–34.

84. *Лузгин, Б.Н.* Особенности формирования неогеновых отложений юго-востока Горного Алтая [Текст] / Лузгин Б.Н., Русанов Г.Г. // Геология и геофизика, 1992, № 4. – С. 23–29.

85. *Лукашов, В.К.* Геохимия четвертичного литогенеза [Текст] / В.К. Лукашов. – Минск: Наука и техника, 1970. – 295 с.

86. *Лукина, Н.В.* Активные разломы и сейсмичность Алтая [Текст] / Н.В. Лукина // Геология и геофизика, 1996, т. 37, № 11. – С. 71–74.

87. *Малолетко, А.М.* Происхождение Айского озера (Алтай) [Текст] / А.М. Малолетко, Б.А. Сеньков, В.П. Чеха // Природа и природные ресурсы Алтая и Кузбасса. Мат–лы науч. конф. – Бийск, 1970, ч. I. – С. 43–47.

88. *Малолетко, А.М.* О происхождении Майминского вала (Алтай) [Текст] / А.М. Малолетко // Вопросы географии Сибири. – Томск: Изд–во ТГУ, 1980, вып. 13. – С. 92–98.

89. *Малолетко, А.М.* Катастрофический паводок в долине Катунь: его режим и возраст [Текст] / А.М. Малолетко, В.А. Панычев // Экзогенные процессы на территории Алтайского края. Тез. докл. конф. – Барнаул, 1991. – С. 45–47.

90. *Малолетко, А.М.* Озеро Ая и его окрестности (физико–географический очерк) [Текст] / А.М. Малолетко. – Томск: Том. ун–т, 2003. – 104 с.

91. *Малолетко, А.М.* Озеро Ая и его окрестности (физико–географический очерк). Издание второе, исправленное и дополненное [Текст] / А.М. Малолетко, Н.Г. Прудникова, Т.В. Кириллова и др. – Томск: Печатная мануфактура, 2004. – 204 с.

92. *Малолетко, А.М.* Происхождение озера Ая [Текст] / А.М. Малолетко // География и природопользование Сибири. – Барнаул: Изд–во АлтГУ, 2007, вып. 9. – С. 129–139.

93. *Малолетко, В.А.* Роль подземных вод в питании озера Ая [Текст] / В.А. Малолетко // Геология и полезные ископаемые Алтайского края. Тез. докл. конф. – Барнаул, 1979. – С. 128–129.

94. *Маринин, А.А.* Комплексный подход к изучению малых озёр Алтая (на примере озера Ая) [Текст] / А.А. Маринин //

Природные ресурсы Горного Алтая: сборник научных статей кафедры физической географии. – Горно–Алтайск: РИО «Универ-Принт» ГАГУ, 1997. – С. 156–157.

95. *Маринин, А.А.* Лимнологические памятники природы Республики Алтай [Текст] / А.А. Маринин, А.М. Маринин // Алтай. Республика Алтай. Природно–ресурсный потенциал. – Горно–Алтайск, 2005. – С. 211–217.

96. *Маринин, А.М.* Карст и вопросы палеогеографии на Алтае [Текст] / А.М. Маринин // Геологическое строение и полезные ископаемые Алтайского края. Тез. докл. конф. – Бийск, 1985. – С. 111–113.

97. *Маринин, А.М.* Роль магматизма в карстообразовании в бассейне р. Катунь и сопредельных районах [Текст] / А.М. Маринин // Географические проблемы бассейна Катунь в связи с энергетическим освоением. Тез. докл. науч.–практ. конф. – Барнаул, 1986. – С. 45–48.

98. *Маринин, А.М.* Карстовые озёра Алтая [Текст] / А.М. Маринин // День Земли: экология и образование. Мат-лы III международ. межвуз. конф. – Бийск: НИЦ БиГПИ, 1998. – С. 241–243.

99. *Маринин, А.М.* Пространственное развитие, генетический и морфолого–метрический анализ карстовых котловин Алтае–Саянской складчатой области [Текст] / А.М. Маринин // География и природопользование Сибири. – Барнаул: Изд-во АлтГУ, 2003, вып. 6. – С. 118–129.

