

УДК 55  
ББК 26.30

Л.А. Кудерский

## ЛИМНОГЕНЕЗ В ЭПОХИ ГЛОБАЛЬНЫХ ПОКРОВНЫХ ОЛЕДЕНЕНИЙ

*Рассматривается возникновение, развитие и исчезновение озер в эпохи глобальных оледенений как в части общей озерности территорий, так и в отношении озерного типогенеза на протяжении истории преобразования поверхности Земли с целью реализации перспективных направлений разработки истории озер, то есть палеолимнологии. Этапы лимногенеза в эпохи покровных оледенений четко зафиксированы в геологической летописи и имеют определенные хронологические границы. Каждому из оледенений соответствует свой этап лимногенеза.*

**Ключевые слова:**

*лимногенез, палеолимнология, озера, ледниковый, оледенение, климат.*

Озера как один из классов континентальных водных объектов замедленного стока существуют с момента появления жидкой воды на поверхности Земли, то есть не менее четырех миллиардов лет<sup>1</sup>. В течение этого огромного периода в ходе индивидуальных лимногенезов\* озера возникали, развивались и исчезали в потоке времени, оставляя свидетельства о себе на страницах геологической летописи. При этом в отдельные отрезки земной истории количество озер (точнее – озерность как мерило обилия этих природных образований) изменялось в широких пределах в тесной увязке с динамикой геологических, климатических и иных глобальных или субглобальных процессов. Не лишены оснований предположения, что в отдельные крупные эпохи истории Земли темпы появления и исчезновения

\* Под лимногенезом в общем виде понимается возникновение и последовательное преобразование континентальных водных объектов замедленного стока – озер в связи с природными и антропогенными факторами.

озер оказывались существенно различными, и что могут быть выделены периоды заметного ускорения или ослабления хода лимногенеза в границах обширных пространств суши. Например, допустимо считать *a priori*, что в гумидные эпохи озерность отдельных территорий резко возрастала, в аридные, напротив, сокращалась в унисон с направленностью водообеспеченности, детерминированной климатическими преобразованиями.

Динамика темпов лимногенеза проявлялась не только как изменение общей озерности континентов или их обширных регионов, но и в виде преимущественного увеличения или сокращения озер определенного типа. Отметим, не вникая в детали что, например, в эпохи повышенной тектонической активности можно ожидать преимущественное образование озер (точнее – озерных котловин) относимых к тектоническому типу, в эпохи ослабления этой активности и пенепленизации земной поверхности – преобладающее возникновение озер иных типов. К сожалению, вопросы динамики лимногенеза как в части общей озерности территорий, так и в отношении озерного типогенеза на протяжении истории преобразования поверхности Земли остаются слабо разработанными. В итоге в таком разделе лимнологии как палеолимнология, относящемуся по самому определению к циклу естественноисторических научных дисциплин, отсутствуют достаточно четкие представления о периодизации лимногенеза, характере и темпах его протекания с момента появления озер и до современности. Настоящее сообщение ограничивается рассмотрением возникновения, развития и исчезновения озер в эпохи глобальных оледенений и его целесообразно понимать в качестве одного из шагов в реализации указанных выше перспективных направлений разработки истории озер, то есть палеолимнологии. В сообщении обращается внимание на покровные оледенения, охватывавшие временами обширные пространства одного или нескольких континентов и нередко продолжавшиеся миллионы и десятки миллионов лет. Горные оледенения и связанные с ними водные объекты не рассматриваются.

Анализ обозначенной проблемы в значительной степени облегчается благодаря тому, что позднекайнозойское покровное оледенение еще не завершилось, и это позволяет опираться на наблюдаемые современные факты и/или свежие следы недавно протекавших событий. Обширные фактические материалы, накопленные в результате длительных исследований различных аспектов этого оледенения, включая динамику ледникового покрова, формы воздействия на земную поверхность, сохранившиеся следы в виде ледниковых и водных отложений и т.п. создают твердую основу при переходе к познанию древних оледенений. Использование подобного актуалистического подхода к анализу явлений, имевших место в давние эпохи истории земной поверхности вполне приемлемо, так как позволяет объективно раскрывать различные аспекты палеолимногенеза, протекавшего в специфических геологических, климатических и гидроэкологических условиях прошлых ледниковий.

