

## CRITERIA OF AGE SUBDIVISION OF RELIEF-FORMING MORAINES OF ANCIENT MOUNTAIN GLACIERS IN THE UPPER KOLYMA BASIN

Yu.I. GOLDFARB

### Summary

In the Upper Kolyma basin, the usually applied age criteria of relief-forming moraines of ancient mountain glaciers based on their heights are not valid and lead to the incorrect results which are included in the accepted stratigraphic correlations of Quaternary deposits of the region. More reliable and simple criterion of relative age of the moraines is proposed. It is age-related difference in the preservation state of the primary moraine relief, which has been long used on the planes. In two long-studied and one new test sites, we have investigated the morphology, location, composition of moraines, their interrelations, correspondence to the river landforms and alluvial deposits. As a result, three main morphologic groups of surface moraines were recognized: "fresh", "decrepit" and "smoothed" ones. The first and second ones correspond to the Last and Pre-last Late-Pleistocene glaciations, the third one – to both Middle-Pleistocene glaciations. These results may be used to more precise geomorphological and geological mapping of the territory, palaeogeographic reconstructions and planning of detailed palaeoglaciological researches.

УДК 551.4.01:551.435.485(470.311)

© 2011 г. А.Н. МАККАБЕЕВ

## МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ НЕКОТОРЫХ АСТРОБЛЕМОВИДНЫХ ОЗЕР НА ПРИМЕРЕ ОЗЕРА СВЕТЛОЕ (МОСКОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)<sup>1</sup>

Озера с овальной или круглой в плане котловиной, окруженной валом, обычно считаются результатом удара о земную поверхность космического тела – "астроблемами" или кальдерами вулканов. В последние годы 11 таких озер обнаружено в Мещерской низменности [1]. Среди них оз. Светлое, расположенное в 8 км к западу от г. Электрогорска Московской области. Оно находится немного севернее признанной границы Мещерской низменности, проходящей по р. Клязьме, на водоразделе ее маленьких левых притоков – рек Плотня и Б. Дубна (рис. 1). С 2008 г. оз. Светлое так же, как и ряд других астроблемовидных озер, исследуется группой ученых Ин-та географии РАН под руководством М.П. Жидкова. В работах принимал участие и автор настоящей статьи.

### Геолого-геоморфологическая характеристика района исследований

Хотя некоторые авторы считают этот район частью Нерльско-Клязьминской низины, которая южнее р. Клязьмы сливается с Мещерской низменностью, но по облику ландшафтов он является северным продолжением геоморфологической подобласти "Западная останцово-ложбинная Мещера" [3]. Речная сеть низины привязана к р. Клязьме. Руслу медленно текущих рек сильно извилисты. Широкие поймы почти сливаются с обширными террасами и междуречьями. Часто встречаются небольшие, редко превышающие в диаметре 1 км, озера; многие из них не имеют поверхностного стока. Нередки песчаные карьеры как действующие, так и залитые водой, заброшенные торфоразработки. Многочисленны болота.

Преобладающие отметки высот на изучаемой территории около 120–140 м. Превышения водоразделов обширных равнин над урезами рек составляют всего 10–20 м. С поверхности водораздельные равнины сложены преимущественно песками и алев-

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 09-05-00156).



Рис. 1. Расположение района исследования  
1 – максимальная граница продвижения московского ледникового покрова в Мещерской низменности [по 2], 2 – район оз. Светлого

что эти отложения были сформированы, главным образом, в постепенно сокращающихся озерно-ледниковых бассейнах [5].

Последнее из оледенений, которое покрывало район, – московское. Его край находился не далее чем в 100 км к югу от района оз. Светлое. Авторы капитального исследования “Московский ледниковый покров Восточной Европы” проводят его границу по западной половине Мещерской низменности, от г. Луховицы, юго-восточнее Шатуры, восточнее городов Рошала и Владимира [2] (рис. 1). Однако, по мнению С.Л. Бреслава, не исключено, что ледник покрывал и большую часть Мещерской низменности, но лед был маломощным, быстро потерял активность и оставил после себя только абляционную морену, выделить которую среди флювиогляциальных отложений весьма трудно [4].

Здесь развит “утопленный” под водно-ледниковыми осадками моренный рельеф, отдельные холмы и гряды которого слабо возвышаются над озерно-ледниковыми равнинами. Примером “утопленного” моренного рельефа является пологий холм к югу от села Васютино, примерно в 8 км к СВ от оз. Светлое (рис. 2). Диаметр холма превышает 1–1.5 км. Здесь на абс. высоте порядка 145 м под почвенным слоем и горизонтом желтого разнородного песка, на глубине 0.7 м группой ученых ИГРАН обнаружена московская морена – плотный коричневатобурый суглинок с большим количеством валунов кристаллических пород диаметром до 0.3 м и плохоокатанной гальки. На глубине 0.8 м суглинок постепенно переходит в плотную сизую озерно-ледниковую валунную глину мощностью около 0.4 м. На глубине 1.2–1.3 м начинается супесь с гравием и валунами.

Возможно, что перемытой мореной является горизонт песков, обогащенный валунно-галечниковым материалом, залегающий на глубине от нескольких десятков сантиметров до 1 м или немного более, который обнаружен в ямах и небольших карьерах на равнине в окрестностях оз. Светлое.