100. *Маринин, А.М.* Геологические и геоморфологические памятники природы Алтая [Текст] / А.М. Маринин, Г.Я. Барышников, Б.Н. Лузгин // Алтай. Республика Алтай. Природно–ресурсный потенциал. – Горно–Алтайск, 2005. – С. 35–53.

101. *Маркин, С.В.* Новые данные о среднем палеолите Алтая (по материалам многослойной стоянки в Чагырской пещере) [Текст] / С.В. Маркин, В.С. Зыкин, В.С. Зыкина // Палеонтология, стратиграфия и палеогеография мезозоя и кайнозоя бореальных районов. Т. II. Кайнозой. – Новосибирск:

ИНГГ СО РАН, 2011. – С. 114–117.

102. *Михайлов, Н.Н.* Озёра Алтая, их происхождение и возраст [Текст] / Н.Н. Михайлов // География и природопользование Сибири. – Барнаул: Изд-во АлтГУ, 1994, вып. 1. – С. 75–89.

103. *Нестеренко, Г.В.* Мелкое и тонкое золото в автохтонных россыпях юга Западной Сибири [Текст] / Г.В. Нестеренко, В.В. Колпаков // Геология и геофизика, 2007, т. 48, № 10. – С. 1009–1027.

104. *Никитин, В.П.* Оligоценовые флоры Западной Сибири (по материалам палеокарпологических исследований) [Текст] / В.П. Никитин // Кайнозой Сибири и Северо–Востока СССР. – Новосибирск: Наука, 1989. – С. 26–31.

105. *Николаев, В.А.* Ландшафты азиатских степей [Текст] / В.А. Николаев. – М.: Изд-во МГУ, 1999. – 288 с.

106. *Николаев, В.А.* Степи лёссовых низкогорий Алтая – перигляциальное наследие плейстоцена [Текст] / В.А. Николаев, И.В. Копыл // Вестник Московского университета, серия 5, география, 2007, № 5. – С. 20–25.

107. *Николаев, С.В.* Отложения времени последнего ледниковья Предгорного Алтая и их стратиграфические аналоги в Кузбассе / С.В. Николаев // Актуальные вопросы геологии и минерагении юга Сибири. Мат-лы науч.–практ. конф. – Новосибирск: Изд-во ИГиЛ СО РАН, 2001. – С. 121–124.

108. *Новенко, Е.Ю.* Динамика растительности лесной зоны Восточно-Европейской равнины в заключительную фазу микулинского межледниковья [Текст] / Е.Ю. Новенко, М.А. Фаустова, А.А. Чепурная // Фундаментальные проблемы квартера: итоги изучения и основные направления дальнейших исследований. Мат-лы V Всеросс. совещ. по изуч. четвертич. периода. – М: ГЕОС, 2007. – С. 304–308.

109. *Новиков, И.С.* Морфотектоника Алтая [Текст] / И.С. Новиков. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2004. – 313 с.

110. *Обручев, В.А.* Мои путешествия по Сибири [Текст] / В.А. Обручев. – М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1948. – 275 с.

111. *Окишев, П.А.* О генезисе террас в среднем течении р. Катунь [Текст] / П.А. Окишев // Материалы научной конференции «Проблемы гляциологии Алтая». – Томск: Изд-во ТГУ, 1974, вып. 2. – С. 46–73.

112. *Окишев, П.А.* Признаки древнего оледенения и их палеогляциологическая информативность [Текст] / П.А. Окишев // Вопросы географии Сибири. – Томск: Изд-во ТГУ, 1980, вып. 13. – С. 60–87.

113. *Окишев, П.А.* К вопросу о размерах среднеплейстоценового оледенения Алтая [Текст] / П.А. Окишев // Вопросы географии Сибири. – Томск: Изд-во ТГУ, 1987, вып. 17. – С. 3–12.

114. *Окишев, П.А.* Рельеф и оледенение Русского Алтая [Текст] / П.А. Окишев. – Томск: Изд-во ТГУ, 2011. – 382 с.