Как известно, эпохи покровных оледенений в истории Земли возникали неоднократно<sup>2</sup>. Обуславливавшие их появление причины остаются

до конца не выясненными. Выдвигаемые по этому поводу гипотезы носят дискуссионный характер и не позволяют достаточно определенно объяснять время и место появления оледенений, масштабы и продолжительность их развития. Ясно лишь, что покровные оледенения не связаны напрямую с эндогенными процессами, протекающими где-то в глубинных сферах Земли. Они – производное экзогенных явлений, зарождающихся и действующих в поверхностных сферах и ближайшем космосе, включая центральное тело нашей планетной системы – Солнце. Эпохи глобальных оледенений – стрессовые ситуации в истории земной поверхности. Несмотря на неопределенность причин возникновения оледенений, они отражаются в геологической летописи, что позволяет с достаточной убедительностью устанавливать их наличие и реконструировать время, продолжительность и масштабы появления, а также описывать обусловленные ими и сопутствующее им геологические, геоморфологические и иные последствия. Для рассматриваемой в настоящей статье проблемы важно, что с покровными оледенениями тесно связаны особые формы лимногенеза и специфические типы озер, подобных которым не было во внеледниковые эпохи.

## **Отражение в существующих классификациях озер водных объектов, связанных с покровными оледенениями.**

Озеро – водный объект, представляющий собою единство двух составляющих: водного тела и вмещающей его котловины. Классификации озер создаются по каждой из этих составляющих. По особенностям водного тела и протекающих в нем процессов выделяются озера пресные, соленые, заморные, олиго-, мезо- и дистрофные, проточные, сточные и бессточные и т.п. Ряд типов озер устанавливается на основании учета особенностей котловин и их генезиса. Классификации подобного рода разработаны подробно и приводятся в различных руководствах по лимнологии<sup>3</sup>. Для раскрытия существа проблемы, которой посвящена настоящая статья, целесообразно ограничиться классификациями, созданными на основе анализа особенностей генезиса котловин. К сожалению, в существующих классификациях подобного рода учитываются лишь современные озера. Палеозера не находят в них отражения.

Озера в той или иной степени генетически связанные с покровными оледенениями в существующих классификациях объединяются в тип ледниковых. Не останавливаясь на детальном анализе, ограничимся в качестве иллюстрации кратким рассмотрением некоторых из представленных в литературе классификационных схем озер этого типа. По Д.Д. Квасову<sup>4</sup>, сюда относятся котловины а) созданные ледниковым выпахиванием, б) представляющие остатки приледниковых озер, в) подпертые плейстоценовыми «аллювиальными плотинами». По схеме Б.Б. Богословского<sup>5</sup> к ледниковым относятся озера а) эрозийные, котловины которых углуб-

лены ледником и б) аккумулятивные, появившиеся среди моренных образований. Аналогичный подход отражен и в детальной классификации Г. Хатчинсона. Как следует из приведенных ссылок, упомянутыми авторами рассматриваются генетические типы озерных котловин, возникшие как следствие деятельности ледника. Такой же подход выражен и в публикациях О.Ф. Якушко и В.А. Калечиц<sup>6</sup>, А.А. Асеева<sup>7</sup>, В.К. Лесненко<sup>8</sup>, Г. С.Биске и А. Д. Лукашева<sup>9</sup> и др. В первой из этих работ выделяются подпрудные, ложбинные, термокарстовые, экзарационные, смешанного типа, а во второй озера субаэральные ложбин стока ледниковых вод, субгляциальных водно-эрозионных рытвин, экзарационных котловин, подпрудные, ледниково-просадочные. В статье В.К. Лесненко<sup>10</sup> предлагаются такие типы, как ледниково-тектонические озера, озера зандровых равнин, моренных возвышенностей, подледниковых ложбин, а также остаточные, эрозионно-ледниковые, карстовые. Наконец в работе Г.С. Биске и А.Д. Лукашева<sup>11</sup> ледниковые котловины подразделяются на аккумулятивные и экзарационные, причем первые в свою очередь объединяются в группы аккумулятивных сложных, аккумулятивных простых, остаточных и подпрудных. Среди экзарационных котловин выделяются образовавшиеся в результате экзарации кристаллических пород фундамента и при выпахивании продуктов выветривания и рыхлых четвертичных осадков.

Ограничившись этим кратким обзором, отметим, что, несмотря на некоторые общие признаки, приведенные классификации различаются как в деталях, так и в принципиальных подходах к выделению озерных типов. Не касаясь существа имеющихся сходств и отличий, их обоснованности отметим следующую характерную для всех них черту: озера рассматриваются как следствие прошедших оледенений. Таким образом, в этих классификациях фактически рассматриваются не ледниковые озера, как можно было бы понять из смыслового содержания использованного термина, а озера, котловины которых расположены на территориях ранее покрывавшимися оледенениями и возникли при участии бывших ледников и связанных с ними водных потоков. То есть то, что в имеющихся классификациях обозначается термином «ледниковые озера» на самом деле есть водные объекты постледниковых территорий, а не озера, существовавшие непосредственно в периоды ледниковий в тесной связи с толщами покровных льдов и климатическими условиями того времени.