На большей части Мещерской низменности надежно палеоботанически охарактеризованных местонахождений одинцовского (московско-днепровского) межледниковья не обнаружено [4]. Видимо, эти отложения могли сохраниться в нижних частях покрывающей Мещерскую низменность толщи озерно-ледниковых осадков.

Озерно-ледниковые отложения обычно подстилает среднечетвертичная (днепровская) морена – валунные карбонатные суглинки, валунные пески и супеси. Преобладающая мощность днепровской морены 0.5–2 м, реже 8–10 м, в некоторых древних долинах – до 15–20 м, а на больших площадях она целиком размыта [4]. Мощнос-

ритами с разнообразной слоистостью – от косой до горизонтальной. В верхних горизонтах этих отложений нередки нарушения типа палеомерзлотных, часто пронизывающие всю их толщу, достигающую мощности 5 м и более. Многие исследователи считают, что это отложения зандров времени деградации московского оледенения – конусы выноса потоков талых вод, стекавших с располагавшегося севернее ледникового покрова в Мещерскую низину. Внутри низины зандры практически сливаются с третьей террасой р. Клязьмы в единую поверхность [4]. Но детальное рассмотрение геологических разрезов показало,

ти четвертичных отложений вдоль р. Клязьмы в целом невелики – до 10–15 м, иногда более.

Рельеф кровли коренных пород в районе исследования в общих чертах совпадает с современным рельефом. Так, крупным моренным холмам нередко соответствуют возвышенности в кровле коренных пород, сложенные останцами пород нижнего мела (валанжинский и барремский ярусы), среди которых преобладают зеленовато-серые или черные алевриты, местами замещаемые глинистыми пылеватыми песками [6]. Долины даже небольших речек в целом совпадают с дочетвертичными долинами, по которым меловые отложения часто размыты, и кровлю коренных пород слагают верхнеюрские (оксфордский и кимериджский ярусы) черные или темно-серые глины, местами сильно слюдястые, с прослойками и гнездами песка. Мощность юрских отложений не превышает 10 м. Дочетвертичные долины, в свою очередь, унаследованы от доюрских эрозионных ложбин в отложениях карбона [7].

Граница между юрскими и меловыми отложениями неровная. Амплитуды высот как поверхности мела, так и юры даже на коротких расстояниях достигают 20–25 м. Меловые и юрские породы прикрывают приподнятую и сложно расчлененную поверхность доломитов и известняков павлово-посадской и ногинской толщ карбона. Глубина залегания их в районе озера не определена [8].

**Озеро Светлое** окружено валом шириной более 200 м и высотой 3–9 м над окружающей равниной (рис. 3). По гребню западной части вала проходит шоссе, там же расположены строения ныне пустующего пионерского лагеря, идет строительство в северной части вала, на его поверхности встречаются небольшие песчаные карьеры и свалки строительных отходов.

Размеры зеркала озера в настоящее время 200 × 300 м. Если считать по гребню вала, то длинная ось котловины по направлению север–юг составляет почти 700 м, и 500 м – короткая, по линии запад–восток. Над самыми низкими точками дна котловины вал возвышается почти на 35 м. Вал асимметричен, его склон, обращенный к озеру, достаточно крутой, местами до 8–10° и более; склон, обращенный к окружающей равнине, положе, порядка 2–5°, исключая участок на его восточной половине, где к валу почти вплотную подходит старый карьер. По берегам озера хорошо видна неширокая терраса на высоте 2–3 м над современным уровнем озера, который в последние годы находился на абс. высоте около 128 м.

В происхождении котловины, очевидно, принимал участие карст, о чем свидетельствуют ее округлая в плане форма и воронкообразное понижение в ее централь-

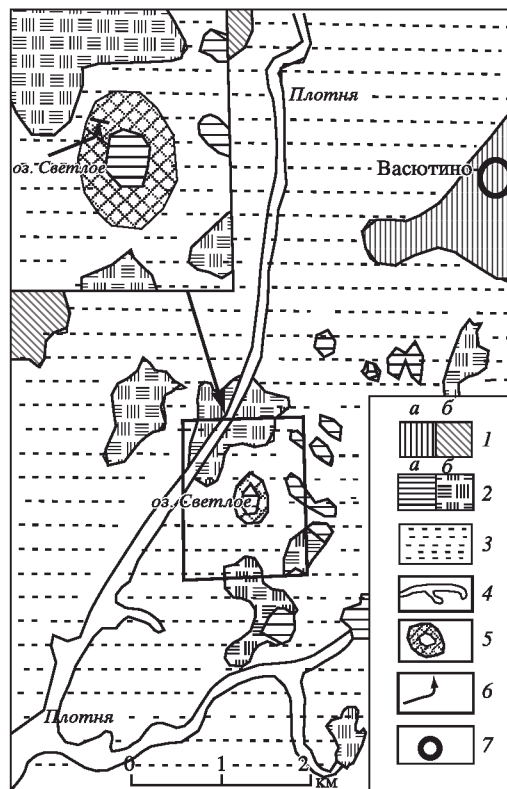


Рис. 2. Геоморфологическая схема района оз. Светлое 1 – холмисто-моренный “утопленный” рельеф (а – установленный, б – предполагаемый), 2 – озерные котловины (а – занятые современными озерами, б – осушенные), 3 – озерно-ледниковая равнина, 4 – долины рек, 5 – вал, окружающий оз. Светлое, б – местоположение разреза в дренажной канаве, пересекающей вал (на врезке), 7 – населенные пункты

