

РЕКОНСТРУКЦИЯ ПРИЛЕДНИКОВЫХ ОЗЕР ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ПЕРИФЕРИИ СКАНДИНАВСКОГО ЛЕДНИКОВОГО ЩИТА В НЕОПЛЕЙСТОЦЕНЕ И ГОЛОЦЕНЕ*

Актуальность исследований палеорельефа и палеобассейнов в зоне дегляциации юго-востока Скандинавского ледника предопределена их недостаточной изученностью. Ландшафты рассматриваемого региона отличаются большим разнообразием палеоформ, образующих своеобразные геоморфологические и гидрологические комплексы, анализ которых позволяет уточнить особенности развития этой ключевой территории. Работа обобщает существующие представления о максимальных уровнях древних приледниковых озер, существовавших в краевой зоне распространения покровных оледенений. На основе анализа публикаций, геологических и топографических карт, полевых материалов, используя цифровую модель современного рельефа, способом заливки до предполагаемого максимального уровня были смоделированы конфигурации палеозер района исследования. Анализ положения уровней палеозер региона с помощью ГИС-материалов позволяет раскрыть некоторые аспекты геопространственных и морфометрических особенностей палеоландшафтов Севера Европы.

Ключевые слова:

Белое озеро, ГИС, голоцен, неоплейстоцен, Онежское озеро, палеозера, река Сухона.

Анисимов Н.В., Субетто Д.А., Максимова Н.К. Реконструкция приледниковых озер юго-восточной периферии скандинавского ледникового щита в неоплейстоцене и голоцене // Общество. Среда. Развитие. – 2016, № 4. – С. 165–169.

© Анисимов Николай Викторович – аспирант, Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург; e-mail: nvanisimov1@gmail.com

© Субетто Дмитрий Александрович – доктор географических наук, профессор, директор, Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН, Петрозаводск; e-mail: subetto@mail.ru

© Максимова Надежда Камельевна – кандидат географических наук, профессор, Вологодский государственный университет, Вологда; e-mail: maksutova@mail.ru

Изучение процессов деградации ледников, динамики палеозер и изменения рельефа дают понимание не только региональных, но и общих закономерностей процесса дегляциации. История образования, динамика, морфометрические характеристики, постепенный спуск и прорыв приледниковых водоемов важны для реконструкции ландшафтов и выявления особенностей заселения и освоения человеком Северо-Запада России.

Структура Скандинавского потока при реконструкции его деградации делится авторами обычно на 4 сектора: юго-западный (Приатлантический), южный (Балтийский), юго-восточный (континентальный)

и северо-восточный (Баренцевоморский). Приморские секторы (Приатлантический, Балтийский и Баренцевоморский) изучены более детально, чем континентальный, и в пространственном, и во временном аспекте. Менее изученная территория юго-восточной континентальной периферии Скандинавского потока в последнее десятилетие привлекает к себе внимание исследователей, занимающихся вопросами дегляциации, динамики палеозер и палеоландшафтов Русской равнины.

В результате исследований палеорельефа и палеозер Северо-Запада России накоплен опыт применения различных методов палеогеографических исследований

* Работа выполнена при поддержке гранта № РФФИ 16-05-00727 «Внезапные кардинальные перестройки гидрографической сети и ландшафтов в голоцене на юго-востоке Балтийского щита (палеогидрологический и геодинамический аспекты)».

и собран фактический материал, которые требуют обобщения, систематизации и визуализации.

Материалы и методы

Цель работы: реконструкция приледниковых озер на основе литостратиграфического и геоморфологического анализа с помощью ГИС-технологий. ГИС-моделирование приледниковых водоемов осуществлялось в программном пакете ArcGIS Desktop 10. В данной работе ГИС-технологии использованы также и как средство систематизации разновременных картографических и литературных данных для их синтеза, унификации, преобразования в единый формат.

Фактическим материалом для моделирования очертаний палеозер послужили публикации по лимнологии-гляциологии и геоморфологическим реконструкциям палеорельефа и палеозер Севера Русской равнины, авторские полевые и фондовые ГИС-материалы. Основу электронной модели палеореконокструкций составили карта четвертичных отложений м-ба 1:2500000 [4, карта], карта рельефа (гипсометрическая), полученная полуавтоматической векторизацией топографической карты масштаба 1:100000.

В палеогеографической модели отражены границы распространения приледниковых водоёмов относительно современного рельефа. Уровни приледниковых водоёмов определялись полевыми методами по береговым формам и отложениям (береговым валам; абразионным уступам; озёрно-ледниковым отложениям, скоплениям валунов), а также по опубликованным данным и фондовым материалам.