В связи с этим есть необходимость отдельно выделить и охарактеризовать озера, появившиеся и развивавшиеся в ледниковые эпохи. Не считая возможным осветить в настоящей статье этот вопрос в полном объеме, ограничимся характеристикой общих контуров проблемы и рассмотрим некоторый набор типов озер, которые были (учитывая материалы по позднекайнозойскому оледенению) или могли быть (исходя из данных геологической летописи) в эпохи проявления прошлых покровных оледенений. В отличие от рассмотренных выше классификаций, использующих термин «ледниковые озера», озера, приуроченные к эпохам покровных оледенений целесообразно обозначать по иному, например, «ледяные озера».

## Ледяные озера и следы их существования.

Лимногенез в ледниковые эпохи (далее для краткости – ледниковый лимногенез) характеризовался появлением специфических типов озер, не свойственных, например, эпохам рифтогенеза, орогенеза и других природных явлениях, сопровождавшихся крупномасштабным возникновением рассматриваемых водных объектов замедленного стока. Кроме того, озера, связанные с покровными оледенениями, существовали лишь в течение ледниковых эпох и исчезали в короткое время вслед за дегляциацией территорий. Ледниковый лимногенез неизбежно сопровождал покровные оледенения, начиная с наиболее древнего, приходившегося на верхний архей. В этой связи ледяные озера могут считаться одними из древнейших охарактеризованных типов озер, так как иные типы водных объектов замедленного водообмена, возникшие в тот период времени, пока достаточно четко не описаны, хотя, безусловно, уже существовали.

Ледяные озера – водные объекты замедленного стока, существовавшие в структуре ледниковых покровов непосредственно или в тесной связи с ними. Этот тип озер в целом освещен в литературе слабо. В частности, недостаточно разработана их классификация. Одна из них приведена в статье А. Басаликаса<sup>12</sup>. Указанный автор выделяет три группы озер, связанных с ледниковым покровом: внутриледниковые, приледниковые и околледниковые. Внутриледниковые были представлены водоемами окруженными крутыми ледяными берегами, приледниковые имели один берег примыкающий к леднику и остальные наземные и околководные были со всех сторон окружены наземными берегами. В книге И.Я. Даниланса<sup>13</sup>, посвященной анализу четвертичных отложений Латвии, выделяются три группы ледяных озер или (по его терминологии) ледникововодных образований: 1) внутриледниковые, 2) переходные от внутриледниковых к приледниковым и 3) приледниковые и надледниковые.

Не останавливаясь в настоящей работе на рассмотрении приведенных классификаций, мы на основании анализа имеющихся материалов по этому вопросу считаем, что существовавшие во время покровных оледенений ледяные озера по их связям с ледниковыми щитами и месту расположения могут быть подразделены на следующие основные группы:

- подледниковые и внутриледниковые, обычно свойственные для «мертвого» льда и наиболее выраженные на завершающих этапах оледенений;
- надледниковые, приуроченные также к завершающим этапам оледенений и появившиеся на поверхности ледникового покрова;
- приледниковые, образовывавшиеся у внешней кромки ледникового щита, игравшего роль плотины, препятствовавшей стоку талых вод по уклону рельефа местности;
- возникавшие на незанятых льдом участках вдали от внешнего края ледникового покрова, но в своем генезисе связанные с общими процессами оледенения и последующей дегляциации территорий.

Теоретически возможно выделение еще одной группы озер ледниковых эпох. Как установлено, для формирования протяженных ледниковых покровов большой мощности необходимы не только соответствующие температурные условия, но и наличие достаточных количеств влаги. Считается, что в ряде случаев на обширных территориях, испытывающих дефицит влаги при низких температурах, возникают не ледниковые щиты, а мощные подземные криозоны – «вечная мерзлота». При сезонных и межгодовых климатических колебаниях в подобных районах возможно образование термокарстовых озер. Они непосредственно не связаны с ледниковыми покровами, но являются следствием тех же общих причин, которые в других регионах в это же время приводят к появлению покровных ледников.

Перечисленные выше группы ледяных озер в настоящее время отсутствуют\*. Они воссоздаются на основании изучения следов озер представленных геологическими материалами, если последние доступны для наблюдений и пригодны для соответствующих дешифровок. В связи с этим получаемые характеристики палеозер носят отчасти гипотетический оттенок, причем степень гипотетичности тем выше, чем древнее анализируемая ледниковая эпоха. Наиболее достоверны реконструкции палеозер, связанных с позднекайнозойским оледенением.