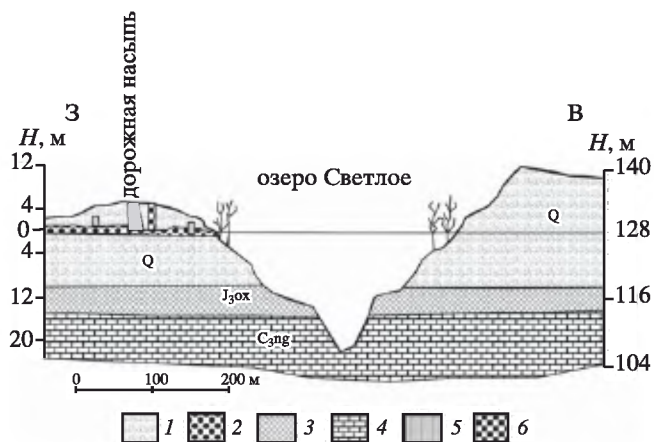


Рис. 3. Профиль через котловину оз. Светлое и окружающий ее вал [по 9 с изменениями автора]

Четвертичные отложения: 1 – преимущественно пески, 2 – озерно-болотные; коренные породы: 3 – глины оксфордского яруса юры, 4 – карбонатные породы верхнего карбона (ногинская толща); места отбора образцов на палеоботанические анализы: 5 – из озерно-болотных отложений, 6 – из песчаных

для повышенной вертикальной фильтрации поверхностных вод [11] и, следовательно, формирования карстовых форм. В окско-днепровское время последующее тектоническое опускание бассейна Оки способствовало накоплению аллювиальных и озерных осадков и, вероятно, затуханию карстовых процессов.

Но, если можно предположить, что котловина озера образована карстовыми процессами, то происхождение вала остается загадочным. Уникальную возможность познакомиться со строением вала мы получили благодаря каналу, глубиной до 7 м, прорытому мелиораторами в 2005 г. через вал. Из-за поступления по каналу вод из дренажной системы верховьев р. Плотни уровень озера поднялся. О недавнем низком стоянии уровня напоминают торчащие из воды сухие стволы берез. Ранее в озере ничего не впадало; его водосборная площадь ограничивалась гребнем вала.

### Строение вала оз. Светлое

Непосредственно под почвенным слоем в обнажениях разреза вала залегает горизонт разнозернистых (от грубо- до тонкозернистых) песков, обогащенных гравием, галькой, валунами и дресвой преимущественно кристаллических пород. Многие валуны и галька обладают резкими гранями, видимо, это следы их раскола под влиянием мерзлотных процессов. Мощность горизонта 0.2–0.5 м, но местами он выражен довольно слабо. Особенно много грубообломочного материала в подошве горизонта, где он образует почти непрерывный прослой, залегающий на нижележащей толще (рис. 4).

Большую часть разреза вала образуют хорошо сортированные тонко-, мелко- и среднезернистые пески и алевриты, иногда обогащенные валунно-галечным материалом. Мощность отдельных слоев – от долей сантиметра до 5–8 см. Они объединяются в серии по 50–60 см. Слои, как и серии, часто выклиниваются по простиранию. Характер слоистости меняется на небольших расстояниях – от косой до почти горизонтальной. Но чем выше, тем меньшую роль играет косая слоистость, тем большую – горизонтальная. Характеристики отложений, слагающих толщу, свидетельствуют в пользу ее происхождения в резко изменяющихся условиях – от вод почти застойных до быстро текущих потоков и в результате эоловой деятельности.

ной части, напоминающее типичный понор. Присущи оз. Светлому и резкие колебания уровня, характерные для карстовых озер – от переполнения в начале 1950-х, до почти полного пересыхания в конце 1980-х гг.

Котловина оз. Светлое могла возникнуть в одно из межледниковий, но не исключено, что это произошло и ранее, в дочетвертичное время. Согласно А.А. Асееву, максимальный врез долины пра-Оки приходится на нижнечетвертичную эпоху [10]. К началу окско-днепровского межледниковья Мещерская низменность была хорошо дренированной и сильно расчлененной эрозийной равниной, что создало условия



Рис. 4. Валунно-галечниковый горизонт в кровле отложений вала (здесь и далее фото автора)

Ниже песчано-алевритовой толщи, у дна канавы расчистками и ручным бурением вскрыты темно-серые суглинки, супеси и глины видимой мощностью от 1.5 м и более. В толще суглинков и глин обнаружены озерно-болотные торфянистые отложения (темно-коричневые плотный торф и обогащенный органическим веществом суглинок), а также прослой разнозернистых песков. Кровля этих отложений неровная, верхний контакт резкий. В песчано-алевритовой толще, у ее подошвы, встречаются крупные фрагменты (окатыши) диаметром до 30 см глин и суглинков нижнего горизонта, а местами на контакте глины как бы “внедряются” в вышележащие пески (рис. 5).

Согласно спорово-пыльцевым анализам, выполненным Е.Ю. Новенко и И.С. Зюгановой, озерно-болотные отложения имеют среднелейстоценовый возраст, хотя и не исключается их происхождение во время нижневалдайских интерстадиалов [9]. Вполне вероятно, что они образовались в обширном озерном бассейне, занимавшем район в период, предшествующий экспансии льдов московского оледенения в условиях прохладного и влажного климата. Существовавшая здесь лесная растительность прошла две фазы развития – от разреженных березовых лесов с примесью сосны, лиственницы и ели до еловых и лиственнично-сосновых таежных лесов. Пыльца осок и споры сфагновых мхов свидетельствуют о большом распространении болот и влажных лугов. Стоит отметить, что эти отложения нередко залегают ниже уровня воды в канаве (до 0.6 м и более) и, следовательно, ниже поверхности равнины, окружающей озеро с внешней стороны вала.