115. *Панычев, В.А.* Радиоуглеродная хронология аллювиальных отложений Предалтайской равнины [Текст] / В.А. Панычев. – Новосибирск: Наука, 1979. – 103 с.

116. *Парначёв, С.В.* Геология высоких алтайских террас (Яломано-Катунская зона) [Текст] / С.В. Парначёв. – Томск: Изд-во ИПФ ТПУ, 1999. – 137 с.

117. *Паромов, В.В.* Процессы макроциркуляции и изменение речного стока в бассейнах верхней и средней Оби [Текст] / В.В. Паромов, Н.И. Савельева, Л.Н. Василевская // Вестник Томского государственного университета, 2001, № 274. – С. 69–77.

118. *Перельман, А.И.* Геохимия ландшафта [Текст] / А.И. Перельман. – М., 1975. – 339 с.

119. Подземные воды СССР. Обзор подземных вод Алтайского края. Буровые на воду скважины [Текст] / Сост.: В.В. Артамохина, И.П. Потехин, Т.В. Сизикова, Р.М. Фомичёва, М.И. Пичугина, Г.С. Крестовоздвиженский. – М., 1973, т. 2, кн. 1. – 267 с.

120. *Пономарёва, Е.А.* Флоры позднего плейстоцена Прердалтайской равнины [Текст] / Е.А. Пономарёва // Новые данные о геологии и полезных ископаемых западной части Алтае–Саянской области. – Новокузнецк, 1995. – С. 111–113.

121. *Попова, С.М.* Кайнозойская континентальная малакофауна юга Сибири и сопредельных территорий [Текст] / С.М. Попова. – М.: Наука, 1981. – 188 с.

122. Природные комплексы Майминского района Республики Алтай [Текст] / Коллективная монография. – Горно–Алтайск: РИО ГАГУ, 2006. – 200 с.

123. *Прудникова, Н.Г.* Рекреационная устойчивость и нагрузка озера Ая [Текст] / Н.Г. Прудникова // Вестник Томского государственного университета. Серия "Науки о Земле". Приложение № 3 (IV). Мат–лы науч. конф. "Проблемы геологии и географии Сибири". – Томск: Изд–во ТГУ, 2003. – С. 148–150.

124. *Прудникова, Н.Г.* Организация рекреационных территорий (на примере переходных зон Алтая) [Текст] / Н.Г. Прудникова, О.Н. Барышникова, М.М. Силантьева // География и природопользование Алтая. – Барнаул: Изд–во АлтГУ, 2006, вып. 8. – С. 184–191.

125. *Прудникова, Н.Г.* Рекреационный потенциал переходной зоны Алтая [Текст] / Н.Г. Прудникова // Рекреационное природопользование, туризм и устойчивое развитие регионов. Мат–лы Международ. науч.-практ. конф. – Барнаул: Изд–во АлтГУ, 2007. – С. 269–272.

126. Разрез новейших отложений Алтая (Опорные разрезы новейших отложений) [Текст] / Под ред. К.К. Маркова. – М.: Изд–во МГУ, 1978. – 208 с.

127. *Раковец, О.А.* О четвертичных оледенениях Горного Алтая [Текст] / О.А. Раковец, Г.А. Шмидт // Стратиграфия четвертичных отложений и новейшая геологическая история Алтая. – М.: Изд–во АН СССР, 1963. – С. 5–31.

128. Решение Межведомственного стратиграфического

совещания по четвертичной системе Западно–Сибирской равнины (Новосибирск, 1988 г.). Объяснительная записка к региональной стратиграфической схеме четвертичных отложений Западно-Сибирской равнины [Текст]. – Новосибирск, 1990.

129. Решения Всесоюзного стратиграфического совещания по докембрию, палеозою и четвертичной системе Средней Сибири (Новосибирск, 1979 г.). Часть III. Четвертичная система. Объяснительные записки к региональным стратиграфическим схемам четвертичных отложений Средней Сибири [Текст]. – Л.: ВСЕГЕИ, 1983. – 84 с.

