

## РЕКОНСТРУКЦИЯ ПАЛЕОБАССЕЙНОВ КРУПНЫХ ОЗЕРНЫХ СИСТЕМ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ПЕРИФЕРИИ СКАНДИНАВСКОГО ЛЕДНИКОВОГО ЩИТА В ПОЗДНЕМ ПЛЕЙСТОЦЕНЕ

<sup>1,2</sup>Анисимов Н.В., <sup>1,3</sup>Минина М.В.

<sup>1</sup>РГПУ имени А.И. Герцена, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>Вологодский государственный университет, Вологда, Россия

<sup>3</sup>ФГБУ «ВНИИОкеангеология», Санкт-Петербург, Россия

Работа основана на ГИС-технологиях и включает систематизацию пространственно-временных данных и трансформационные исследования палеогеографической обстановки бассейнов Ладожского и Онежского озер; реконструкцию изменений границ крупных перигляциальных водоемов в результате дегляциации, гляциоизостатических и неотектонических движений и изменений направления речных стоковых систем.

Ключевые слова: *Ладожское озеро, Онежское озеро, Кубенское озеро, Балтийское море, палеогидрология, Карельский перешеек, пролив Хейниоки, река Нева, голоцен, моделирование*

Реконструкция развития послеледниковых озерных систем и рельефа в позднем плейстоцене и голоцене для перигляциальных территорий – актуальная проблема современной палеогеографии, изучение которой необходимо для прогнозирования развития территорий в будущем. Фундаментальный научный вопрос, на решение которого направлена работа – исследование развития и реконструкция динамики уровней и конфигурации системы Ладожского и Онежского озер, что дает понимание региональных и общих закономерностей эволюции ландшафтов Северной Европы.

Работа включает систематизацию пространственно-временных данных и изучение динамики преобразования палеогеографической обстановки юго-восточной периферии Скандинавского ледникового щита в пределах бассейна Ладожского и Онежского озер на основе гис-технологии; реконструкцию изменения границ крупных приледниковых водоемов в результате дегляциации, гляциоизостатических и неотектонических движений и, как следствие, изменения направления стока речных систем.

ГИС-моделирование проводилось с использованием программного обеспечения ArcGIS на основе оригинальной цифровой модели рельефа дна озера и его водосбора. На основе открытых источников создана цифровая модель рельефа (ЦМР) территории исследования и выполнены построения палеоуровней акватории водоемов в различные исторические периоды с учетом изостатических движений и образования торфяников [Александровский, 2009; Анисимов, 2009; Герасимов, 2009; Минина, 2017; Субетто, 2002, 2020]. Реконструкции были основаны на идеях модели дегляциации, предложенной А. Хьюзом, и данных М. Экмана об изостатическом поднятии Ладожской впадины в голоцене [Ekman, 1996]. Реконструкции для всех периодов были унифицированы, имели пространственное разрешение 90 м и строгую географическую привязку. Основной упор сделан на ключевые периоды в истории развития территории, связанные с изменением направления водотоков: сток из Онеги в Ладогу по р. Оять, из Онеги в Ладогу по р. Свирь, из Ладоги в Балтику по р. Вуокса и образование р. Невы [Saarnisto, 2001, 2008].

В результате реконструкции были выделены 3 основных этапа развития Ладожско-Онежской озерной системы: дегляциация, осушение и современное состояние.

В районе Карельского перешейка происходили значительные перестройки стока после отступления валдайского ледника. Коренные породы здесь – мощный фактор воздействия на рисунок речной сети и реки часто приспособляются к геологическим структурам. Большое влияние на работу рек могла оказать гляциоизостазия, например,

повышая уклоны рек, или изменяя уклоны до такой степени, что они могли иметь теперь нулевой или даже обратный уклон [Маккавеев, 1955].

Основным фактором первого этапа (Рис. 1) является контакт границ озера с ледником и его быстрое отступление, что оказало влияние на формирование Онежского озера (16 000 л.н.) и Ладожского озера (12 000 л.н.).

