

Научные сообщения

УДК 551.4.072:551.435.536(470.311)

© 2014 г. В. Вад. БРОНГУЛЕЕВ, А.Н. МАККАВЕЕВ, В.А. КАРАВАЕВ

КОТЛОВИНА И ВАЛ ОЗЕРА КРАСНОГО В МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ – СЛЕДЫ ДРЕВНЕГО ПИНГО¹

Введение

Астроблемовидные озерные котловины, обнаруженные ранее в Московском регионе, еще недостаточно исследованы, несмотря на довольно подробное их описание [1–3]. Относительно их генезиса высказано несколько предположений, по большей части остающихся пока гипотезами. Исключение представляет собой котловина оз. Светлое (к западу от г. Электрогорск Московской области) и окружающий ее вал. Исследование отложений, слагающих вал, позволило предложить достаточно обоснованную модель образования последнего в результате накопления осадков в подледниковом или внутриледниковом озере во время московского оледенения, т. е. рассматривать вал как аналог внутриледникового кама [2]. Важнейшим фактом, подкрепляющим это объяснение, служат особенности строения вала, сложенного слоистой толщей хорошо отсортированных осадков водного происхождения. Вал возвышается на несколько метров над окружающей равниной и берегами бассейна, в котором накапливались слагающие его отложения, могли быть только ледяные стены. Некоторые особенности строения разреза отложений указывают на то, что первичное возникновение котловины озера, вероятно, было связано с карстом, поскольку сравнительно неглубоко (около 28 м) здесь залегают известняки верхнего карбона, а глубина озера от уровня окружающей равнины составляет 25 м.

Учитывая, что в Московском регионе существует несколько десятков подобных форм, считать такой довольно сложный, полигенетический механизм образования астроблемовидной котловины универсальным нет достаточных оснований. В качестве одного из альтернативных объяснений высказывалось предположение о том, что подобные обвалованные котловины являются остатками существовавших в ледниковые эпохи крупных пинго. Кольцевые формы (хотя, как правило, и меньших размеров) описаны в различных районах Европы и Северной Америки, находившихся в тот или иной отрезок четвертичного времени в перигляциальных условиях с широким развитием многолетней мерзлоты [4–9 и др.]. Наконец, существует распространенное мнение, что некоторые астроблемовидные (обвалованные) котловины Московской и соседних областей могут являться метеоритными кратерами [10 и др.].

Геолого-геоморфологическая характеристика района исследования

Котловина оз. Красного, расположенного в Раменском районе Московской области, – одна из тех, “астроблемовидная” форма которых выражена наиболее ярко. Эта территория расположена в краевой зоне московского оледенения: по данным Геоморфологичес-

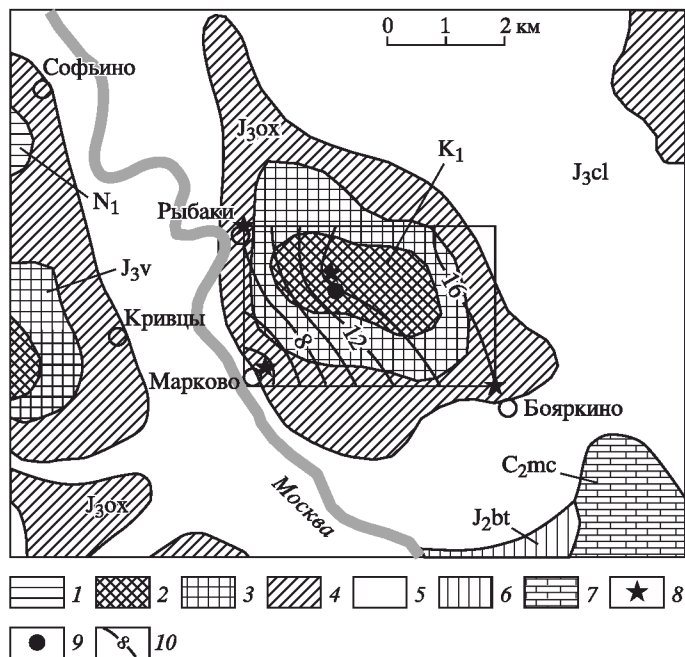
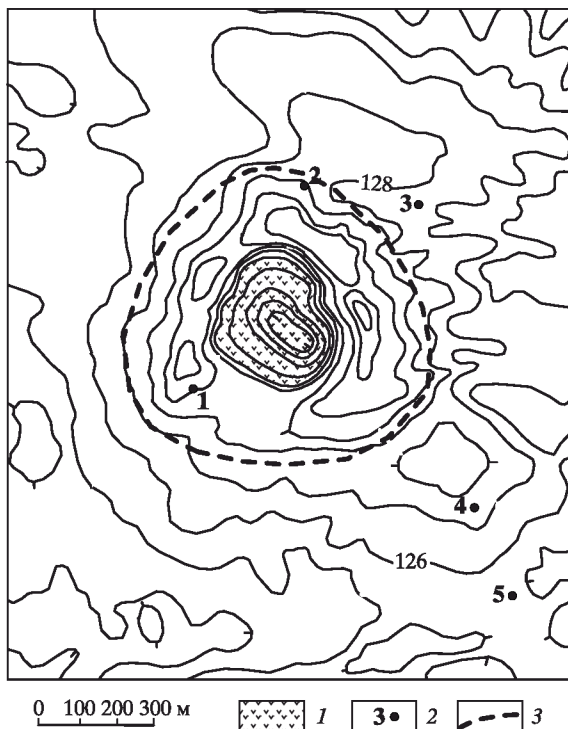
¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 12-05-01098-а).