130. *Розенберг, Л.И.* Стратиграфия кайнозойских отложений Тархатинской котловины Горного Алтая [Текст] / Л.И. Розенберг // Геология, инженерная геология и гидрогеология. Вып. 8. – Барнаул: Алт. книж. изд–во, 1972. – С. 83–93.

131. *Рудой, А.Н.* Геоморфологический эффект и гидравлика позднелейстоценовых йокульлаунов ледниково–подпрудных озёр Алтая [Текст] / А.Н. Рудой // Геоморфология, 1995, № 4. – С. 61–76.

132. *Рудой, А.Н.* Геологическая работа четвертичных гляциальных суперпаводков. Формы дилювиальной эрозии и эвразии [Текст] / А.Н. Рудой // Известия Русского Географического Общества, 2001, т. 133, вып. 4. – С. 31–40.

133. *Рудой, А.Н.* Гигантская рябь течения (история исследований, диагностика, палеогеографическое значение) [Текст] / А.Н. Рудой. – Томск: Изд–во ТГПУ, 2005. – 224 с.

134. *Рудой, А.Н.* Новые абсолютные датировки четвертичных гляциальных паводков Алтая [Текст] / А.Н. Рудой, Э.Г. Браун, В.П. Галахов, Д.В. Черных // Известия Бийского отделения Русского Географического Общества. – Бийск: БПГУ, 2006, вып. 26. – С. 148–150.

135. *Русанов, Г.Г.* О находке ископаемых костей млекопитающих в долине р. Иши [Текст] / Г.Г. Русанов // День Земли: проблемы науки и образования. Мат–лы II межвуз. науч.–

практ. конф. – Бийск: НИЦ БиГПИ, 1996. – С. 130–132.

136. *Русанов, Г.Г.* Морфогенетические типы озёрных котловин в низкогорье Северного Алтая [Текст] / Г.Г. Русанов // Рельеф и природопользование предгорных и низкогорных территорий: Мат–лы Международ. науч.–практ. конф. – Барнаул: Изд–во АлтГУ, 2005а. – С. 289–292.

137. *Русанов, Г.Г.* Поздненеоплейстоценовое карстовое озеро в низкогорье Северного Алтая [Текст] / Г.Г. Русанов // Бюллетень "Природные ресурсы Горного Алтая". – Горно-Алтайск, 2005б, № 1. – С. 74–76.

138. *Русанов, Г.Г.* Ископаемая фауна крупных млекопитающих и условия формирования озёрных отложений в долине нижней Иши [Текст] / Г.Г. Русанов, А.В. Шпанский // Бюллетень "Природные ресурсы Горного Алтая". – Горно-Алтайск, 2005, № 2. – С. 101–105.

139. *Русанов, Г.Г.* Озёра и палеогеография Северного Алтая в позднем неоплейстоцене и голоцене [Текст] / Г.Г. Русанов. – Бийск: ГОУ ВПО БПГУ, 2007. – 164 с.

140. *Русанов, Г.Г.* Распространение и радиоуглеродный возраст мамонтовой фауны в Горном Алтае и его предгорьях [Текст] / Г.Г. Русанов, А.В. Шпанский, О.А. Орлова // Эволюция жизни на Земле. Мат–лы IV Международ. симпоз. – Томск: ТМЛ–Пресс, 2010. – С. 645–648.

141. *Русанов, Г.Г.* Литологический состав и предварительное расчленение кайнозойских отложений в Уймонской котловине [Текст] / Г.Г. Русанов, М.А. Цаер // Виртуальные и реальные литологические модели. Мат–лы X Урал. литолог. совещ. – Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2014. – С. 163–165.

142. *Русанов, Г.Г.* Эвразийские котловины в долине Катунь (Горный Алтай) [Текст] / Г.Г. Русанов // Фундаментальные проблемы квартара, итоги изучения и основные направления дальнейших исследований. Мат–лы IX Всеросс. совещ. по изуч. четвертич. периода. – Иркутск: ИГ СО РАН, 2015а. – С. 402–404.

143. *Русанов, Г.Г.* Одна из гипотез появления водяного ореха в Манжерокском и Колыванском озерах Алтая [Текст] / Г.Г. Русанов // Известия Алтайского отделения Русского Географического Общества, 2015б, № 3 (38). – С. 30–34.