Следы озер первой группы (внутриледниковых) чаще представлены камами – беспорядочно расположенными холмами с крутыми склонами и нередко плоскими вершинами. Форма камов преимущественно округлая, но встречаются и образования со сложными очертаниями. Часто камы группируются в виде обширных комплексов, образующих своеобразный камовый ландшафт. Слагаются камы сортированными песками, супесями, глинами, гравием. Для них обычно отмечается (горизонтальная и диагональная) слоистость, нередко типа ленточной (озерной). Известны камы с ядром из ленточных глин. Наблюдаются случаи деформации слоистости, обусловленной имевшими место подвижками ледниковых масс. Часто камы перекрываются моренным чехлом образованным валунными суглинками и супесями. Среди камов по характеру слагающих их отложений некоторые авторы выделяют такие типы, как флювиокамы, лимнокамы и камы смешанного строения<sup>15</sup>. Однако подобное деление недостаточно корректно, так как обломочный материал (галька, пески, глины) во всех случаях поступает в озерную ванну с водными потоками и отлагается в условиях внутриледниковой полости с ослабленной динамикой водных масс.

На основании анализа особенностей формы камов, слагающего их обломочного материала, горизонтальной или слабой косослоистости отложений и их сортированности считается, что эти элементы рельефа образова-

\* Обнаруженное в Антарктиде под ледяным щитом мощностью 3750–4260 м озеро Восток<sup>14</sup> здесь не рассматривается. Оно относится к уникальным водным объектам и заслуживает выделения в особый тип. Подробная характеристика этого озера может быть дана после завершения работ по бурению разведочной скважины в ледяной толще и получения прямых данных о его водной массе, донных отложениях и обитающих в нем живых организмах.



лись в подледниковых и/или внутриледниковых озерах, возникавших в обширных полях «мертвого» льда, отделявшихся от источника питания на завершающихся этапах дегляциации территорий. Такие озера появлялись в трещинах и иных пустотах неподвижных ледовых массивов и ограничивались ледяными берегами и иногда ледяными сводами. В них отлагался в сортированном виде обломочный материал, приносимый потоками талых вод. После исчезновения льда, сформировавшиеся из гальки, песка, глины призмы опускались на подошву бывшего ледника и принимали характерные формы камов. Индивидуальные размеры камов ограничены: высота составляет до 50–80 м, ширина подошвы до 0,5–1,0 км. Из приведенных данных следует вывод, что озера, в которых образовывались будущие камы, имели небольшие размеры. Продолжительность их существования была невелика и, по-видимому, ограничивалась десятками или первыми сотнями лет.

Камы и камовые комплексы широко представлены в зоне последнего оледенения в Ленинградской области, Карелии, Прибалтике, где служат объектом детальных исследований<sup>16</sup>. Известны они в Центральной Европе, Северной Америке. Актуальной остается задача описания следов камовых ландшафтов для более древних ледниковых эпох.

Следы озер второй группы (надледниковых, иногда обозначаемых как наледниковые<sup>17</sup>) известны как плато, платообразные возвышенности, конечноморенные плато, звонцы<sup>18</sup>. В отличие от камов, длина и ширина звонцов значительные, но мощность отложений составляет первые метры и редко превышает 10–15 м. Как отмечали Н.И. Апухтин<sup>19</sup> и Е.В. Рухина<sup>20</sup>, эти формы рельефа представлены плоскими плато, залегают обычно на морене в наиболее повышенных участках распространения, сложены хорошо сортированным материалом: глинами, мелкозернистыми песками. Принимая во внимание особенности звонцов, считается, что образующие их отложения формировались в обширных мелководных озерах, располагавшихся на ледниковом покрове и ограниченных ледовыми берегами при отсутствии ледяного свода. В связи с этим в такие озера поступало незначительное количество тонкого обломочного материала. При исчезновении льда образовавшиеся в озерах отложения, во-первых, оказывались на более высоких отметках по сравнению с другим ледниковым материалом и, во-вторых, в виде плаща перекрывали морены. В этой связи вполне естественно расположение звонцов в сочетаниях с камнями, озами и другими озерно- и флювиогляциальными образованиями.

Изученность надледниковых озер недостаточная. Продолжительность их существования ограничена, и в этом отношении они уступали ледниковым озерам первой группы.