В песчано-алевритовой толще, залегающей выше озерно-болотных отложений и слагающей большую часть разреза, пыльцы четвертичных растений не обнаружено, за исключением пыльцы сосны, которая может переноситься по воздуху на сотни километров, а также переотложенных дочетвертичных спор, поступивших, вероятно, в отложения при размыве коренных пород [9].

### **Механизм формирования вала оз. Светлое**

Хотя овальная форма котловины и наличие окружающего вала – один из морфологических признаков их импактного происхождения, никаких следов железного или каменного метеорита, а также пород, измененных ударным метаморфизмом здесь не обнаружено [1]. Против ударного происхождения озера свидетельствует и строение окружающего озера вала. При ударе метеорита о землю вал состоял бы из беспорядочного нагромождения различных пород, выброшенных из образовавшейся воронки.



Рис. 5. Контакт озерно-болотных отложений с отложениями вала

Трудно себе представить вал, сложенный осадками с хорошей слоистостью при формировании его отложениями, сползшими с бугров пучения, т.е. как остатки разрушившегося пинго (гидролакколита).

Строение вала оз. Светлое очень сходно с разрезами камов, столь хорошо изученными в районах валдайского оледенения [12, 13 и др.]. Как известно, среди камов выделяют подледниковые (субгляциальные) и проталинные (супрагляциальные) разновидностей. Судя по разрезу вала, в разбираемом нами случае кам начал свое развитие как подледниковый, заложившийся в пустоте подо льдом, а закончил формироваться как проталинный.

Мы предполагаем, что в среднечетвертичное время, в эпоху московского оледенения, наступающий ледник перекрыл весь изучаемый район, занятый озерами и болотами, и довольно быстро потерял подвижность (рис. 6А). Последнему обстоятельству способствовало положение района недалеко от края ледника и то, что поступлению льда с севера препятствовала Клинско-Дмитровская гряда, бывшая тогда подледным барьером.

Водоем, в котором накапливались слагающие вал осадки, должен был иметь берега, но вал выше окружающей озеро равнины. В данном случае берега, окружающие водоем, могли быть только ледяными, а сам лед – неподвижным, мертвым, иначе толща отложений вала была бы снесена.

Скорее всего, ледник перекрыл и защитил от промерзания карстовое озеро, в которое поступала вода из подземных карстовых полостей. Может быть, ледниковая нагрузка инициировала дополнительный приток глубинных вод. Напор последних при-