Рис. 1. Топографическая схема астроблемовидной котловины оз. Красное
1 – акватория озера, 2 – шурф и его номер, 3 – предполагаемая внешняя граница вала. Изогипсы суши проведены через 1 м, изобаты – через 2 м

кой карты СССР [11] здесь проходит граница ледникового покрова, хотя А.А. Асеев и И.Э. Веденская [12] проводили ее на 80 км южнее.

Котловина находится в долине р. Москвы на останце III нпт [13], сложенной песками и супесями аллювиально-флювиогляциального генезиса (Q_{II} al-fgl, ms). Диаметр останца не превышает 1.5–2 км. Его абс. высота 126–128 м, высота окружающей его поверхности II нпт колеблется здесь от 118 до 126 м. В пределах останца расположено озеро с отметкой уровня 126 м, котловина которого имеет простую коническую форму (рис. 1). Глубина его, определенная эхолотом, около 9 м, а диаметр водного зеркала – порядка 300 м. Окружающий котловину пологий вал на С и В достигает высоты 5 м над уровнем озера, а в ЮЗ своей части снижается до 1.5–2 м. На наиболее высокой части вала расположена д. Белозериха.

Внешние границы вала определяются нечетко. На СВ и ЮВ вал переходит в слабо-



волнистую поверхность III нпт, осложненную неглубокими (до 0.5 м) и пологими ложбинами, плохо заметными на местности, но хорошо читаемыми на крупномасштабной топографической карте. На западе граница вала более четкая. Склоны останца III нпт вне вала пологие – до 1–2°.

Рис. 2. Геологическая схема территории [по 14]

Отложения: 1 – неогена (N), 2 – нижнего мела (K_1); верхней юры: 3 – волжского яруса (J_3v), 4 – оксфордского яруса (J_3ox), 5 – келловейского яруса (J_3cl); 6 – батского яруса средней юры (J_2bt); 7 – мячковского горизонта среднего карбона (C_2mc); 8 – скважины; 9 – оз. Красное; 10 – глубина кровли юрских отложений