144. *Русанов, Г.Г.* Оптимум голоцена Юго–Восточного Алтая на примере отложений высокогорного Тархатинского озера [Текст] / Г.Г. Русанов // Известия Алтайского отделения Русского Географического Общества, 2015в, № 1 (36). – С. 81–85.

145. *Русанов, Г.Г.* Тенденция эволюции современных озёр в предгорно-низкогорной части Северного Алтая [Текст] / Г.Г. Русанов // Алтай: экология и природопользование. Труды XIV Росс.–монг. науч. конф. – Бийск: ФГБОУ ВПО «АГАО», 2015г. – С. 24–29.

146. *Русанов, Г.Г.* Карпофлора и микрофауна в отложениях высокогорных озер Алтая – индикаторы климата второй половины голоцена [Текст] / Г.Г. Русанов, И.И. Тетерина // Вестник Сибирского государственного индустриального университета, 2015, № 1 (11). – С. 76–80.

147. *Русанов, Г.Г.* Колыванское озеро: происхождение, геоморфология, экология [Текст] / Г.Г. Русанов, С.В. Важов, Р.Ф. Бахтин. – Бийск: АГГПУ им. В.М. Шукшина, 2016. – 168 с.

148. *Сауков, А.А.* Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых [Текст] / А.А. Сауков. – М.: Изд-во МГУ, 1963. – 248 с.

149. *Селедцов, Н.Г.* Айское, Манжерокское и Теньгинское озёра Горного Алтая [Текст] / Н.Г. Селедцов // Известия Алтайского отдела Географического Общества СССР, 1963, вып. 2. – С. 54–73.

150. *Селезнёв, В.С.* Структура осадочных отложений Телецкого озера по данным непрерывного одноканального сейсмопрофилирования [Текст] / В.С. Селезнёв, В.Г. Николаев, М.М. Буслов, С.М. Бабушкин, Г.В. Ларкин, А.А. Евдоки-

мов // Геология и геофизика, 1995, т. 36, № 10. – С. 123–132.

151. *Селиверстов, Ю.П.* Неоген–четвертичные образования и некоторые вопросы палеогеографии гор и впадин юга Сибири (Алтай, Саяны, Тува) [Текст] / Ю.П. Селиверстов // Четвертичный период Сибири. – М.: Наука, 1966. – С. 117–127.

152. *Семёнов, В.А.* Гидрологический режим рек и природно–климатические условия формирования их стока в бассейне Катуня [Текст] / В.А. Семёнов // Алтай. Республика Алтай. Природно–ресурсный потенциал. – Горно–Алтайск, 2005. – С. 190–204.

153. *Сергеев, В.П.* Геологическое строение и полезные ископаемые площади листов М-45-4-А,В (Горный Алтай) [Текст и карты] / В.П. Сергеев, В.Г. Пешков и др. // Отчёт Майминской партии по поисково–съёмочным работам масштаба 1:50000 за 1964–1967 гг. – Новокузнецк, 1968.

154. *Сладкопевцев, С.А.* К происхождению сужений долин Горного Алтая [Текст] / С.А. Сладкопевцев // Природа и природные ресурсы Горного Алтая. Мат–лы конф. – Горно–Алтайск, 1971. – С. 15–18.

155. *Страхов, Н.М.* Основы теории литогенеза [Текст] / Н.М. Страхов. – М.: Изд–во АН СССР, 1962, т. 2. – 574 с.

156. *Толстикова, Н.В.* О возможности использования моллюсков для реконструкции палеолимнологических условий в древних озёрах аридного и гумидного климата [Текст] / Н.В. Толстикова // Палеолимнология озёр в аридных и гумидных зонах. – Л.: Наука, 1985. – С. 62–85.

157. *Тронова, Т.М.* Перспективы курортологического использования природных ресурсов некоторых районов Горного Алтая [Текст] / Т.М. Тронова, Н.К. Джабарова // Состояние, освоение и проблемы экологии ландшафтов Алтая. Мат–лы Всеросс. науч.–практ. конф. – Горно–Алтайск, 1992, часть I. – С. 7–9.