Временной период реконструкции включает поздний неоплейстоцен (в т.ч. ранний дриас, аллерёдское потепление, поздний дриас) и начало голоцена (пребореальный период и бореал). Именно в течение этого интервала особенно быстро сокращался юго-восточный и северо-восточный фланг Скандинавского ледникового покрова, окончательное разрушение которого завершилось 9000 кал. л.н. [9; С. 210–212].

Результаты и выводы

По предварительным результатам обобщения публикаций, а также на основе анализа карт (четвертичных отложений, геоморфологической, топографической) выявлены очертания и максимальные уровни приледниковых озер на юго-восточной периферии Скандинавского ледникового щита, уровни и контуры их бе-

реговой линии (рис.1, 2). Реконструкция границ плейстоценовых озер выполнена для пяти лопастей Скандинавского ледникового покрова: Молого-Шекснинской, Белозерско-Кубенской, Воже-Лачско-Кубенской, Важской и Северодвинской. В краевой зоне рассматриваемых лопастей выявлено 9 крупных палеоводоемов с площадью более 1 тыс. кв. км, которые по своему положению в пределах последнего оледенения могут быть отнесены к приледниковым (перигляциальным), внутрiledниковым (интрагляциальным) и послеледниковым озерам. Множество более мелких палеоводоемов, существование которых также связано с дегляциацией ледников в неоплейстоцене и голоцене, в данной работе не рассматривается.

Границы максимальных уровней и террас палеоводоемов по геоморфологии и четвертичным отложениям. На юго-восточной периферии Скандинавского ледникового щита в результате систематизации опубликованных данных выявлена самая сложная система ледниковых лопастей и быстрая ареальная дегляциация с отчленением от края активного ледника больших участков неподвижного льда. Скорость дегляциации здесь была меньше, чем в Атлантическом секторе и составила от 110–100 метров/год на западе до 60 метров/год на востоке [9, с. 211; 10, с. 12; 11, с. 424]. При деградации основного ледника и разнообразных глыб мертвого льда возникали многочисленные при- и послеледниковые озера. По анализу донных отложений (14С) установлено, что большинство рассматриваемых озер возникли в позднеледниковье во временном интервале 20000–9000 л.н. [3, с. 117–118; 6, с. 178–179; 7, с. 65; 10, с. 16–20].

Рассматриваемая территория является одной из наиболее спорных в отношении понимания поздненеоплейстоценовой истории развития и положения границы максимального распространения валдайского оледенения. Особенно это касается юга Вологодской области в пределах листов О-37 и Р-38, которую одни исследователи относят к максимальному ранневалдайскому (калининско-подпорожскому), другие – к максимальному поздневалдайскому (осташковскому) оледенению [7, с. 62] и даже к московскому оледенению [11, с. 413]. В настоящее время большинство авторов считают, что на этой территории в позднем неоплейстоцене максимальное развитие получило поздневалдайское (осташковское) оледенение (2 МИС), которое соответствует самое значительное в

квартере похолодание и наибольшее развитие криогенной зоны [2, с. 36, карта 15]. Эти представления отражены и на Карте четвертичных образований масштаба 1:2500000 [4, карта]. Работами российской группы на территории Вологодской области доказано, что Скандинавский ледник только один раз в течение позднего плейстоцена доходил до юго-западной границы Вологодской области и оз. Кубенского. Он достигал своего максимума около 18 тыс. лет (календарных) назад и время его в пути от центра оледенения до максимальной границы оценивается в 7 тыс. лет, что подтверждено большим количеством датировок радиоуглеродных и ОСЛ [3, с. 117–118; 5, с. 29–44; 6, с. 178, 182; 10, с. 10].