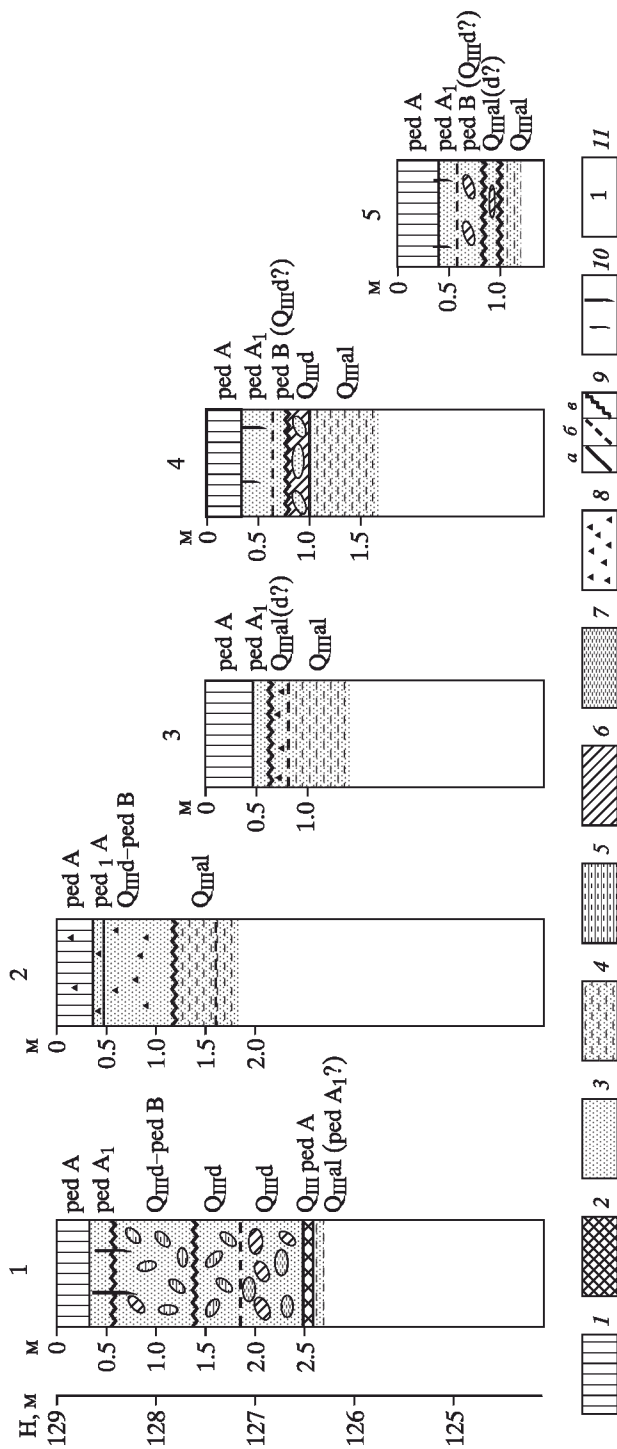


Рис. 3. Разрезы вала и прилегающих территорий
 1 – гумусовый горизонт; 2 – потребленная почва, пески; 3 – комковатые, неслоистые, 4 – слоистые, 5 – супеси и суглинки; 6 – глины; 7 – глинистые; 8 – гравий; 9 – контакты (а – четкие, б – нечеткие, в – неровные); 10 – следы корней; 11 – номера шурфов. Почвенные горизонты: ped A – гумусовый, ped A₁ – подзолистый, ped B – иллювиальный; d – склоновые (солифлюкционные) отложения; al – аллювий

Аналогичных обвалованной котловине озера форм в ближайших окрестностях нет, хотя присутствуют не окруженные валами изолированные депрессии меньших размеров. Одна из них диаметром 100 м находится в 600 м к западу от оз. Красное, на пахотном поле. Ее глубина не превышает 1 м, и во влажные годы в ней застаивается вода.

Судя по геологической карте Раменского района [14], в пределах рассматриваемого участка террасы под четвертичными осадками располагается линза отложений мелового возраста (пески и алевриты берриасского и готеривского ярусов). Под меловыми отложениями залегают пески, песчаники и глины юры, подстилаемые известняками карбона (рис. 2). По данным скважин, пробуренных в этом районе, глубина кровли юры близ озера достигает 12–15 м, т.е. она залегает лишь на несколько м глубже уровня его дна. Поскольку глубины артезианских скважин в д. Белозериха достигают 49 м, то кровля известняков карбона лежит здесь выше этой отметки. По-видимому, уровень воды в озере, не имеющем стока и с водосбором лишь немного превышающим площадь водного зеркала, поддерживается водоносными горизонтами аллювиальных и флювиогляциальных песков, располагающимися в Раменском районе в среднем на глубинах 5–20 м. Предполагать связь озера с карстовыми водами глубоко залегающих известняков нет оснований.

Отложения вала и прилегающих территорий

На валу и прилегающих к нему территориях были изучены отложения, вскрытые нами в 5 шурфах (рис. 3). Шурфы копались на максимально возможную глубину – пока их не начинали заливать грунтовые воды.

Шурф № 1 расположен в 120 м к ЮЗ от оз. Красное, практически на гребне окружающего его вала. Высота устья шурфа над урезом около 2.5 м, абс. высота примерно 129 м.

Под песчаными пахотным и подзолистым горизонтами вскрыта (с глубины 0.6 м) своеобразная толща, отличающаяся комковатой, брекчиевидной структурой. Толща сложена песками желтыми и белесыми тонко- и мелкозернистыми, хаотично перемежающимися с бурыми глинистыми (рис. 4). В верхней ее части присутствуют пятна ожелезнения – следы иллювиальных процессов. Местами в толще прослеживается слабо выраженная субгоризонтальная слоистость; глубже 1.8 м появляются пятна и невыдержанные по простиранию прослои супесей, сизых суглинков и глин. Нижний контакт толщи четкий, ровный.

С глубины 2.5 м характер отложений резко меняется – начинаются пески явно водного происхождения – сортированные, с тонкой горизонтальной слоистостью. В кровле этой толщи залегает прослой песка темно-серого слабогумусированного тонкозернистого, мощность которого колеблется от 2–3 до 4–6 см. Скорее всего это остатки почвы, захороненные под отложениями вала. Из-за обильных грунтовых вод слоистые пески удалось вскрыть только на 20–25 см.