158. *Туркин, Ю.А.* Государственная геологическая карта

Российской Федерации масштаба 1:200000. Издание второе. Серия Алтайская. Лист М-45-III (Чемал). Объяснительная записка [Текст и карты] / Ю.А. Туркин, А.И. Гусев, С.И. Федак, Г.Г. Русанов, Н.М. Николенко, Г.А. Поважук, Л.П. Карабицина. – СПб.: Изд-во СПб картфабрики ВСЕГЕИ, 2001. – 194 с.

159. *Туркин, Ю.А.* Геология и структурно-вещественные комплексы Горного Алтая [Текст] / Ю.А. Туркин, С.И. Федак. – Томск: СТТ, 2008. – 460 с.

160. Унифицированная региональная стратиграфическая схема четвертичных отложений Западно–Сибирской равнины. Объяснительная записка [Текст]. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 2000. – 64 с. + 1 прил.

161. *Федак, С.И.* Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1000000 (третье поколение). Серия Алтае–Саянская. Лист М-45 – Горно–Алтайск. Объяснительная записка [Текст и карты] / С.И. Федак, Ю.А. Туркин, А.И. Гусев, С.П. Шокальский, Г.Г. Русанов, Б.А. Борисов, Г.М. Беляев, Е.М. Леонтьева. – СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2011. – 567 с. + 8 вкл.

162. Физический энциклопедический словарь [Текст]. – М.: Советская Энциклопедия, 1983. – 928 с.

163. *Хазин, Л.Б.* Климатические изменения на юге Западной Сибири в голоцене по результатам анализа ассоциаций остракод [Текст] / Л.Б. Хазин, И.В. Хазина, С.К. Кривоногов, Я.В. Кузьмин, А.А. Прокопенко, С. И. Дж.С. Бурр // Геология и геофизика, 2016, т. 57, № 4. – С. 729–742.

164. *Хазина, И.В.* Палинологическая и микропалеонтологическая характеристика кайнозойских отложений, вскрытых скв. 1 в Уймонской котловине Горного Алтая [Текст] / И.В. Хазина, Г.Г. Русанов, Л.Б. Хазин, О.Б. Кузьмина // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2015. XI Международный научный конгресс. Международная научная конференция «Недропользование. Горное дело. Направления и технология поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Геоэколо-

гия». – Новосибирск: СГУГиТ, 2015, т. I. – С. 197–201.

165. *Цимбалей, Ю.М.* Экологические проблемы рекреационного освоения Манжерокского озера (Северный Алтай) [Текст] / Ю.М. Цимбалей // Мир науки, культуры, образования, 2008, № 2 (9). – С. 22–26.

166. *Цимбалей, Ю.М.* Манжерокское озеро в Горном Алтае: современное состояние и перспективы рекреационного освоения [Текст] / Ю.М. Цимбалей // Известия Русского Географического Общества, 2009, т. 141, вып. 3. – С. 56–62.

167. *Цимбалей, Ю.М.* О геотехнических мерах в восстановлении и охране Манжерокского озера [Текст] / Ю.М. Цимбалей // Известия Алтайского отделения Русского Географического Общества, 2014, № 35. – С. 58–62.

168. Четвертичная система [Текст] // Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий.– СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2008, вып. 38. – С. 115–127.

169. Четырёхязычный энциклопедический словарь терминов по физической географии / Сост.: И.С. Щукин. – М.: Советская Энциклопедия, 1980. – 703 с.

170. *Шейнкман, В.С.* Возрастная диагностика ледниковых отложений Горного Алтая и их тестирование на разрезах Мёртвого моря [Текст] / В.С. Шейнкман // Материалы гляциологических исследований, 2002, вып. 93. – С. 41–54.

171. *Шпилекова, Н.Е.* О создании новых озёрных заказников в Горном Алтае [Текст] / Н.Е. Шпилекова, Н.Г. Селедцов // Природа и природные ресурсы Горного Алтая. Мат–лы конф. – Горно–Алтайск, 1971. – С. 327–330.

