

Физическая география, ландшафтоведение и геоморфология
Беляев П.Ю., Рыбалко А.Е., Субетто Д.А., Зобков М.Б., Фёдоров Г.Б.

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ, ЛАНДШАФТОВЕДЕНИЕ И ГЕОМОРФОЛОГИЯ

УДК 551.4.02

DOI: 10.17072/2079-7877-2021-6-16

ЧЕТВЕРТИЧНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ И РЕЛЬЕФ ОНЕЖСКОГО ОЗЕРА

Павел Юрьевич БеляевORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0907-7461>, Scopus Author ID: 57219660192

e-mail: borat78@yandex.ru

ФГБУ Всероссийский геологический институт им. А.П. Карпинского (ВСЕГЕИ); Институт водных проблем Севера, Федеральный исследовательский центр «Карельского научного центра РАН», Петрозаводск; ФГБУ «ВНИИОкеангеология», Санкт-Петербург

Александр Евменевич РыбалкоORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2871-5177>, Scopus Author ID: 7004856094, Researcher ID: ABA-7333-2020,

e-mail: alek-rybalko@yandex.ru

Институт наук о Земле СПбГУ, Санкт-Петербург; Институт водных проблем Севера, Федеральный исследовательский центр «Карельского научного центра РАН», Петрозаводск

Дмитрий Александрович СубеттоORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3585-8598>, Scopus Author ID: 6602963673, Researcher ID: A-4467-2014

SPIN-код: 8799-7111, AuthorID: 60968

e-mail: subettoda@herzen.spb.ru

Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург; Институт водных проблем Севера, Федеральный исследовательский центр «Карельского научного центра РАН», Петрозаводск

Михаил Борисович ЗобковORCID : <http://orcid.org/0000-0003-3859-3991>, Scopus Author ID: 16204620300, Researcher ID: M-4057-2013

e-mail: duet@onego.ru

Институт водных проблем Севера, Федеральный исследовательский центр «Карельского научного центра РАН», Петрозаводск

Григорий Борисович ФёдоровORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2269-4501>, Scopus Author ID: 14832681500, Researcher ID: N-5788-2019

e-mail: g.fedorov@spbu.ru

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург; Арктический и антарктический НИИ, Санкт-Петербург

Геолого-геоморфологическому изучению крупнейших озёр северо-запада России (Ладожского и Онежского) посвящено достаточно большое количество публикаций. При этом последние крупные работы по комплексному геологическому изучению котловины Онежского озера проводились ЗАО ПМГРЭ в рамках геологической съемки масштаба 1:500 000 [12] и финскими исследователями [19] в начале двухтысячных годов. Впоследствии эти данные использовались для составления Государственной геологической карты третьего поколения масштаба 1:1 000 000 [13]. Работы по исследованию геологического строения четвертичных образований котловины Онежского озера были возобновлены в 2016 г. специалистами ИВПС Кар НЦ РАН, СПбГУ, МГУ им. М.В. Ломоносова, РГПУ им. А.И. Герцена и рядом других организаций. Исследования включали в себя геологический пробоотбор, бурение, сейсмоакустическое профилирование и гидролокацию бокового обзора с целью получения новых данных об особенностях строения верхних неоплейстоценовых и голоценовых отложений Онежского озера и генезиса рельефа озёрной котловины. По результатам обработки данных, полученных в ходе полевых исследований, была составлена новая схема распространения четвертичных отложений Онежского озера, сопоставление которой с данными о рельефе дна позволило охарактеризовать его генезис и составить геоморфологическую схему. В перспективе данные, изложенные в этой статье, могут быть использованы для актуализации и дополнения государственной геологической карты Северо-Запада России, а также решения других задач четвертичной геологии и палеогеографии.



Физическая география, ландшафтоведение и геоморфология
Беляев П.Ю., Рыбалко А.Е., Субетто Д.А., Зобков М.Б., Фёдоров Г.Б.

Ключевые слова: Онежское озеро, геоморфология, четвертичная геология, верхний неоплейстоцен, голоцен.

QUATERNARY DEPOSITS AND GEOMORPHOLOGICAL FEATURES OF LAKE ONEGA

Pavel Yu. Belyaev

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0907-7461>, Scopus Author ID: 57219660192

e-mail: borat78@yandex.ru

Russian Geological Research Institute (VSEGEI), St. Petersburg; Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre, RAS, Petrozavodsk, Russia; VNIIOceangeologia, St. Petersburg, Russia

Alexander E. Rybalko

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2871-5177>, Scopus Author ID: 7004856094, Researcher ID: ABA-7333-2020

e-mail: alek-rybalko@yandex.ru

Institute of Earth Sciences, St. Petersburg; Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre, RAS, Petrozavodsk; VNIIOceangeologia, St. Petersburg, Russia

Dmitry A. Subetto

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3585-8598>, Scopus Author ID: 6602963673, Researcher ID: A-4467-2014,

SPIN-код 8799-7111, AuthorID: 60968

e-mail: subettoda@ Herzen.spb.ru

Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg; St. Petersburg Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre, RAS, Petrozavodsk Russia