К третьей группе озер эпох покровных оледенений относятся те из них, которые образовывались и размещались у внешнего края ледниковых щитов. Общепринятое название водоемов такого типа – приледниковые озера. Из всех групп озер ледниковых эпох приледниковые относятся к наиболее изученным. Эти водные объекты занимали понижения рельефа местности, причем кромка льда играла роль плотины, препятс-

творававшей стоку талых вод в соответствии с естественным уклоном территории. Сток происходил из участков озера, удаленных от края ледника. Приледниковые озера возникали далеко не всегда. Необходимым условием для их появления и существования оказывалось наличие водораздела на некотором расстоянии от внешнего края ледникового покрова. Если ледяной щит переваливал через водораздел, то озера не могли появиться. Ледник выполнял роль одного из берегов и водное тело озера оказывалось расположенным между ледяным, с одной стороны, и сухопутными берегами, с других. Это были мигрирующие водные объекты. При наступании ледника приледниковые озера перемещались перед его фронтом, заливая все новые участки суши. При отступании ледяного покрова такие озера мигрировали вслед за ним. В связи с особенностями динамики границ приледниковых озер их наземные берега могли размещаться далеко за пределами ледяных массивов. Поэтому характер отложений, маркирующих исчезнувшие приледниковые озера на разных их участках, может различаться, что учитывается при реконструкциях этих водных объектов.

Приледниковые озера нередко имели значительные глубины, зависевшие от величины подпора, создававшегося ледниковым щитом и отметками водораздела, определявшими высоту порога стока водных масс. При образовании приледниковых озер на пространствах с плавным рельефом территории участки с максимальными глубинами могли размещаться в районах примыкавшим к ледниковому краю. В этом же направлении ориентировался общий уклон дна. В тех случаях, когда подобные водоемы покрывали крупные тектонические депрессии, места с наибольшими глубинами могли оказываться вдали от кромки льда. Учет глубин и особенностей их размещения имеет существенное значение для понимания формирования донных отложений, анализ которых обеспечивает опознание палеозер.

Продолжительность существования приледниковых озер соизмерима с длительностью отдельных оледенений. Так в период валдайского оледенения возможная продолжительность существования связанных с ним водных объектов этого типа (с учетом непрерывного изменения месторасположения и формы в связи с динамикой ледникового покрова в пространстве) не могла превышать 70–65 тыс. лет или 120–105 тыс. лет в зависимости от принимаемого времени начала оледенения<sup>21</sup>.

В период последнего (валдайского) оледенения приледниковые озера были неотъемлемым элементом перигляциальной зоны, сопутствуя ледниковому покрову и при его экспансии и при последующем отступании и разрушении. Они занимали значительные пространства в бассейнах Балтийского, Белого и Баренцева морей, в Сибири и Северной Америке<sup>22</sup>. Акватории некоторых из них были обширными и превышали размеры таких современных озер, как Ладожское, Онежское, Великие Североамериканские и др. Несмотря на большое внимание, уделявшееся изучению приледниковых озер, масштабы их развития на севере Европы в период развития валдайского оледенения определяются неоднозначно. В отечест-



венной литературе максималистские взгляды по этому вопросу отражены в работах М.Г. Гросвальда<sup>23</sup>. Примером противоположного подхода может служить атлас-монография «Палеография...»<sup>24</sup>.

Приледниковые озера после спуска повсеместно оставили обширные пространства покрытые пескам, супесями, суглинками нередко с присутствием валунного материала, оказывавшегося благодаря размыву затопленных морен или разносу льдами (айсбергами). Озерно-ледниковые отложения такого рода широко освещены в геологической литературе<sup>25</sup>. Характерными для приледниковых озер служат ленточные отложения, включая ленточные глины. Они описаны для многих не только крупных, но и ограниченных по размерам водоемов Ленинградской области, Прибалтики, Швеции и др.<sup>26</sup>. Эти глины обычно лишены органических остатков, так как формировались при минимальном продукционном потенциале озер из-за питания их ледниковыми водами, почти лишенными необходимых для существования биоты биогенных элементов. Для приледниковых озер были характерны не только большие размеры, глубины и низкая биологическая продуктивность, но и изменчивость седиментогенеза во времени и пространстве в связи с различной удаленностью отдельных участков от ледника, непостоянства направлений стока воды, высокой изменчивости границ из-за относительно быстрого перемещения края ледникового покрова и т.д.

После исчезновения приледниковых озер на их месте оставались: 1) обширные пространства, лишенные озер; 2) территории, насыщенные большим количеством котловин, занятых в настоящее время средними и малыми озерами; 3) различные по площади мелководные и глубоководные котловины, в которых образовались крупные и крупнейшие озера (Ильмень, Белое, Воже, Лача, Ладожское, Онежское, Псковско-Чудское, Выртсъярв и др.). Появлявшийся озерный фонд не оставался стабильным. Трофический уровень многих озер постоянно изменялся, а их количество сокращалось. Высокие темпы трансформации таких озер отмечаются в Белоруссии, Прибалтике, Карелии и т.д.