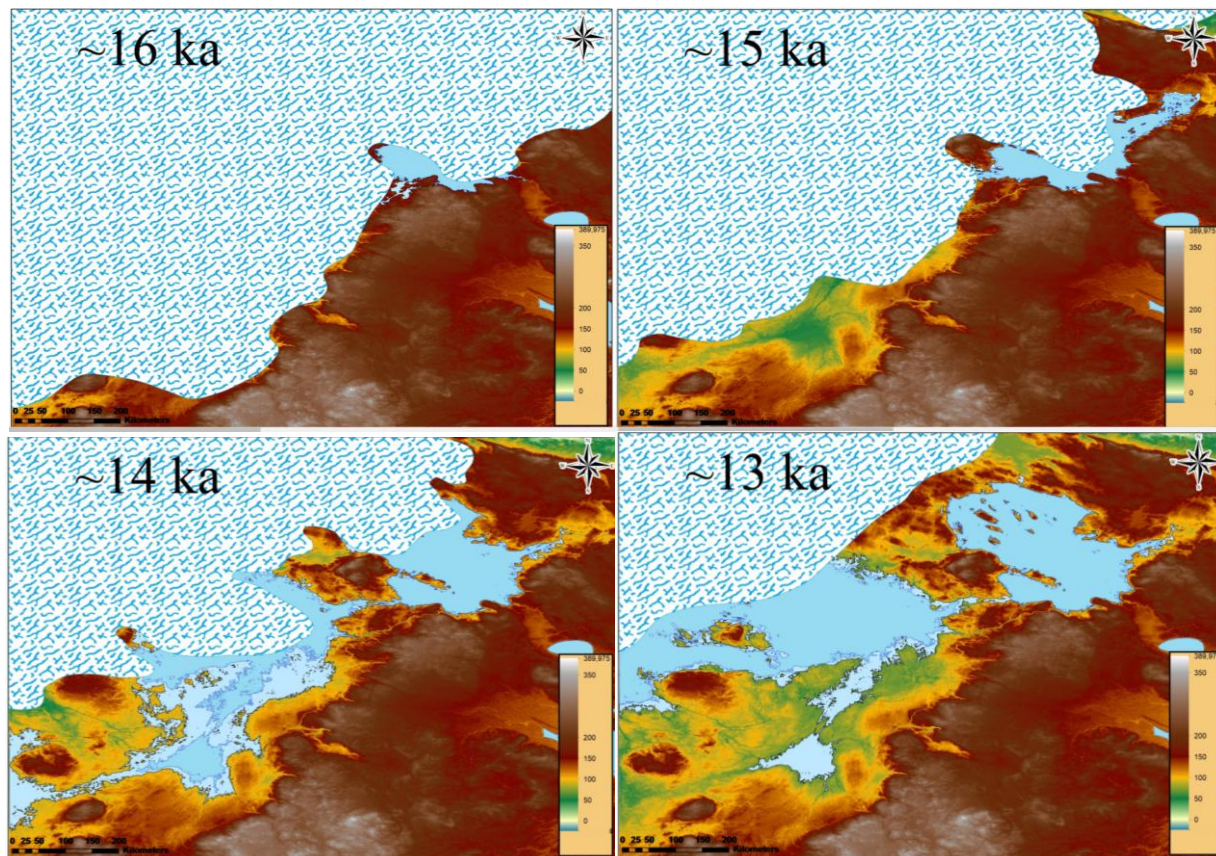


Рис. 1. Дегляциация озер (1 этап).

Первоначально Онежское озеро было связано с Каспийским бассейном. Позже произошло образование южного берега Онежского озера (15 000 л.н.). В то время речной сток осуществлялся через реку Онегу или реку Оять. Далее - прорыв Онежского озера через реку Свирь в Ладожское озеро (14 000 л.н.).