Mikhail B. Zobkov

ORCID : <http://orcid.org/0000-0003-3859-3991>, Scopus Author ID: 16204620300, Researcher ID: M-4057-2013

e-mail: duet@onego.ru

Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre, RAS, Petrozavodsk, Russia

Grigoriy B. Fedorov

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2269-4501>, Scopus Author ID: 14832681500, Researcher ID: N-5788-2019

e-mail: g.fedorov@spbu.ru

Saint Petersburg State University, St. Petersburg; Arctic and Antarctic Research Institute, St. Petersburg, Russia

Many publications have been devoted to the geological and geomorphological study of both Lake Ladoga and Lake Onega – the largest lakes of Northwest Russia and Europe. The last comprehensive geological studies of Lake Onega were carried out by Polar Marine Geosurvey Expedition as part of a geological survey at a scale of 1: 500,000 [12] and by Finnish researchers [19] at the beginning of the 21st century. Subsequently, these data were included in the third-generation State Geological Map at a scale of 1:1 000 000 [13]. Study of the basin's geological structure was resumed in 2016 by researchers from the Northern Water Problems Institute of the Karelian Research Center of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg State University, Lomonosov Moscow State University and Herzen State Pedagogical University of Russia, as well as representatives of other scientific organizations. The works included geological sampling, drilling from ice platform, seismoacoustic profiling and side-scan sonar. The aim of the works was to clarify data on the structural features of the Upper Pleistocene and Holocene deposits of Lake Onega and the genesis of the lake basin relief. Based on the data obtained in the course of field studies, a new distribution scheme of the Lake Onega Quaternary deposits was drawn up. Comparison of the scheme with the data on the bottom topography made it possible to characterize its genesis and draw up a geomorphological scheme. The data presented in this article can be used to update and supplement the State Geological Map of the Northwest Russia, as well as to solve other problems of Quaternary geology and paleogeography.

К e y w o r d s : Lake Onega, geomorphology, Quaternary geology, Late Pleistocene, Holocene.

Введение

Онежское озеро – второе по величине озеро в Европе. Площадь зеркала озера с островами составляет около 10 000 км²; объем водной массы – 292 км³; средняя глубина составляет – 31 м. Наибольшая глубина доходит до 120 м [14]. В общих чертах южная часть озера характеризуется меньшими глубинами и степенью расчленения рельефа, чем северная. Морфоструктура рельефа озера предопределена особенностями строения дочетвертичных формаций, а морфоскульптура сформирована деятельностью плейстоценовых ледников и озёр. По природе своего происхождения котловина Онежского озера имеет достаточно большое сходство с котловиной Ладожского озера и с великими озёрами Северной Америки [7; 10; 13; 17].

Физическая география, ландшафтоведение и геоморфология
Беляев П.Ю., Рыбалко А.Е., Субетто Д.А., Зобков М.Б., Фёдоров Г.Б.

Целью данной статьи является современное описание строения четвертичных отложений и рельефа котловины Онежского озера. Материалом для написания статьи послужили результаты полевых исследований, проводимых с 2016 по 2019 г. при участии специалистов Института водных проблем Севера КарНЦ РАН, СПбГУ, МГУ и РГПУ им. А.И. Герцена. Полученные в результате наших исследований новые данные о строении четвертичных отложений позволили нам охарактеризовать геоморфологические особенности котловины, сопоставить геологическую информацию с данными о строении рельефа дна озера, полученными на основании анализа GRID-поверхности, и тем самым иметь представление о геоморфологической триаде возраст-морфология-генезис.

Материалы и методы

Во время полевых работ геофизическая съёмка велась при помощи комплекса оборудования с источником типа спаркер. В комплекс геофизического оборудования также входили: высоковольтный блок, использовавшийся в качестве питающей системы; приёмник, состоящий из 24-канальной косы с шагом 2 м между геофонами и регистрирующей станции; GPS-системы Trimble R9s для регистрации координат. На тридцатиметровый трос по правому борту судна крепился источник, за который на расстоянии 5 м крепилась коса. Рабочая частота составляла 600 Гц, энергия – 350 Дж. Съёмка проводилась методом 2Д сейсморазведки сверхвысокого разрешения; последующая интерпретация геофизических данных – в программном пакете Kingdom.

Геологический пробоотбор с судна осуществлялся при помощи грунтовой трубки длиной 3 м, вес – около 300 кг. Труба опускалась на дно в свободном падении. Подъём на поверхность проводился с помощью установленной на борту судна лебёдки и кран-балки. Впоследствии на борту судна велось первичное описание керна. На каждой станции доставалась дублирующая трубка для отправки керна на лабораторные анализы.

Стационарное бурение со льда выполнялось при помощи комплекса бурового оборудования производства компании UWITEC. Комплекс оборудования состоял из треноги; 3 ручных лебёдок; гравитационной трубки длиной 1 м для отбора поверхностных проб осадка; бурового снаряда; молота, который приводился в движение одной из лебёдок; набора шнеков и набора пластиковых вкладышей для приёма осадка. Буровой снаряд опускался на дно строго вертикально и заколачивался при помощи молота, который имел ход вдоль снаряда. Снаряд поднимался при помощи ручной лебёдки. При поднятии керны запаковывались для дальнейших лабораторных анализов.