В научной литературе неоднократно описаны солифлюкционные и делювиальные отложения: они отличаются слабой сортировкой и включениями неокатанных

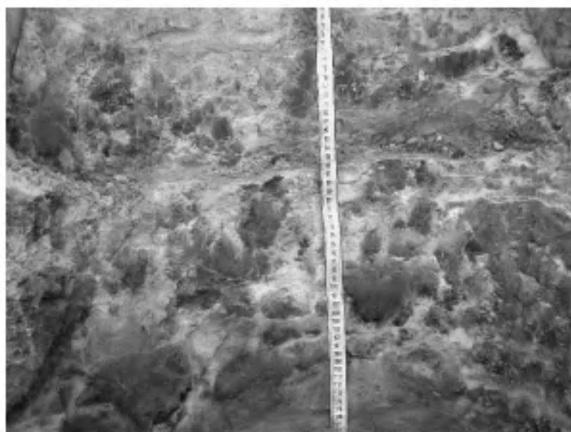


Рис. 4. Комковатая толща (разрез № 1 в интервале глубин 0.7–1.2 м). Фото авторов

и слабоокатанных обломков [15]. Именно на такие отложения очень похожа толща, вскрытая в шурфе в интервале глубин 0.6–2.5 м. Солифлюкционные процессы происходят сезонно, и поэтому в солифлюкционных отложениях “...смутно намечаются прослой и линзы более или менее однородного материала. Располагаются они беспорядочно” [16, с. 106].

Спорово-пыльцевой анализ образцов, взятых из толщи, показал, что в них присутствует большое количество дочетвертичных (юрских и меловых?) спор. Помимо этого, обнаружены редкие пыльцевые зерна сосны и обрывки органических тканей. Подобный состав спорово-пыльцевых спектров свидетельствует, что эти слои сформировались, скорее всего, в результате переотложения коренных, видимо, меловых и, возможно, верхних горизонтов юрских пород.

Шурф № 2 располагается на расстоянии 180 м к ССВ от озера, примерно на той же высоте, что и шурф № 1, неподалеку от внешнего края вала (рис. 1).

Под почвенными горизонтами (А и А₁), сложенными супесью, разнозернистым песком и гравием (общей мощностью 0.45 м) залегает отделенная четким волнистым контактом толща, состоящая из песка желтого средне- и мелкозернистого, очень плотного, с гнездами песка светлого тонко- и мелкозернистого, а также грубо- и крупнозернистого с большим количеством гравия. В целом эта толща похожа на предположительно солифлюкционные отложения в шурфе № 1. Вероятно, верхняя часть этой толщи преобразована иллювиальными процессами (почвенный горизонт В). Нижняя ее граница (глубина 0.8–1.2 м) очень неровная, заметна по изменению плотности, состава и появлению нечеткой слоистости.

Далее до глубины 1.6 м преобладает песок желтый средне- и мелкозернистый, к подошве горизонта постепенно переходящий в тонко- и мелкозернистый с неясной горизонтальной слоистостью. Встречаются небольшие отдельные линзы и пятна песка светлого тонкозернистого.

Самый нижний горизонт, вскрытый в шурфе (1.6–1.8 м), сложен песком светло-желтым тонко- и мелкозернистым однородным с неясной тонкой горизонтальной слоистостью, заметной по чередованию более темных, обогащенных темноцветными минералами, и более светлых, преимущественно кварцевых прослоев мощностью в доли сантиметров.

Характер слоистости отложений двух нижних горизонтов (глубже 1.2 м) указывает на их водный (флювиогляциальный и/или аллювиальный) генезис. Мощность собственно отложений вала здесь не превышает 1.2 м.

Шурф № 3 был заложен у СВ окраины д. Белозериха на поле. Здесь вал, окружающий озеро, переходит в почти плоскую, с небольшим уклоном к СВ поверхность террасы. В этом месте располагается верховье одной из мелких ложбин, расчленяющих территорию (рис. 1). Расстояние шурфа от озера 350 м, абс. высота около 127.5 м.

Мощность почвенных горизонтов в шурфе 0.44 м. В основном это супесь коричневая с пятнами оторфованных песков, накопившаяся, видимо, в небольшом застойном водоеме, существовавшем некоторое время в ложбине. Наблюдаются следы подзолистого горизонта – пятна и линзы песка мелко- и тонкозернистого светлого.

Ниже вскрыт прослой песков почти белых тонкозернистых с примесью глинистых частиц (его мощность всего 11–16 см). Переход в нижний слой нечеткий, постепенный, с “затеками”. В интервале 0.55 (0.6)–0.7 м залегают пески рыжие плотные разнозернистые – от тонко- до крупнозернистых, встречаются зерна гравия, нижняя граница нечеткая. С глубины 0.7 м вскрываются аллювиальные отложения террасы: желтые (в отдельных пятнах бурые) мелко- и тонкозернистые пески довольно однородные с отчетливой горизонтальной слоистостью. Отмечаются редкие следы от корней. Ниже 1.35 м шурф заливает вода.