Фактором, объединяющим второй этап (Рис.2), является снижение уровня озера. Пребореальный и бореальный уровень Ладожского озера поднялся до 18-25 м и долгое время существовал пролив в северной части Карельского перешейка, соединяющий Ладожское озеро и Балтийское море. Это было следствием Анциловой трансгрессии, которая проникла в Ладогу через Хейниокский пролив. В Атлантический период уровень Ладожского озера опустился ниже нынешнего уровня. Обособились многие озера Карелии, в устьях рек образовались торфяники, возрастом 7870, 7970 в районе Питкеранты и Ояти, 7110 по реке Вьюн, 6900 по реке Олонке [Севастьянов, 2001]. Сток из Ладоги тогда направлялся через систему проток озерно-речной системы Вуоксы в Выборгский залив, а порог стока был в районе поселка Вещево. Эта Пра-Вуокса текла на запад в Финский залив, где находится современный Выборг.

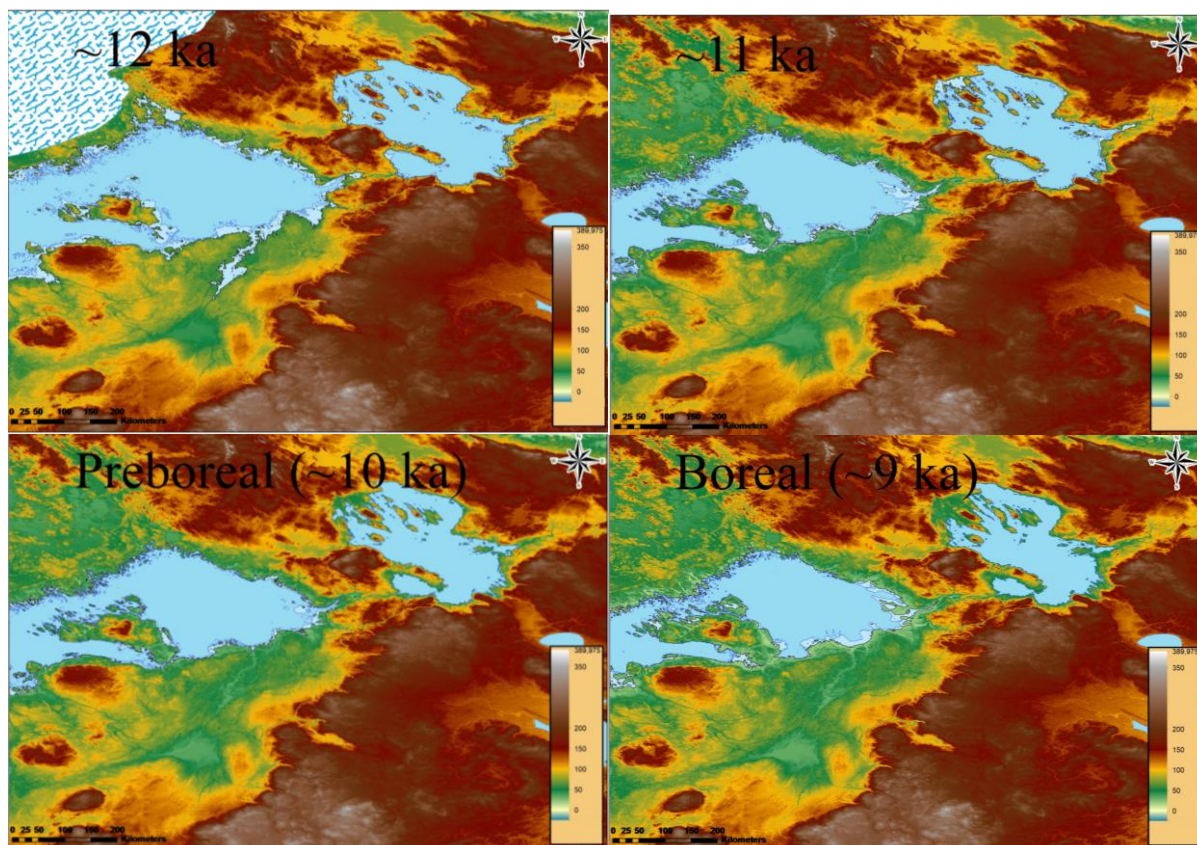


Рис. 2. Снижение уровня озера (2 этап).