Современные озера (особенно глубокие и обширные), возникавшие на территориях, освобождавшихся от приледниковых водоемов, нередко обозначают как реликтовые. Но этот термин в данном случае не совсем удачен. Он не соответствует существу явления хотя бы потому, что водное питание современных озер происходит не за счет ледников (исчезнувших), а по обычной схеме круговорота воды: испарение – осадки – сток – испарение. В какой-то мере этот термин может прилагаться не к озеру в целом, а к котловинам, но и то лишь отчасти, так как генезис котловин связан не с приледниковыми водоемами, а с такими явлениями как тектоника, проседание грунтов, подпор мореной, эродирование котловин двигавшимися массами льда или водными потоками и т.п. Поэтому такие озера целесообразно обозначать иным термином, например, озера постледниковых территорий.

К четвертой группе водоемов ледниковых эпох относятся озера, возникшие на перигляциальных территориях вне непосредственной связи с

ледниковым покровом и водными потоками, образовывавшимися при его таянии. Общее, что их может связывать с озерами предыдущих трех типов – климатический фактор. В отличие от остальных групп, практически не имеющих параллелей среди существующих озер, для четвертой аналогами могут служить некоторые типы современных озер арктической зоны. Озера четвертой группы отличаются от предыдущих рядом характерных черт и нуждаются в специальном анализе за рамками настоящей статьи.

Приведенные характеристики следов ледяных озер основаны на данных, полученных в результате изучения позднекайнозойского оледенения. Остается актуальной задача их идентификации с аналогичными следами более древних ледниковий.

Рассмотренные выше внутри-, над- и приледниковые озера составляют достаточно хорошо очерченные группы водных объектов эпох покровных оледенений. Но в целом проблема типологии водоемов подобных геологических периодов требует дальнейшей углубленной разработки. В частности, заслуживают всестороннего анализа под принятым в статье углом зрения детали генезиса, состава и структуры следов ледниковых озер позднекайнозойских оледенений, знание которых необходимо для предметного понимания процессов лимногенеза, протекавших в течение более древних этапов истории развития земной коры.

## **Глобальная последовательность ледникового лимногенеза.**

В заключение кратко остановимся на следующей проблеме. В связи с тесной зависимостью появления специфических ледяных озер с покровными оледенениями, более того – обусловленностью первого явления вторым возникает вопрос о существовании глобальной периодичности ледникового лимногенеза. Постановка такого вопроса вполне обоснована, так как неоднократность возникновения покровных оледенений – твердо установленный факт. Начиная с верхнего архея (около 2,9 млрд лет назад) достаточно уверенно выделяется около 10 таких эпизодов длительных по времени и охватывавших ряд континентов<sup>27</sup>. Причем, если первые два оледенения, приуроченные к верхнему архею и низам нижнего протерозоя, отстоят от последующих примерно на 1,3–2,0 млрд лет, то последующие, начиная с раннего позднепермского (850–900 млн лет назад), повторяются (не принимая во внимание сомнительные следы ледников, обнаруживаемые в конце юры-начале мела) с периодичностью 140–160 млн лет. Так как каждому из оледенений соответствует свой этап лимногенеза, то указанная повторяемость оказывается характерной и для периодичности образования ледяных озер. Поэтому есть все основания считать, что связанные с покровными оледенениями на протяжении истории земной коры ледяные озера возникали не хаотично, а неоднократно в соответствии с определенными закономерностями, которым следовал процесс развития покровных оледенений. Вне этих рамок подобный тип озер не появлялся. Этот вывод

вполне естественен. Таким образом, этапы лимногенеза в эпохи покровных оледенений четко зафиксированы в геологической летописи и имеют определенные хронологические границы (с учетом их, обычно, приблизительного характера). Для других типов озер и форм лимногенеза подобные закономерности развития во времени пока не установлены.

<sup>1</sup> Кудерский Л.А. Развитие озерных геосистем от докембрия до современности // Проблемы биохронологии, палеонтологии и геологии; тезисы докладов XLVIII сессии Палеонтологического общества. – Санкт-Петербург: ВСЕГЕИ. – 2002. – С. 78–79; Румянцев В.А., Кудерский Л.А. Озера архея – белые страницы палеогеографии // Новые географические знания и направления исследований. – Киев, Институт географии НАН Украины – 2006. – С. 302–306.

<sup>2</sup> Изменения климата. – Ленинград, 1980; Клиге Р.К., Данилов И.Д., Конищев В.Н. История гидросферы. – Москва, 1998; Марков К.К. Развитие рельефа северо-западной части Ленинградской области // Труды Главного геологоразведочного управления ВСНХ СССР. – Москва, 1931.