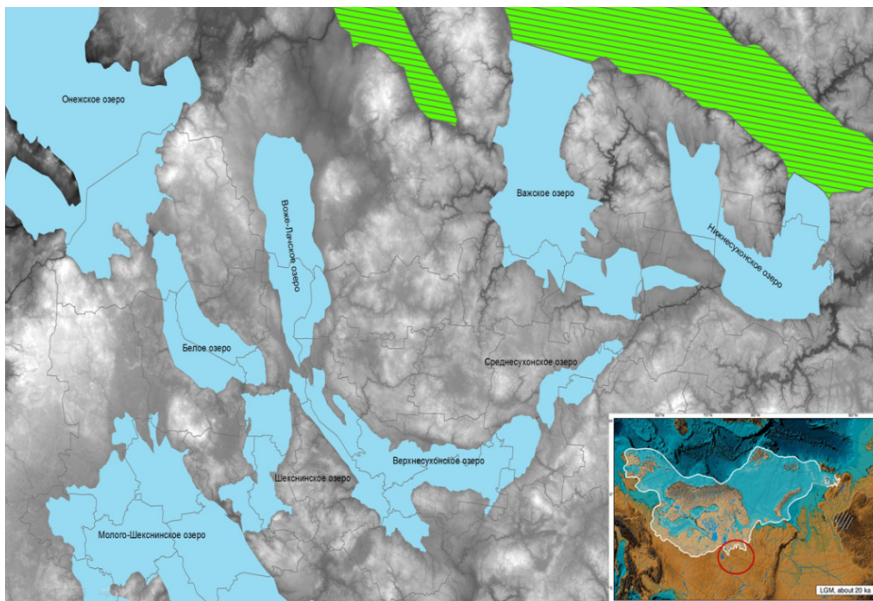
Отложения позднеплейстоценовых водоемов представлены озерно-леднико-

выми, гляциофлювиальными, ледниково-озерными, озерно-болотными, озерными и озерно-аллювиальными отложениями [4, карта, условные обозначения к карте]. На карте четвертичных отложений [4, карта] отложения палеоводоемов ошашковского (валдайского) ледникового комплекса занимают обширный ареал от Вепсовской возвышенности – Рыбинского вдрх и Онежского озера к озерам Белому, Лача, Воже, Кубенскому, долинам реки Сухоны, Ваги, Северной Двины и слагают рельеф значительной части рассматриваемой территории. Кроме этого, в последнее время уточнено, что в долине Сев. Двины ледниково-озерные осадки приледникового бассейна большой лопастью заходили далеко на юго-восток не только до Вычегды (до г. Котласа), но и до устья реки Сухоны (гамская терраса) [6, с. 178].

Таблица 1

Максимальная площадь палеозер, рассчитанная по современному уровню верхней палеотеррасы

Название палеоводоёма	Площадь, км ²	Название палеоводоёма	Площадь, км ²	Название палеоводоёма	Площадь, км ²
Белозерское	4586,17	Воже-Лаченское	6002,70	Онежское	25339,28
Важское	11938,08	Молого-Шекснинское	23282,84	Среднесухонское	1621,59
Верхнесухонское	8937,65	Нижнесухонское	8508,71	Шекснинское	3500,70



Условные обозначения:



	Максимальные уровни внутриконтинентальных палеоводоемов
	Уровни морских бореальных трансгрессий

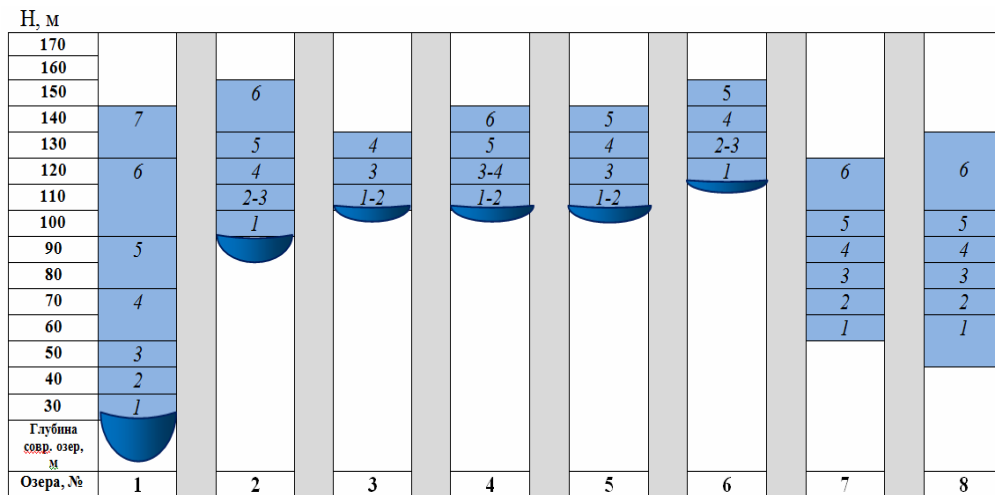
Рис. 1. Реконструкция максимального уровня палеоводоемов при деградации юго-восточной периферии Скандинавского щита в позднем плейстоцене – голоцене (справа внизу – реконструкция оледенения и приледниковых озер последнего ледникового максимума [12, с. 1316].