Шурф № 4 находится в 530 м к ЮВ от оз. Красное на абс. высоте 127.5 м. На глубине 0.6–0.75 м под почвенными слоями в нем вскрыты пески серые мелко и среднезернистые с прослоями и пятнами ожелезненных бурых глинистых, напоминающие

делювиальные или солифлюкционные отложения. Но “комковатость” этого горизонта выражена слабее, чем в шурфах № 1 и 2, и на ее фоне слабо прослеживается субгоризонтальная слоистость. В нижней части горизонта бурые пески исчезают и появляются короткие горизонтально-волнистые прослои.

С глубины 0.75 м песок переходит в серую плотную супесь, в которой встречаются включения песка светло-коричневого тонко- и среднезернистого плотного, со стяжениями марганца. Местами наблюдается плохо выраженная слоистость. Мощность отдельных прослоев от 0.3 до 5 см. Можно предположить, что этот горизонт подвергся воздействию иллювиальных процессов, затушевавших исходную слоистость.

На глубинах от 1 до 1.6 м (видимая мощность) вскрыты водные отложения – песок светло-желтый мелко- и тонкозернистый с четкой горизонтальной слоистостью.

Шурф № 5 расположен в 800 м к ЮВ от оз. Красное, на абс. высоте около 125.5 м. Склоны останца III нпт здесь практически сливаются с плоской поверхностью II нпт, обладающей общим слабым уклоном ($<1^\circ$) к ЮВ (по направлению к р. Москве).

На глубине 0.4–0.65 м вскрыта неровная подошва почвенных горизонтов (гумусового и подзолистого). Ниже до глубины 0.8 м залегает песок рыжий и белесый разнотоннозернистый – преобладает тонко- и мелкозернистый, реже встречаются более крупные фракции. Местами отмечены пятна и невыдержанные по простиранию прослои (до 20 см в длину) суглинка темно-коричневого, с неровными, размытыми краями. Нижний контакт неровный, субгоризонтальный.

В интервале 0.8–1 м вскрыт песок сизый тонкозернистый, местами легкий суглинок. Слоистость заметна за счет бурых и ржавых (ожелезненных) прослоев различной длины и мощности. Эти отложения, как и в предыдущем разрезе, могут быть отложениями террасы, переработанными почвенными (иллювиальными) процессами.

И уже с глубины 1 м до 1.25 м (видимая мощность) залегают водные отложения, видимо, аллювий II нпт – пески серые тонко- и мелкозернистые, желтые средне- и мелкозернистые и рыжие ожелезненные мелкозернистые с примесью более крупных фракций. Слоистость горизонтальная, мощность прослоев от 1–2 до 3–4 см.

Обсуждение результатов

Как видно из вышеприведенного описания, вскрытые в шурфах № 1 и 2 отложения вала отличаются комковатой брекчиевидной структурой, отсутствием хорошо выраженной слоистости; при этом местами появляется нечетко выраженная слоистость, образованная последовательным накоплением материала в результате его оползания или медленного течения по склону. Эта слоистость лучше заметна в нижних частях отложений вала, так как в верхних она “затушевана” почвенными процессами (горизонт В). Такие признаки, как мы уже отмечали, свойственны делювиальным или солифлюкционным отложениям.

Оз. Красное и окружающий его вал расположены на вершине пологого холма. Поэтому единственными склонами, откуда могло происходить сползание и смывание рыхлого материала, могли быть склоны крупного пинго (гидролакколита), который, как мы предполагаем, существовал здесь в условиях холодного климата. Мерзлый подстилающий слой играл роль водоупора, обуславливающего сильное увлажнение сползающих масс и их значительную подвижность [16]. Подобные процессы, происходящие на современных пинго, описаны, например, в работах [17, 18].

Очевидно, что формирование пинго могло произойти только после формирования III нпт р. Москвы, и скорее всего это происходило в одну из наиболее холодных стадий валдайского оледенения. Исследованиями А.А. Величко установлено, что особо низкие температуры, сопровождавшиеся значительным уменьшением снежного покрова, были присущи поздневалдайской криогенной фазе, а чрезвычайно быстрая деградация многолетней мерзлоты в Европе происходила на переходе от плейстоцена к голоцену [19, 20 и др.].

Этой гипотезе не противоречат и результаты спорово-пыльцевого анализа, которые можно трактовать как свидетельство перемешивания разновозрастных, в том числе и дочетвертичных пород в процессе формирования отложений вала. Почва и растительность, покрывающие ледяное ядро гидролакколита, смывались с его склонов вместе с подстилающими отложениями (мощность грунтового слоя, перекрывающего ледяное ядро гидролакколита, могла достигать 10 м и более) и образовали фрагменты органики в отложениях вала. Обилие дочетвертичных спор может быть результатом того, что “корни” гидролакколита находились ниже подошвы четвертичных отложений, и в состав его минеральной покрывки входили меловые и, возможно, юрские породы, залегающие здесь неглубоко (см. выше). Возможно, что включения глин, особенно хорошо выраженные на гребне вала (шурф № 1), тоже происходят из юрских отложений. Но основание гидролакколита было выше пород карбона, который залегает здесь на глубине несколько десятков м, поскольку никаких следов карбонатных пород в отложениях вала не встречено.