Этап 3 (Рис.3) показывает последние изменения уровня озер, формирования Невы и направления стока, которые приводят к современному состоянию.

В период Суббореала и Субатлантика происходила трансгрессия Ладоги из-за изостатического поднятия ее северного берега, что привело к прекращению стока вод из Сайменской системы озер в Финляндии.

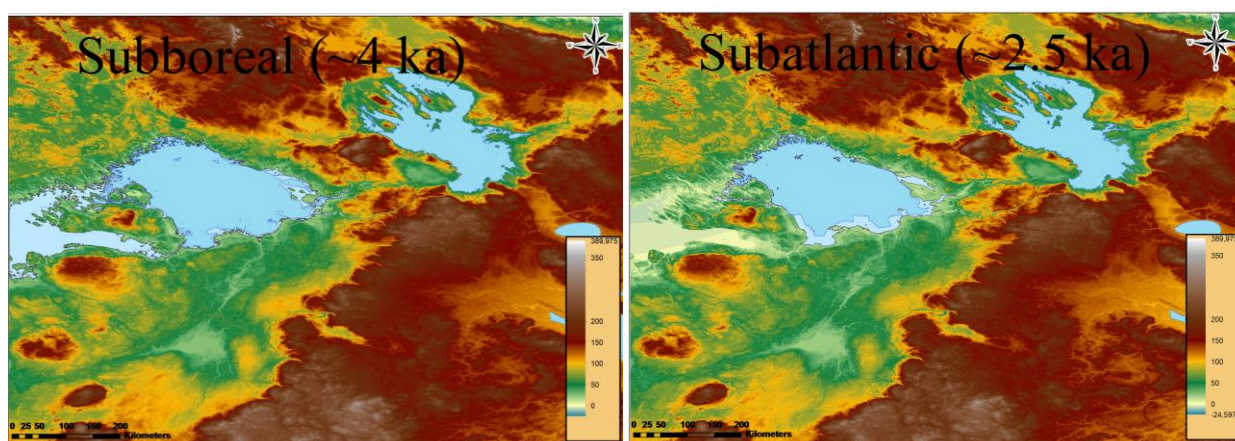


Рис. 3. Образование р. Невы (3 этап).

Сток вод из Сайменской системы озер пошел по старому пути Хейниокского пролива к Приозерскому заливу, т.к. объем вод в русле был чрезмерным - часть стока пошла в Балтику. Северная часть Ладоги находилась в области более быстрого поднятия земной коры, чем южная часть, и в результате превратилось в обособленное озеро и начало переполняться. Наполнение озера продолжалось до тех пор, пока его воды не затопили всю долину реки Мги и не подошли к узкому перешейку, разделявшему реку Мгу и Тосну. Воды озера, поднявшись выше водораздела, прорвались из Ладоги в сторону

морья, образовав реку Неву. При этом уровень Ладоги упал на 10 м. [Субетто, 2020]. Постепенно прекратилась связь Ладоги и Финского залива через Хейниокский пролив, который стал водоразделом в районе поселка Вещево.

**Выводы.** Представленные ГИС-реконструкции развития Онежского и Ладожского озер в голоцене и позднем плейстоцене. В ходе развития озерных систем были выделены основные этапы, свидетельствующие либо об изменении направления течения, либо о резком изменении уровня воды в водохранилищах. Следующим шагом в этом исследовании будет расчет основных морфометрических характеристик озер - объема и средней глубины для каждого из рассматриваемых исторических периодов. Результаты работы будут использованы при реконструкции палеоландшафтов и моделировании развития природных процессов в Северной Европе.