<sup>3</sup> Богословский Б.Б. Озероведение. – Ленинград, 1960; Квасов Д.Д. Происхождение котловин современных озер и их классификация // Общие закономерности возникновения и развития озер. Методы изучения истории озер. – Ленинград, 1986. – С. 20–27; Hutchinson G.E. *A Treatise on Limnology. I. Geography, Physics, and Chemistry.* – New York, John Wiley Sons, Ltd., 1957; Wetzel R.G. *Limnology.* – Saunders College Publishing, 1983.

<sup>4</sup> Квасов Д.Д. Происхождение котловин современных озер и их классификация // Общие закономерности возникновения и развития озер. Методы изучения истории озер. – Ленинград, 1986. – С. 20–27.

<sup>5</sup> Богословский Б.Б. Озероведение. – Ленинград, 1960.

<sup>6</sup> Якушко О.Ф., Калечиц В.А. Генетические типы ледниковых озерных котловин Белорусского поозерья // Материалы к симпозиуму по истории озер Северо-Запада. – Ленинград: Лаборатория озероведения ЛГУ. – 1965. – С. 162–164.

<sup>7</sup> Асеев А.А. Генетическая классификация ледниковых озер равнин // История озер Северо-Запада. Материалы I симпозиума по истории озер Северо-Запада СССР. – Ленинград: ГО СССР. – 1967. – С. 249–257.

<sup>8</sup> Лесненко В.К. Эволюция озер Псковской области // История озер Северо-Запада. Материалы I симпозиума по истории озер Северо-Запада СССР. – Ленинград: ГО СССР, 1967. – С. 318–321.

<sup>9</sup> Биске Г.С., Лукашов А.Д. Генетическая классификация озерных котловин Карелии // История озер. Труды Всесоюзного симпозиума по основным проблемам пресноводных озер. – Вильнюс: АН Литовской ССР. – 1970. – Том 2. – С. 258–274.

<sup>10</sup> Лесненко В.К. Эволюция озер Псковской области // История озер Северо-Запада. Материалы I симпозиума по истории озер Северо-Запада СССР. – Ленинград: ГО СССР, 1967. – С. 318–321.

<sup>11</sup> Биске Г.С., Лукашов А.Д. Генетическая классификация озерных котловин Карелии // История озер. Труды Всесоюзного симпозиума по основным проблемам пресноводных озер. – Вильнюс: АН Литовской ССР, 1970. – Том 2. – С. 258–274.

<sup>12</sup> Басаликас А. Проблемы изучения позднеледниковых озерных водоемов // История озер. Труды Всесоюзного симпозиума по основным проблемам пресноводных озер. – Вильнюс: АН Литовской ССР, 1970. – Том 2. – С. 158–178.

<sup>13</sup> Даниланс И.Я. Четвертичные отложения Латвии. – Рига, 1973.

<sup>14</sup> Саватюгин Л.М., Веркулич С.Р., Масолов В.Н. и др. Подледниковое озеро Восток (Антарктида): основные результаты геофизических, гляциологических и микробиологических исследований последних лет // Арктика и Антарктика. – Москва: Наука, 2003. – Вып. 2(36). – С. 63–75.

<sup>15</sup> Рухина Е.В. Характеристика ледниково-озерных отложений, слагающих звонцы // Позднекайнозойская история озер в СССР. – Новосибирск: СО Наука, 1982. – С. 124–128.

<sup>16</sup> Яковлев С.А. Наносы и рельеф гор Ленинграда и его окрестностей. – Ленинград: Научно-мелиоративный институт. – 1926. – Ч. 1 и 2; Марков К.К. Развитие рельефа северо-западной части Ленинградской области // Труды Главного геологоразведочного управления

ВСНХ СССР. – Москва. – 1931. – Вып. 117; Апухтин Н.И. Геоморфологический очерк центральной части Западной Карелии // Известия Карело-финского филиала АН СССР. – 1953. – № 4. – С. 57–84; Биске Г.С. Четвертичные отложения и геоморфология Карелии. – Петрозаводск, 1959; Даниланс И.Я. Четвертичные отложения Латвии. – Рига, 1973 и др.

<sup>17</sup> Бондарик Г.К., Горальчук М.И., Иерусалимская Е.Н. Пространственная изменчивость ледниковых отложений. – Москва, 1985.