Как было показано выше, максимальная мощность отложений, слагающих вал, вскрытая шурфом № 1 (120 м от озера), не превышает 2.5 м, учитывая то, что почвенные горизонты образовались на этих отложениях. Уже в шурфе № 2 мощность отложений вала не более 1.2 м, а расположен он только немного дальше (180 м от озера).

В шурфах № 3–5 мощность отложений, сходных с делювиальными или солифлюкционными, еще меньше, и выделяются они достаточно условно. Возможно, они являются переработанными *in situ* отложениями террасы или солифлюкционными отложениями, образовавшимися на пологих склонах ее останца, не перекрывавшихся валом, т.е. материал, сползший с пинго, здесь играет незначительную роль или отсутствует.

Важной характеристикой обвалованной котловины является соотношение объемов собственно котловины и окружающего ее вала. Если происхождение этих форм сингенетично, как, например, у метеоритного кратера или у депрессии на месте деградировавшего пинго и окружающих их валов, то их объемы, по крайней мере, в начальный период существования такой сопряженной пары, должны быть примерно одинаковы. В дальнейшем, конечно, это равенство может нарушаться: котловина заполняется осадками, вал размывается или подвергается дефляции. Если отложения вала попадают только в котловину, то это равенство не нарушается, но они могут выноситься далеко за пределы данной формы. Кроме того, котловина может заноситься эоловым материалом, принесенным извне, а если в ней располагается озеро, то она может заполняться и отмершими водными растениями. В зависимости от соотношения интенсивности процессов денудации и аккумуляции, объем вала может оказаться меньше или больше объема котловины.

Для оз. Красное, как, впрочем, и для других подобных ему обвалованных озер, подсчитать объем отложений вала можно лишь весьма приблизительно. Во-первых, как это видно из приведенных выше описаний шурфов, нижнюю границу и, следовательно, мощности этих отложений в разных частях вала можно определить лишь с точностью в несколько десятков сантиметров. По той же причине невозможно точно определить, на какое расстояние от озера распространяются отложения вала.

Мощность отложений вала в шурфе № 2 существенно меньше, чем в шурфе № 1, расположенном почти на той же высоте. Следовательно, можно предположить, что исходная поверхность террасы, существовавшая на месте вала и озера, заметно повышалась к востоку и под наиболее высокой восточной частью вала, она залегает, вероятно, на 1–2 м выше, чем под западной. Поэтому при вычислении объема вала мы приняли, что его отложения залегают на исходной пологовыпуклой поверхности, как бы продолжающей региональные уклоны террасы под область вала и котловины, так что ее максимальная высота составила 128.5 м под восточной частью вала. Границей формы мы считаем изогипсу 127 м (рис. 1).

При этом оказалось, что объем вала ($450 \times 10^3 \text{ м}^3$) несколько превышает объем котловины ($390 \times 10^3 \text{ м}^3$). Вал оз. Красное лежит на останце террасы, и предполагать

сколько-нибудь значительный эрозионный размыв его нет оснований. Так же нет оснований и допускать развитие сильных процессов дефляции в условиях достаточно-го увлажнения, господствовавших здесь большую часть времени после отступления московского ледника или в послевалдайское время. Поэтому можно полагать, что его объем не сильно уменьшился со времени образования. В то же время заиление озера в условиях гумидной лесостепной зоны Подмоскovie практически неизбежно. Чтобы соблюдалось примерное равенство объемов, первоначальная глубина котловины должна была быть в 1.2 раза больше². Хотя мы не располагаем данными о строении донных отложений оз. Красное, такая возможность кажется нам вполне естественной. Таким образом, можно считать, что соотношение объемов вала и котловины не противоречит предложенной гипотезе.