*Работа выполнена в рамках государственного задания при финансовой поддержке Минпросвещения России (проект № FSN-2020-0016).*

#### ЛИТЕРАТУРА:

*Александровский А.Л., Арсланов Х.А., Давыдова Н.Н. и др.* Новые данные относительно трансгрессии Ладожского озера, образования реки Невы и земледельческого освоения Северо-запада России // Доклады РАН. 2009. Т. 424. №5. С. 682–687.

*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 // Общество. Окружающая среда. Разработка. 2016. № 4. С. 165-169.

*Герасимов Д.В., Субетто Д.А.* История Ладожского озера в свете археологических данных // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. 2009. №106. С. 37–49.

*Маккаев Н.И.* Оледенения и речные долины // Эрозия почв и русловые процессы. Вып. 12. М.: Изд. МГУ. 2000. С. 260 -263.

*Минина М.В., Субетто Д.А., Кошелева Е.А.* Палеогеографическая база данных «PALEOLADOGA». Свидетельство о государственной регистрации базы данных №20176206208, 08.06.2017.

*Севастьянов Д.Р., Субетто Д.А., Сикацкая Е.Д., Степочкина О.Е.* Особенности эволюции озерно-речной сети в бассейне Ладожского озера в голоцене // Вестник СПбГУ. Сер. 7. 2001. Вып. 1. С. 88-100.

*Субетто Д.А., Кузнецов Д.Д., Минина М.В., Дружинина О.А.* Палеосток из Ладожского озера в Балтийское море в голоцене // Гидросфера. Опасные процессы и явления. 2020. Т. 2. № 2. С. 148-157.

*Субетто Д.А., Севастьянов Д.В., Савельева Л.А., Арсланов Х.А.* Донные отложения озер Ленинградской области как летопись балтийских трансгрессий и регрессий // Вестник СПбГУ. Сер. 7. 2002. № 4. С. 75-85.

*Ekman M.* A consistent map of the postglacial uplift of Fennoscandia // Terra Nova. 1996. Vol. 8. Is. 2. P. 158-165. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3121.1996.tb00739.x>

*Saarnisto M., Saarinen T.* Deglaciation chronology of the Scandinavian Ice Sheet from the lake Onega basin to the Salpausselkyä End Moraine // Global and Planetary Changes. 2001. Vol. 31. Is. 1. P. 387–405. [https://doi.org/10.1016/S0921-8181\(01\)00131-X](https://doi.org/10.1016/S0921-8181(01)00131-X)

*Saarnisto M.* Emergence history of the Karelian Isthmus // Karelian Isthmus – Stone Age studies in 1998-2003. Iskos 16. Helsinki. 2008. P. 128-139.

**RECONSTRUCTION OF PALEOBASINS OF LARGE LAKE SYSTEMS OF THE  
SOUTHEASTERN PERIPHERY OF THE SCANDINAVIAN ICE SHEET IN THE LATE  
PLEISTOCENE**

<sup>1,2</sup>*Anisimov N.V.*, <sup>1,3</sup>*Minina M.V.*

<sup>1</sup>Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg, Russia

<sup>2</sup>Vologda State University, Vologda, Russia

<sup>3</sup>VNIIOkeangeologia, St. Petersburg, Russia

The work is based on GIS-technology includes the systematization of spatio-temporal data and studies transformation of the paleogeographic situation within Ladoga and Onega lakes basins; reconstruction of the changes in the boundaries of large periglacial water bodies as a result of deglaciation, glacioisostatic and neotectonic movements and, in a result changes in the direction of river flow systems.

Keywords: *Lake Ladoga, Lake Onega, Lake Kubenskoe, Baltic Sea, palaeohydrology, Karelian Isthmus, Heinjoki waterway, Neva River, Holocene, modeling.*