<sup>18</sup> Марков К.К. Развитие рельефа северо-западной части Ленинградской области // Труды Главного геологоразведочного управления ВСНХ СССР. – Москва, 1931. – Вып. 117; Апухтин Н.И. Геоморфологический очерк центральной части Западной Карелии // Известия Карело-финского филиала АН СССР. – 1953. – № 4. – С. 57–84; Малаховский Д.Б., Вигдорчик М.Е. Некоторые формы ледникового аккумулятивного рельефа на северо-западе Русской равнины // Труды комиссии по изучению четвертичного периода. – 1963. – Т. 21. – С. 47–54; Рухина Е.В. Литология озерноледниковых отложений, слагающих звонцы // История озер. Труды Всесоюзного симпозиума по основным проблемам пресноводных озер. – Вильнюс: АН Литовской ССР, 1970. – Т. 2. – С. 536–543; Рухина Е.В. Характеристика ледниково-озерных отложений, слагающих звонцы // Позднекайнозойская история озер в СССР. – Новосибирск: СО Наука, 1982. – С. 124–128.

<sup>19</sup> Апухтин Н.И. Геоморфологический очерк центральной части Западной Карелии // Известия Карело-финского филиала АН СССР. – 1953. – № 4. – С. 57–84.

<sup>20</sup> Рухина Е.В. Литология озерноледниковых отложений, слагающих звонцы // История озер. Труды Всесоюзного симпозиума по основным проблемам пресноводных озер. – Вильнюс: АН Литовской ССР, 1970. – Том 2. – С. 536–543.

<sup>21</sup> Квасов Д.Д. Позднечетвертичная история крупных озер и внутренних морей Восточной Европы. – Ленинград, 1975.

<sup>22</sup> История озер Северо-Запада. Материалы I симпозиума по истории озер Северо-Запада СССР. – Ленинград, 1967; Четвертичный период в США. – Москва, 1968. – Т. 1; Квасов Д.Д. Позднечетвертичная история крупных озер и внутренних морей Восточной Европы. – Ленинград, 1975; Палеогеография Европы за последние 100 тыс. лет. Атлас-монография. – Москва, 1982; Природные условия США в позднечетвертичное время. Поздний плейстоцен. – Ленинград, 1986; Гросвальд М.Г., Котляков В.М. Великая приледниковая система стока Северной Евразии и ее значение для межрегиональных корреляций // Четвертичный период, палеогеография и литология. – Кишинев, 1989. – С. 5–13; Гросвальд М.Г. Евразийские гидросферные катастрофы и оледенение Арктики. Опыт геоморфологического анализа палеогидрологических систем материка. – Москва, 1999; Mangerud J., Astakhov V.I., Murray A., Svendsen J.I. The chronology of a large-dammed lake and the Barents-Kara Ice Sheet advances, Northern Russia // Global and Planetary Change. – 2001. – V. 31, N 1–4. – P. 321–336; Siegert M.J. Ice Sheets and Late Quaternary Environmental Change. – Chichester, John Wiley Sons, Ltd., 2001.

<sup>23</sup> Гросвальд М.Г. Евразийские гидросферные катастрофы и оледенение Арктики. Опыт геоморфологического анализа палеогидрологических систем материка. – Москва, 1999.

<sup>24</sup> Палеогеография Европы за последние 100 тыс. лет. Атлас-монография. – Москва, 1982.

<sup>25</sup> История озер Северо-Запада. Материалы I симпозиума по истории озер Северо-Запада СССР. – Ленинград, 1967; История плейстоценовых озер Восточно-Европейской равнины. – Санкт-Петербург, 1998 и др.

<sup>26</sup> DeGeer G. Geochronologia Suecica Principes. – Stockholm. – Kungl. Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar. – 1940. – Tredje Serien. B. 18, N 6. – 367 p. + Atlas; Марков К.К. Развитие рельефа северо-западной части Ленинградской области // Труды Главного геологоразведочного управления ВСНХ СССР. – М., 1931. – Вып. 117; Биске Г.С. Четвертичные отложения и геоморфология Карелии. – Петрозаводск, 1959; Семенович Н.И. Донные отложения Ладожского озера. – Москва-Ленинград, 1966; Даниланс И.Я. Четвертичные отложения Латвии. – Рига, 1973; Курочкина А.А. Литология и хемотратиграфия донных отложений Онежского озера // Палеолитология Онежского озера по колонкам донных отложений. – Ленинград: ЛО Наука. – 1976. – С. 74–129; Раукас А.В., Ряхни Э.Э. Донные отложения и геологическое развитие Псковско-Чудского озера // Позднекайнозойская история озер в СССР. – Новосибирск: СО Наука. – 1982. – С. 117–123.

<sup>27</sup> Ясаманов Н.А. Древние климаты Земли. – Ленинград, 1985; Чумаков Н.М. Ледниковый и безледниковый климат в докембрии // Климат в эпохи крупных биосферных перестроек. – М.: Наука, 2004. – С. 259–270.