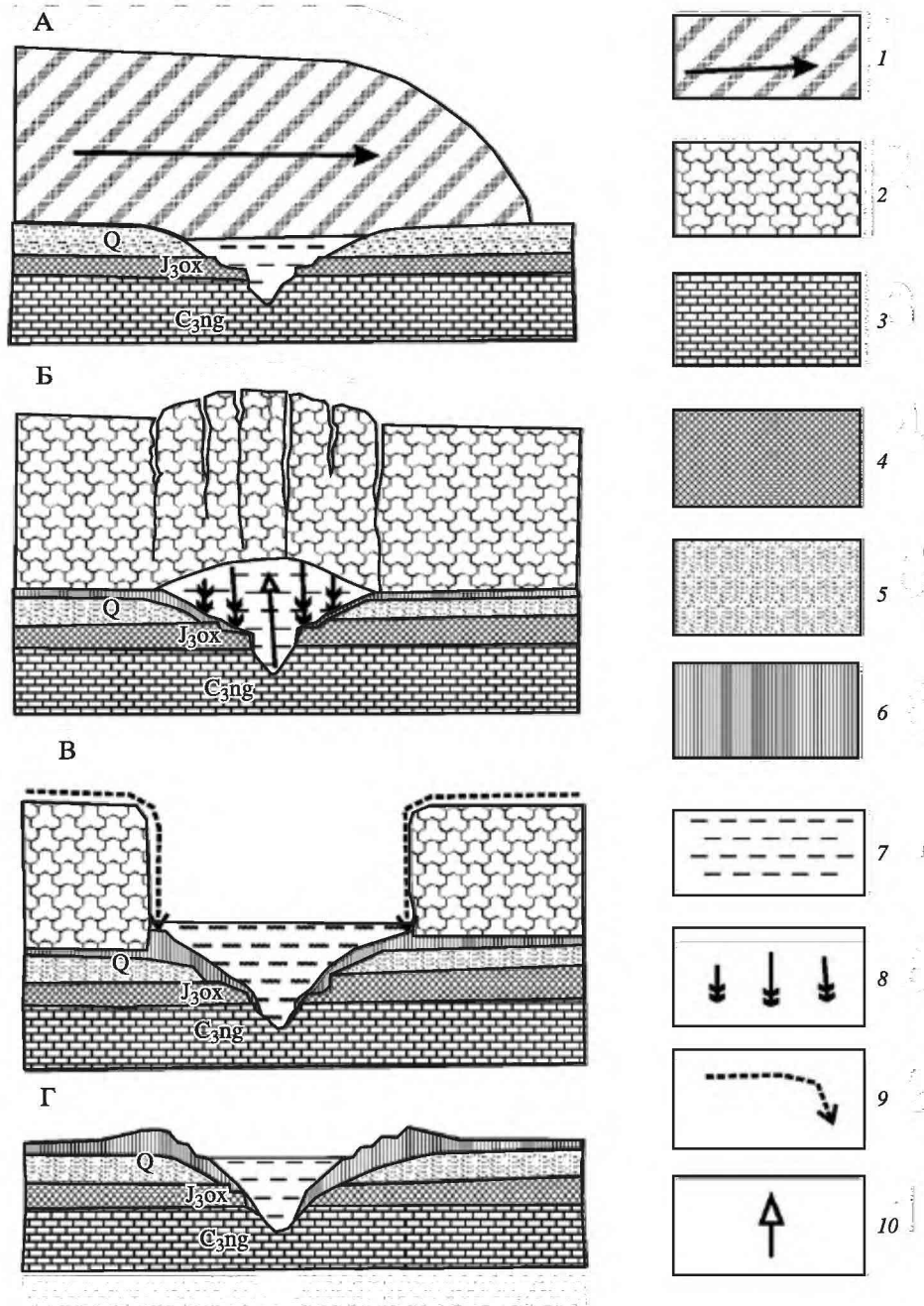


Рис. 6. Схема развития котловины оз. Светлое

А – перекрытие котловины озера среднеплейстоценовым (московским) ледником, Б – возникновение подледникового озера, В – стадия внутриледникового озера, Г – окончательное оформление морфологии озерной котловины.

Лед: 1 – активный (направление движения показано стрелкой), 2 – пассивный (мертвый); коренные породы: 3 – доломиты и известняки карбона (ногинская толща), 4 – юрские глины оксфордского яруса; четвертичные отложения: 5 – домосковские, 6 – московского оледенения (морена и водно-ледниковые); 7 – вода под и внутриледникового озера; 8 – выпадение материала изо льда в подледниковое озеро; 9 – снос материала во внутриледниковое озеро; 10 – поступление воды в озеро из карстового массива



Рис. 7. Центральная часть разреза. Верхняя и средняя части слоистой толщи озерно-ледниковых осадков. Сбросы в толще отложений достигают амплитуды 0.5 м

поднял лед, в результате чего над самой котловиной озера и над ее бортами возникла заполненная водой полость (рис. 6Б).

В полость поступала морена, вытаявающая из льда под влиянием относительно теплых подземных вод. Та часть обломочного материала, которая не проваливалась в карстовую котловину, оставалась на ее бортах, положив тем самым фундамент кольцевому валу, окружавшему подледное озеро. Материал перемывался мигрирующими подо льдом потоками вод. В основном отложения этой стадии образования вала залегают в нижней части песчано-алевритовой толщи разреза вала. Их отличает, как отмечалось выше, присутствие фрагментов нижележащих озерно-болотных отложений. Воды в подледной полости обладали большими скоростями, поскольку находились под напором, и ледяные стенки полости не оказывали им значительного сопротивления. Это облегчило размыв верхних горизонтов озерно-болотных отложений, залегающих в основании разреза, о чем свидетельствует резкое несогласие между ними и вышележащими песками.

Растрескивание и обрушение сводов полости привело к образованию внутриледникового озера с открытым зеркалом воды (рис. 6В). Очевидно, что ледяные берега вокруг озера некоторое время еще существовали. Высота их не превышала первые десятки метров. По мнению Б.Р. Мавлюдова, провалы сводов подледных полостей возможны лишь при толщине льда менее 20–30 м [14].

В теплое время года потоки талых вод с окружающего льда приносили в озеро обломочный материал. Значительное его количество, особенно крупные обломки (валуны, галька), сгружалось с поверхности ледника ближе к периферии внутриледникового озера, в области современного вала. Другая его часть, преимущественно мелкие фракции, вероятно, выносилась в карстовую котловину и ныне входит в состав осадков на ее дне. Некоторые упавшие глыбы льда разрушавшегося купола заносило осадками,