Какие иные процессы могли бы еще создать подобную форму? Трактовать вал как флювиогляциальные отложения, “прислоненные” к глыбе мертвого льда, невозможно из-за совершенно иной структуры отложений. По той же причине нельзя рассматривать эту форму как фрагмент верейно-котловинного рельефа [21]. Образование метеоритного кратера достаточно редкое явление, и подтвердить такое событие могли бы только находки метеоритного вещества. Магнитная фракция, присутствующая в песках вала имеет земной состав [1], но возможность падения каменного метеорита нельзя исключать. Кроме того, следует принять во внимание, что при возникновении метеоритного кратера происходит выброс глубинных пород на поверхность. Он осуществляется, в первую очередь, путем так называемой баллистической экскавации, когда фрагменты пород отрываются и, обладая достаточной скоростью, выбрасываются из кратера. При образовании кратеров диаметром 100 м и более, глубже области баллистической экскавации возникает зона турбулентного течения – центробежный донный поток, который тоже осуществляет экскавацию пород из воронки [22]. Используя диаграммы на стр. 200 и 210 указанной работы С.А. Вишневого, можно оценить глубину баллистической экскавации для кратера диаметром 450 м (диаметр вала оз. Красное) в 50 м, а мощность слоя турбулентного потока в 20 м, что дает предельную глубину экскавации 70 м. При том условии, что известняки карбона залегают в районе озера на глубине заведомо менее 50 м (см. выше), мы вправе были бы ожидать присутствия на поверхности хотя бы небольшого количества выброшенных обломков известняка, но ни малейших следов этих пород не было обнаружено.

Таким образом, предположение о существовании здесь в перигляциальных условиях крупного пинго, следами которого и является озеро и окружающий его вал, кажется наиболее вероятным. Тем более, что в центральных областях европейской части России хорошо известны следы других реликтовых форм мерзлотного микрорельефа (полигональных, западинных и т. п.), образовавшихся в обширной области многолетней мерзлоты в конце плейстоцена [23, 24].

Заключение

1. Отложения вала, окружающего котловину оз. Красное, по своему строению схожи с гравитационными отложениями, сформированными комплексом склоновых процессов. Это заставляет предполагать существование в ледниковую эпоху на месте озера крупного пинго, со склонов которого и происходило смывание и сползание (в том числе и под действием солифлюкции) рыхлых осадков, первоначально поднятых растущим гидроакколитом. Котловина озера и ее вал расположены на вершине пологого холма, и никаких других склонов, с которых мог бы сползать делювиальный материал, в окрестностях нет.

2. На примере изученных нами валов – оз. Светлого, имеющего озерно-ледниковое происхождение [2], и оз. Красного, для которого подобное происхождение можно

²В этом случае днище котловины могло достигать коренных пород.

исключить, подтверждается высказанное ранее предположение [3] о различном генезисе астроблемовидных котловин Московского региона.

3. Озеро Красное и его вал, как, возможно, и некоторые другие астроблемовидные озерные котловины Московского региона, являются самыми крупными палеокриогенными формами рельефа этой территории – остатками крупных пинго, существовавших в пригляциальной зоне валдайского или московского оледенений³.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жидков М.П., Бронгулеев В.Вад., Макаренко А.Г. Котловины озер Красное и Данилище в Московской области: криогенные реликтовые формы или метеоритные кратеры? // Геоморфология. 2009. № 1. С. 26–34.
2. Маккавеев А.Н. Механизм образования некоторых астроблемовидных озер на примере оз. Светлое (Московская область) // Геоморфология. 2011. № 3. С. 61–73.
3. Бронгулеев В.Вад., Маккавеев А.Н., Макаренко А.Г. Каталог астроблемовидных котловин Московского региона и некоторые результаты его анализа // Геоморфология. 2012. № 3. С. 32–43.
4. Watson E. Remains of pingos in Wales and the Isle of Man // Geol. Journ. 2009. V. 7. Iss. 2. P. 381–392.
5. Maarleveld G.C. Periglacial phenomena and the mean annual temperature during the last glacial time in the Netherlands // Biul. Perigl. 1976. V. 26. P. 57–78.
6. Bayé M. Les Lagunes du plateau Landais // Biul. Perigl. 1958. V. 6. P. 95–225.
7. Lagerbäck R., Rodhe L. Pingos in northernmost Sweden // Sweden Geogr. Ann. 67 A (3–4). 1985. P. 239–245.
8. Svensson H. Traces of pingo-like frost mounds // Lund Studies in Geography. Ser. A. Phys. Geogr. 1964. № 30. P. 94–106.
9. Ross N., Harris Ch., Brabham P., Campbell S. Uncovering the secrets of Wales' tundra past // Earth heritage. 2004–2005. Iss. 23. P. 10–11.
10. Еганлычев С.Ю. Метеоритный кратер на востоке Московской области // Вестн. СПбГУ. 2009. Сер. 7. Геология. Вып. 2. С. 3–11.
11. Геоморфологическая карта СССР. М-б 1:2.5 млн. М.: ГУГК, 1986. 16 л.
12. Асеев А.А., Веденская И.Э. Развитие рельефа Мещерской низменности. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 128 с.
13. Геологическая карта-схема четвертичных отложений. М-б 1 : 200 000 // Экологич. атлас Раменского района. Раменское: ЗАО “Раменский регион. экологич. центр”, 2005. С. 24.
14. Геологическая карта-схема дочетвертичных отложений. М-б 1 : 200 000 // Экологич. атлас Раменского района. Раменское: ЗАО “Раменский регион. экологич. центр”, 2005. С. 23.
15. Антонов С.И., Болысов С.И., Мысливец В.И. Криогенные реликты в рельефе и рыхлых отложениях бассейна средней Протвы // Геоморфология. 1992. № 1. С. 41–49.
16. Воскресенский С.С. Динамическая геоморфология. Формирование склонов. М.: Изд-во МГУ, 1971. 229 с.
17. Mackay J. Ross. Pingo growth and collapse, Tuktoyaktuk peninsular area, Western Arctic Coast, Canada: a long-term field study // Geographie physique et Quaternaire, 1998. V. 52. № 3. P. 1–53.
18. Walker D.A., Walker M.D., Everett K.R., Webber P.J. Pingoes of the Prudhoe bay region, Alaska // Arctic and Alpine Research. 1985. V. 17. № 3. P. 321–336.
19. Величко А.А. Природный процесс в плейстоцене. М.: Наука, 1973. 256 с.
20. Величко А.А., Бердников В.В. Формы и фазы древнего криогенеза // Палеогеография Европы в позднем плейстоцене. Реконструкции и модели. Опытный макет атласа-монографии. М.: ВИНТИ, 1973. С. 145–161.
21. Анненская Г.Н., Мамай И.И., Цесельчук Ю.Н. Ландшафты Рязанской Мещеры и возможности их освоения. М.: Изд-во МГУ, 1983. 246 с.
22. Вишневский С.А. Астроблемы. Новосибирск: Nonparel, 2007. 288 с.