Границы максимальных уровней и террас палеоводоемов по ЦМР. В пределах центральной части исследуемого региона в позднем плейстоцене и раннем голоцене существовали 9 крупных приледниковых озер – Молого-Шекснинское; Шекснинское (Среднешекснинское), Белозерское; Онежское (включая выявленные на разных стадиях Южноонежское, Водлозерское и Вытегорское); Воже-Лаченское; Верхнесухонское (Кубенско-Сухонское), Среднесухонское, Нижнесухонское, Важкое. Южнее располагались Среднемоложское и Костромское, севернее – Водлинское, Среднеонегорское и Котласское приледниковые озера. Самыми крупными по площади были 4 приледниковые озера: Онежское, Молого-Шекснинское, Важкое, Верхнесухонское (табл. 1, рис. 1).

Распределение террас палеозер по высотным интервалам представлено на рис. 2. *Онежское при- и послеледниковое озеро.* Абразивно-аккумулятивные озерно-ледниковые террасы окаймляют широкой полосой Онежское озеро и фиксируются на абс. высотах 34–38 м, 40–45 м, 50–60 м, 65–75 м, 80–90 м, 100–120 м, 130–140 м [1, с. 367–369; 3, с. 150; 5, с. 127; 8, с. 281–283]. По реконструкции Д.Д. Квасова [5, с. 127] после лужской стадии Онежское приледниковое озеро достигало уровня 120 м, который определял порог стока в

систему Верхней Волги на месте современной Вытегорской равнины. Для *Белозерского при- и послеледникового озера* характерны озерно-ледниковые террасы с абс. отметками 113–114 м, 118–119 м, 120–122 м, 125–130 м [5, с. 69]. *Молого-Шекснинское послеледниковое озеро* имело уровни террас поздне- и послеледниковых водоемов на абс. высоте: 103–107 м, 110–114 м, 115–118 м, 120–127 м, 130–138 м, 140–152 м [5, с. 67–68; 7, с. 15–16]. При реконструкции *Шекснинского послеледникового озера* выявлены слабо террасированные аккумулятивно-абразионные озерные и озерно-ледниковые равнины с абс. высотами 115–116 м, 118–120 м, 123–125 м, 132–140 м [5, с. 67–68]. *Воже-Лаченское при- и послеледниковое озеро* сформировало четыре террасы на высоте от 107 до 150 м [5, с. 85]. Для *Верхнесухонского при- и послеледникового озера* выделены также четыре террасы с абс. высотами 107–112 м, 113–118 м, 122–125 м, 130–135 м [3, с. 75–76; 5, с. 70]. *Нижнесухонское при- и послеледниковое озеро* имеет сходные уровни террас с *Важским озером* [6, с. 178–179]. Выделяется шесть террас на абс. высотах 65–66 м, 69–70 м, 72–74 м, 80–89 м (гамская терраса), 100–110 м, 110–130 м (озагская терраса) [6, с. 178–179].

Местоположение древних террас палеозер на рассматриваемой территории различаются по высотным интервалам



Условные обозначения:

- современный уровень озерно-ледниковых террас палеоводоемов
- уровень современных озер

1–7 – номера озерно-ледниковых террас; Н, м – абсолютная высота озерно-ледниковых террас в м. Палеозера: 1–8 – № (современный урез воды, м): 1 – Онежское (33), 2 – Молого-Шекснинское (101), 3 – Шекснинское (113), 4 – Белозерское (113), 5 – Верхнесухонское (110), 6 – Воже-Лаченское (120), 117), 7 – Нижнесухонское (озера нет), 8 – Важское (озера нет)

Рис. 2. Распределение террас палеоводоемов по гипсометрическим уровням.

(рис. 2). Наиболее выражены в современном рельефе региона уровни террас палеоводоемов на высоте 110–130 м. Самый высокий уровень террас зафиксирован у Молого-Шекснинского (150 м), Воже-Лаченского (150) и Белозерского (145 м) озер. Самый низкий уровень палеотеррас (ниже 70 м) и самое большое количество палеотеррас (6–7) у Онежского, Важского и Нижнесухонского озер.