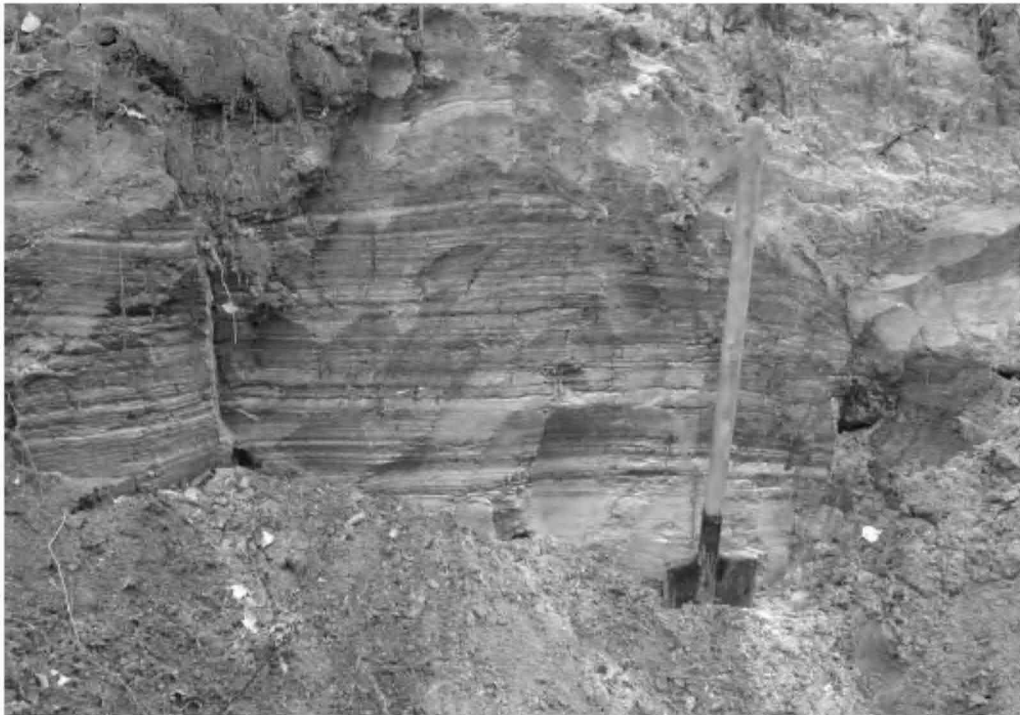


Рис. 8. Озерно-ледниковые “ленточные” отложения внутриледникового озера

и они, пока оставались на дне озера, делили его на ряд изолированных полностью или частично бассейнов, с несколько различными (в пределах долей метра или первых метров) уровнями стояния воды. Таяние погребенных льдов явилось одной из причин возникновения деформаций в толще слагающих вал отложений – небольших складок, флексуобразных перегибов слоев и сбросовых нарушений, в том числе и сложных “ступенчатых” с амплитудой каждой ступеньки до 20 см, что тоже весьма характерно для камов [15 и др.] (рис. 7).

Озеро, окруженное ледяными берегами, периодически, в холодное время года, замерзало, поступление материала прекращалось. Подо льдом, в слабо активной водной среде отлагались тонкие осадки, ранее находившиеся во взвешенном состоянии. Поэтому слоистость местами приобретает характер ленточной – среди горизонтальных или слабо наклонных прослоев алеврита и тонких песков ритмически появляются включения более грубого материала (рис. 8). Особенно мощные прослои тонкого материала находятся ближе к верхней половине разреза. В этом же направлении становятся тоньше и малочисленнее прослои грубого материала, главным образом песков различной крупности, в которых встречаются гравий, галька и отдельные валуны. Может быть, это отражает уменьшение интенсивности смыва морены с постепенно понижающейся поверхности ледника, уменьшение скорости падающих с нее в озеро потоков, ослабление течений и волнения в озере из-за его обмеления, вызванного заполнением осадками и понижением ледяных берегов озера. С этими же процессами связано преобладание тонкозернистых песков и алевритов с отдельными включениями гравия, гальки, небольших валунов и дресвы кристаллических пород в наиболее удаленной от озера, сниженной до 2–2.5 м части вала.

Наиболее высокие части вала соответствуют бортам озера, откуда по тем или иным причинам поступало больше обломочного материала, что зависело от различий

содержания морены в леднике. В некоторых случаях более низкие участки вала могут отвечать местам, где в толще осадков были похоронены глыбы льда. Немалую роль могли сыграть и позднейшие денудационные процессы, понижавшие вал, в том числе антропогенная деятельность.

Берега внутриледникового озера интенсивно таяли, разрушались и отступали быстрее, чем происходило таяние поверхности ледника, защищенной скопившейся на ней мореной; росту внутриледниковой котловины могло способствовать обрушение льда, отделяемого от основного массива кольцевыми трещинами [14]. Максимальные размеры внутриледникового озера превышали диаметр карстовой котловины примерно на 400 м, судя по ширине современного вала, т. е. оно занимало всю площадь современной котловины и окружающего ее вала.

Темпы роста площади озера до какого-то момента возрастали, так как площадь соприкосновения воды с ледником постоянно увеличивалась, тем самым способствуя ускоренной деградации ледника. Еще до окончательного исчезновения ледника вода из озера могла начать уходить по трещинам во льду, а котловина частично осушиться. Ветры приносили в мелеющее озеро эоловый материал со свободных ото льда, но еще не покрытых растительностью участков поверхности, как вблизи края ледника, так и вытаивающих в процессе его деградации. Осадки, заполнявшие осушившуюся котловину в теплое время года, перерабатывались эоловыми процессами, а в холодное – промерзали. Когда окружающие озеро ледяные берега исчезли, отложения озера остались, возвышаясь над окружающей равниной в виде вала (рис. 6Г). Вначале, пока на валу не появилась растительность, материал, слагающий его верхние горизонты, переваливался ветром.

Галечниково-валунный горизонт в верхней части разреза вала (рис. 4) характерен, например, для многих камов Жямайтской возвышенности в Литве [12]. Приповерхностный слой грубообломочного материала в камах рассматривается обычно как перемытая абляционная морена. Однако такой слой может образоваться лишь в том случае, если кам практически до конца оставался подледниковым. Галечниково-валунный горизонт на оз. Светлом может быть остатками слагавших верхние части вала озерно-ледниковых отложений, сползавших и смывавшихся с его наиболее крутых склонов в позднеледниковую эпоху, когда эти склоны не были еще закреплены растительностью. Процесс смыва мог повториться во время валдайского оледенения.

Отложения вала, скованные мерзлотой, по мере ее деградации в теплые эпохи оседали и образовывали псевдотеррасы на его склонах, особенно на более крутом, обращенном к озеру (рис. 9). Об оползании можно судить по наклону к озеру ( $5-10^\circ$ ) слоев разнозернистых песков, слагающих верхние горизонты разреза вала недалеко от озера. В то же время в 15 м от озера эти слои становятся почти горизонтальными.