³ Авторы выражают глубокую благодарность А.А. Величко за ценные замечания и обсуждение работы, а также Е.Ю. Новенко за спорово-пыльцевой анализ образцов.

23. Величко А.А. Криогенный рельеф позднелейстоценовой перигляциальной зоны Восточной Европы // Четвертичный период и его история. М.: Наука, 1965. С. 96–112.
24. Бердников В.В. Палеокриогенный микрорельеф центра Русской равнины. М.: Наука, 1976. С. 126.

Ин-т географии РАН

Поступила в редакцию
14.08.2012

RIMMED DEPRESSION OF THE LAKE KRASNOYE IN THE MOSCOW REGION – ANCIENT DEGRADED PINGO

V. Vad. BRONGULEYEV, A.N. MAKKAVEYEV, V.A. KARAVAYEV

Summary

The lake Krasnoye lays on the 3d terrace of the Moscow River in the periglacial region of the Moscow and Valdai glaciations. It has rounded conical shape 300 m in diameter and 9 m in depth, and is surrounded by a gentle rim 2-6 m in height and 100-150 m in width. Deposits of the rim (sand and sandy-loam) have lumpy, practically non layered structure which is similar to gravitational deposits of the slope foot. Authors suggest that these deposits might be formed at the foot of the large ancient pingo existed here in the periglacial conditions, from the slopes of which unconsolidated sediments crept and were washed down. The impact origin of this rimmed depression should be rejected because of the complete absence of the deep rocks ejecta.

УДК 551.435.36→556.557(571.53)

© 2014 г. О.А. МАЗАЕВА, В.А. ХАК, Е.А. КОЗЫРЕВА

МОНИТОРИНГ ЛОКАЛЬНЫХ БЕРЕГОВЫХ ГЕОСИСТЕМ БРАТСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Введение

Одним из ярких примеров антропогенного преобразования природной среды на юге Иркутского амфитеатра является Братское водохранилище. Это линейно-вытянутое в меридиональном направлении крупное равнинное водохранилище долинного типа сложной конфигурации с чередованием сужений и озеровидных расширений. Его создание повлекло значительные изменения природной среды, еще возросшие в результате хозяйственного освоения прилегающих территорий. Мощным фактором воздействия стал нестабильный уровеньный режим водохранилища. Особенностью, отличающей Братское водохранилище от других равнинных, является приуроченность максимальных отметок уровня воды к осеннему периоду.

В настоящее время береговая зона Братского водохранилища находится в стадии становления [1]: идет активная абразионная переработка, особенно заметная на берегах, сложенных рыхлыми отложениями. Суммарная длина последних достигает 2277 км (или 38% от их общей протяженности). За период эксплуатации с 1967 по 2000 гг. суммарная длина абразионных берегов увеличилась до 2056 км и составила 34.2% от общей протяженности береговой линии. Создание водохранилища, его нестабильный уровеньный режим, интенсивная абразия привели к активизации на его берегах оползневых, карстовых, эрозионных и других процессов [2]. Большинство из них является унаследованными, и наряду с гидродинамическими процессами они определяют морфологию береговой зоны водохранилища. Изучение режима и механизмов развития