На формирование морфометрических и морфологических показателей палеозер влияли морфолитологические, морфолитодинамические, климатические, гляциологические факторы. На протяжении позднего плейстоцена и в начале голоцена палеозера увеличивались и/или уменьшались в размерах, изменяли объем и форму. Изменения очертаний палеозер проходили постепенно (Белозерское) и/или катастрофически быстро (Молого-Шекснинское, Верхнесухонское, Важское). Палеозера активно изменялись в результате экзогенных процессов: карста и суффозии, таяния и протавления льда на дне котловин. Из восьми рассматриваемых

крупных приледниковых озер два исчезли полностью (Нижнесухонское, Важское), четыре сохранились в виде реликтовых озер (Воже, Белое, Кубенское, Онежское). Интересная история у Молого-Шекснинского и Шекснинского палеозер, которые исчезли в позднем голоцене, но в XX веке после реконструкции Волго-Балтийского водного пути были восстановлены в виде Шекснинского и Рыбинского вдхр. (уровень был поднят на 18 м).

Таким образом, на основе методов литостратиграфического, геоморфологического анализа и методики геоинформационного картирования проведена реконструкция очертаний максимальных уровней палеозер в течение неоплейстоцена – раннего голоцена. В дальнейшем планируется уточнить площадь, объемы воды, средние глубины палеоводоемов, а также провести реконструкцию местоположения и уровней порогов стока, объема и направления стока талых ледниковых вод на разные временные интервалы с учетом неотектонических движений и миграции водоразделов.

Список литературы:

- [1] Анисимов Н.В., Субетто Д.А., Потахин М.С. Реконструкция истории Онежского палеозера в позднем плейстоцене // Вузовская наука – региону. Материалы XIV Всероссийской научной конференции. – Вологда: Вологодский государственный университет, 2016. – С. 367–369.
- [2] Величко А.А., Фаустова М.А. Развитие оледенений в позднем плейстоцене // Палеоклиматы и палеоландшафты внетропического пространства Северного полушария. Поздний плейстоцен – голоцен. Атлас-монография / Под ред. А.А. Величко. – М.: ГЕОС, 2009. – С. 32–42. – (карта 15).
- [3] История плейстоценовых озер Восточно-Европейской равнины. – СПб.: Наука, 1998. – 397 с.
- [4] Карта четвертичных образований территории Российской Федерации. Масштаб 1:2500000. – СПб. ВСЕГЕИ, 2014. – Интернет-ресурс. Режим доступа: <http://www.vsegei.ru/ru/info/quaternary-2500/>; Web-макет ArcGis API for JavaScript. – Интернет-ресурс. Режим доступа: <http://gissrv103.vsegei.ru/portal/apps/webappviewer/index.html?id=d7898407d00141c595a136288b1f90dc>
- [5] Квасов Д.Д. Позднечетвертичная история крупных озёр и внутренних морей Восточной Европы. – Л.: Наука, 1975. – 278 с.
- [6] Лавров А.С., Потапенко Л.М. Неоплейстоцен Северо-востока Русской равнины. – М.: Аэрогеология, 2005. – 221 с.
- [7] Проблемы стратиграфии четвертичных отложений и краевые ледниковые образования Вологодского региона (Северо-запад России). Материалы Международного симпозиума. – М.: ГЕОС, 2000. – 99 с.
- [8] Субетто Д.А. Донные отложения озер: палеолимнологические реконструкции. – СПб. Издательство РГПУ им. А.И.Герцена, 2009. – 348 с.
- [9] Фаустова М.А., Карпухина Н.В. Изменение структуры позднплейстоценового Скандинавского ледникового покрова в период его деградации // Материалы Всероссийской конференции «Марковские чтения 2015 года» – Актуальные проблемы палеогеографии и стратиграфии плейстоцена. – М. МГУ, 2015. – С. 210–212.
- [10] Hughes A.L.C., Gyllencreutz R., Lohne I.S., Mangerud J., Svendsen J.I. The last Eurasian ice sheets – a chronological database and time-slice reconstruction // DATED-1. Boreas, 2016 (January), Vol. 45. – P. 1–45.
- [11] Lunkka J., Saarnisto M., Gey V., Demidov I., Kiseleva V. Extent and age of the Last Glacial Maximum in the southeastern sector of the Scandinavian Ice Sheet // Global and Planetary Change. – 2001, № 31. P. 407–425.
- [12] Mangerud J., Jakobsson M., Alexanderson H., Astakhov V., Clarke G., Henriksen M., Hjort C., Krinner G., Lunkka J., Moller P., Murray A., Nikolskaya O., Saarnisto J., Svendsen J. Ice-dammed lakes and rerouting of the drainage of northern Eurasia during the Last Glaciation // Quaternary Science Reviews. – 2004, № 23. – P. 1313–1332.