Отметим, что немаловажное условие образования вала – это наличие большого количества морены в теле ледника. В разбираемом нами случае ледник был сильно обогащен материалом, захваченным при движении по районам, сложенным рыхлыми осадочными породами. В других регионах, где на поверхность выходят прочные коренные породы, и, следовательно, содержание морены в леднике было небольшим, вал может быть плохо выражен.

### **Разнообразие механизмов формирования валов астроблемовидных озер**

Предлагающийся нами механизм образования вала вокруг озера в результате перекрытия карстового озера ледником не является единственно возможным объяснением формирования астроблемовидных озерных котловин.

Некоторые озера, окруженные валами, могли формироваться под влиянием перигляциальных условий поздневалдайского времени; например, это предполагается для оз. Красного в Раменском районе Московской области [1]. Это озеро расположено на II нпт р. Москвы, возраст которой оценивается первой половиной валдайской эпо-



Рис. 9. Террасы оседания по склонам вала, обращенным к озеру

хи [11, 15, 17 и др.]. Обращает на себя внимание, что морфология и строение валов и котловин озер Красное и Светлое различны. Первое мельче второго, его глубина не превышает 10 м, вал ниже (2–5 м). Образование котловины этого озера и окружающего его вала может быть связано с формированием гигантского, около 450 м в диаметре гидролакколита (пинго). Ископаемые пинго диаметром до 200 м, не выраженные в современном рельефе, изучены в окрестностях Рязани, где они расположены на верхней IV террасе р. Оки [11]. Глубина котловин, образовавшихся на месте разрушившихся пинго, обычно не превышает нескольких метров.

А.А. Величко и соавторы отмечают приуроченность реликтовых криогенных форм центральной части Русской равнины к зонам пониженного рельефа, где имела место значительная льдистость пород [18]. По их мнению, единичные слабовыраженные кольцеобразные валы диаметром 75 м и более, которые иногда сопровождаются по внешнему краю понижением, являются остатками бугров пучения. Не исключено, что некоторые из астроблемовидных озер – настоящие метеоритные кратеры, как это, например, доказывается для оз. Смердячье в Шатурском районе Московской области [19, 20]. В строении вала, окружающего озеро, авторы выделяют слой песков с обломками каменноугольных, юрских и меловых пород, который рассматривается как аллогенная брекчия импактного происхождения; кроме того, в породах вала присутствуют стекловатые импактиты, образующиеся при частичном плавлении пород во время удара метеорита о Землю [20].

### Выводы

Котловина оз. Светлое и окружающий ее вал имеют различный генезис и время происхождения, хотя именно наличие котловины сыграло решающую роль в генезисе вала. Котловина образовалась не позже периода, предшествующего московскому оледенению, но, скорее всего, раньше, может быть даже в дочетвертичное время под влиянием карста в карбонатных породах карбона.

Отложения окружающего озеро вала, сложенного в основном слоистыми и хорошо сортированными осадками сходны с разрезами камов. Судя по разрезу вала, кам начал свое развитие подо льдом, перекрывавшим озеро во время среднечетвертичного московского оледенения, а закончил формироваться как проталинный.

В полости, возникшей под влиянием напора подземных вод, поступавших из котловины озера, отлагалась вытаявающая морена, перебивавшаяся мигрирующими подо льдом потоками вод. Та часть морены, которая не проваливалась в карстовую котловину, оставалась на ее бортах в виде кольцевого вала, окружающего подледное озеро.

Обрушение сводов подледниковой полости привело к образованию внутриледникового озера с открытым зеркалом воды, куда в теплое время года потоки талых вод с окружающего льда приносили обломочный материал. Когда ледяные берега растаяли, озерные отложения остались, возвышаясь над окружающей равниной в виде вала.

Некоторые котловины озер Московского региона, окруженных валами, могли формироваться в перигляциальных условиях поздневалдайского или позднемосковского времени на месте разрушившихся гидролакколитов.