172. *Baker, V.R.* Paleohydrology of Late Pleistocene Superflooding, Altay Mountains, Siberia [Text] / V.R. Baker, G. Benito, A.N. Rudoy // Science, 1993, v. 259. – P. 348–350.

173. *Carling, P.A.* Morphology, sedimentology and palaeohydraulic significance of large gravel dunes, Altai Mountains, Siberia [Text] / P.A. Carling // Sedimentology, 1996, V. 43. – P. 647–

664.

174. *Carling, P.A.* Late-Quaternary catastrophic flooding in the Altai Mountains of south-central Siberia: a sinoptic overview and an introduction to flood deposit sedimentology [Text] / P.A. Carling, A.D. Kirkbride, S.V. Parnachov, P.S. Borodavko, G.W. Berger // Flood and megaflood processes and deposits: recent and ancient examples / ed. P.I. Martini, V.R. Baker & G. Garzon, International Association of Sedimentologists, Special Publication 32, Oxford, England, 2002. – P. 17–35.

175. *Herget, J.* Reconstruction of Pleistocene ice-dammed lake outburst floods in the Altai Mountains, Siberia [Text] / J. Herget. – Geological Society of America. Special Paper 386. Boulder, Colorado, USA. 2005. – 118 p.

176. *Lehmkuhl, F.* Luminescence chronology of fluvial and aeolian deposits in the Russian Altai (Southern Siberia) [Text] / F. Lehmkuhl, A. Zander, M. Frechen // Quaternary Geochronology, 2007, № 2. – P. 195–201.

177. *Reuther, J.* Constraining the timing of the most recent cataclysmic flood event from ice-dammed lakes in the Russian Altai Mountains, Siberia, using cosmogenic in situ ^{10}Be [Text] / Reuther A.U., Herget J., Ivy-Ochs S., Borodavko P., Kubik P.W., Heine K. // Geology, 2006, v. 34, №11. – P. 913–916.

178. *Rudoy, A.N.* Glacier-dammed lakes and geological work of glacial superfloods in the Late Pleistocene, Southern Siberia, Altai Mountains [Text] / A.N. Rudoy // Quaternary International, 2002, v. 87. – P. 119–140.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Часть I. ОЗЕРО МАНЖЕРОКСКОЕ.....	7
Гипотезы происхождения озёрной котловины.....	11
Древнее оледенение.....	11
Неотектоника.....	29
Оползень.....	36
Катастрофические потоки.....	44
Донные отложения озера и вероятное время их накопления.....	54
О времени появления водяного ореха в озере.....	64
Часть II. ОЗЕРО АЯ.....	78
Гипотезы происхождения озёрной котловины.....	83
Ледниковая гипотеза.....	84
Карстовая и суффозионно-карстовая гипотезы.....	87
Водопадно-водобойная (эвормионная) гипотеза.....	95
Эвормионно-кавитационная гипотеза.....	106
Тектоническая гипотеза.....	111
Космическая и вулканическая гипотезы.....	114
Озеро Ая и ландшафтно-климатические условия в конце позднего неоплейстоцена (потепление бёллинг).....	116
Часть III. Современное состояние и регрессия озёр Манжерокское и Ая.....	133
Заключение.....	143
Библиографический список.....	145

Научное издание

*Русанов Геннадий Григорьевич
Важов Сергей Викторович*

**НЕРЕШЁННЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ОЗЁР МАНЖЕРОКСКОЕ И АЯ**

Монография

ISBN 978-5-85127-905-8

*Технический редактор В.М. Важов
Фото на обложке В.С. Сугрина*

Сдано в набор 12.02.2017. Подписано в печать 20.03.2017.
Формат 60X90/16. Гарнитура Times.
Бумага офсетная. Печать оперативная.
Усл. печ. л. 10,56. Тираж 300 экз.
Заказ 1702; с. (сп.) 3268

АГГПУ им. В.М. Шукшина
659333, г. Бийск, ул. Короленко, 53.

Отпечатано в ООО «Издательский дом «Бия» -
659333, Россия, Алтайский кр., г. Бийск, пер. Муромцевский, 2.