Большинство астроблемовидных озер Московского региона образовалось в красной или приледниковой зонах московского оледенения. Но механизм их происхождения разнообразен и нуждается в дальнейшем изучении.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Жидков М.П., Бронгулеев В.Вад., Лихачёва Э.А., Макаренко А.Г.* Астроблемовидные озерные котловины Мещерской низменности – морфология и происхождение // География: проблемы науки и образования. LXII Герценовские чтения / М-лы ежегодной Всерос. науч.-методич. конф. (9–10 апреля 2009 г., Санкт-Петербург). СПб.: Астерион, 2009. Т. 1. С. 69–74.
2. Московский ледниковый покров Восточной Европы / Г.И. Горецкий, Н.С. Чеботарева, С.М. Шик. М.: Наука, 1982. 238 с.
3. *Асеев А.А., Веденская И.Э.* Развитие рельефа Мещерской низменности. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 128 с.
4. *Бреслав С.Л.* Четвертичная система // Геология СССР. Т. IV. Центр Европейской части СССР. М.: Недра, 1971. С. 489–636.
5. *Писарева В.В., Судакова Н.Г., Гаврюшова Е.А., Лехт Э.Е.* Клязьминский ледниковый поток // Московский ледниковый покров Восточной Европы. М.: Наука, 1982. С. 193–202.
6. *Лаврова Г.В.* Меловая система. Верхний отдел. // Геология СССР. Т. IV. Центр Европейской части СССР. М.: Недра, 1971. С. 445–458.
7. *Герасимов П.А.* Юрская система // Геология СССР. Т. IV. Центр Европейской части СССР. М.: Недра, 1971. С. 373–416.
8. *Жидков М.П., Макаренко А.Г.* Морфология и происхождение котловин озер Борисоглебское и Светлое (Московская область) // География: проблемы науки и образования. LXIII Герценовские чтения / М-лы ежегодной Всерос. науч.-методич. конф. (22–24 апреля 2010 г., Санкт-Петербург). СПб.: Полиграф-Ресурс, 2010. С. 382–385.
9. *Новенко Е.Ю., Зюганова И.С., Жидков М.П.* Первые данные палеоботанического изучения отложений астроблемовидной котловины озера Светлое (Московская область) // География: проблемы науки и образования. LXIII Герценовские чтения / М-лы ежегодной Всерос. науч.-методич. конф. (22–24 апреля 2010 г., Санкт-Петербург). СПб.: Полиграф-Ресурс, 2010. С. 288–292.
10. *Асеев А.А.* Палеогеография долины средней и нижней Оки в четвертичный период. М.: Изд-во АН СССР, 1959. 200 с.
11. *Кригер Н.И., Колосов Е.В.* История долин бассейна реки Оки. Н. Новгород: Изд. НГАСА, 1996. 340 с.
12. *Юргайтис А.А., Юозапавичюс Г.А.* Определение понятия “кам” и особенности строения камов на территории Литвы // Строение и формирование камов. Таллин: Ин-т геологии АН ЭстССР, 1978. С. 16–22.
13. *Лавров А.С.* Некоторые типы камовых образований южной краевой зоны Баренцевоморского ледника // Строение и формирование камов. Таллин: Ин-т геологии АН ЭстССР, 1978. С. 53–61.
14. *Мавлюдов Б.Р.* Внутренние дренажные системы ледников. М.: ИГРАН, 2006. 396 с.

15. *Страуме Я.А.* Основные особенности строения толщ каменных водноледниковых отложений Латвии // Строение и формирование камней. Таллин: Ин-т геологии АН ЭстССР, 1978. С. 112–117.
16. *Жидков М.П., Бронгулеев В.Вад., Макаренко А.Г.* Котловины озер Красное и Данилище в Московской области: реликтовые криогенные формы или метеоритные кратеры? // Геоморфология. 2009. № 1. С. 26–34.
17. *Спирidonov А.И.* Геоморфология // Геология СССР. Т. IV. Центр Европейской части СССР. М.: Недра, 1971. С. 679–706.
18. *Величко А.А., Морозова Т.Д., Нечаев В.П., Порожнякова О.М.* Палеокриогенез, почвенный покров и земледелие. М.: Наука, 1996. 150 с.
19. *Badjukov D.D., Brandstater F., Ivanova M.A. et al.* The Smerdyachee lake: a possible impact crater near Moscow, Russia // Lunar and Planetary Science 2003. XXXIV. № 156. <http://www.Jpi.usra.edu/meetings/lps2005/pdf/1822.pdf>.
20. *Енгальчев С.Ю.* Метеоритный кратер на востоке Московской области // Вестн. СПбГУ. Сер. 7. Геология. 2009. Вып. 2. С. 3–11.

Ин-т географии РАН

Поступила в редакцию  
15.11.2010

#### **FORMATION OF CERTAIN CRATER-LIKE LAKE BASINS: RESULTS FROM THE LAKE SVETLOE (MOSCOW REGION)**

**A.N. MAKKAVEYEV**

##### Summary

The basin of the lake Svetloe was created before the Moscow Ice Age by karst process in carboniferous rocks. Deposits of the rim surrounding the lake are similar to those of kames, which arise from accumulation of aqueglacial deposits in the cavity under the dead ice, and after the collapse of the cavity roof in the englacial lake. The part of aqueglacial deposits was accumulated in the basin of the lake, while other part formed the annular rim on its shores. After the melting of the glacier, ice shores of the lake and part of its water content disappeared. The lake deposits remain as a rim elevated above surrounded plain. Some other crater-like basins in the Moscow region could be created by periglacial processes during late Moscow or late Valdai ice ages at the places of the collapsed pingos.

УДК 551.435.627(470.341)

© 2011 Г. Б.И. ФРИДМАН, Н.В. МАНАЕВА

#### **ЛАНДШАФТНО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОПОЛЗНЕВЫХ ЛАНДШАФТОВ ОКСКО-ВОЛЖСКОГО НИЖЕГОРОДСКОГО ОТКОСА**

В основу приводимой ниже характеристики оползневых ландшафтов положены результаты наших исследований, выполненных в процессе проведения ФГУПП «Волгагеология» геологических съемок и подготовки к изданию листов Гос. геологической карты м-ба 1:20000, а также маршрутов Нижегородского учебного детско-юношеского геологического центра «Самоцветы» и на инициативной основе. Планомерные исследования неустойчивости рельефа, в том числе и процессов оползнеобразования, в Нижегородской губернии начались в 1914 г. работами К.М. Игнатова [1]. На территории Нижегородской области оползневые процессы также изучали: Ф.М. Баканина, М.И. Декабрун, С.Н. Пономарёва, Л.Л. Трубе, И.Н. Федонкина, А.Т. Харитонычев, Т.С. Хромова, Н.М. Шомысов и др.