Всего в ходе работ было пройдено свыше 409 погонных километров геофизических профилей, поднято на борт судна (НИС «Эколог») более 30 грунтовых трубок длиной до 3 м, а в результате бурения со льда получено 2 колонки длиной до 10 м [4]. На рис. 1 показана карта-схема фактического материала для акватории Онежского озера.

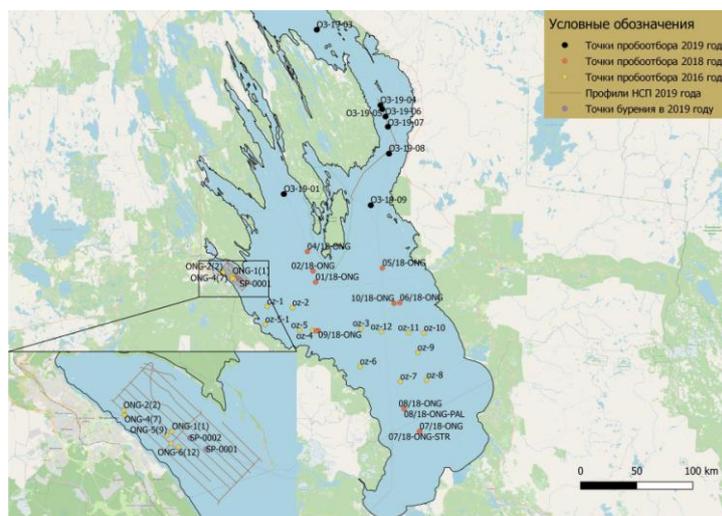


Рис. 1. Карта-схема (построена с помощью геоинформационной системы Qgis, подложка – OpenStreetMap) фактического материала для Онежского озера. На врезке представлена Петрозаводская губа.

На карте-схеме нанесены геофизические профили и станции отбора колонок донных отложений
 Fig. 1. Map of factual material for Lake Onega (built with the Qgis geographic information system, the background is OpenStreetMap).
 The inset shows the Petrozavodsk Bay. The map includes geophysical profiles and sampling stations

Физическая география, ландшафтоведение и геоморфология
 Беляев П.Ю., Рыбалко А.Е., Субетто Д.А., Зобков М.Б., Фёдоров Г.Б.

После завершения полевых работ отобранные колонки донных отложений обрабатывались широким набором литологических, геохимических, минералогических, микропалеонтологических и радиометрических методов в лабораториях СПбГУ, МГУ и ИВПС КарНЦ РАН.

Наиболее полный разрез четвертичных отложений вскрыт при бурении со льда в 2019 г. в Петрозаводской губе – это колонки SP-001 (рис. 2, а) и SP-002 (рис. 2, б).

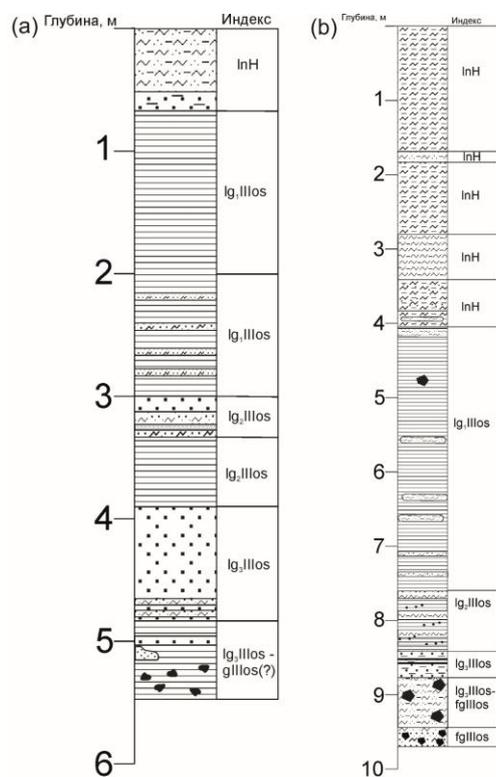


Рис. 2. Схема строения кернов: а – SP-001;
 б – SP-002

Fig. 2. Scheme of columns SP-001 (a) and SP-002 (b)

Литологическое описание колонки SP-001:

- 0–69 см. Глинистый алеврит оливково-серый, жидкий. В верхней части присутствуют частицы слюды и растительный детрит, в нижней – проявляются полосчатость и примазки гидроокислов марганца. В самой нижней части присутствует горизонт мелкозернистого глинистого песка.

- 69–200 см. Ленточные глины серые, консистенция – мягко-пластичная. Внизу интервала появляются прослойки песчаного алеврита серого цвета.

- 200–300 см. Переслаивание песчаных алевритов серого цвета и глин коричнево-серых, мягкопластичная консистенция. Слоистость близка к ритмичной. Вниз по интервалу увеличивается мощность глинистых слоев.

- 300–329 см. Переслаивание коричнево-серых глин и темно-серых песчаных алевритов. Наверху находится прослой тонкозернистого песка зеленовато-серого цвета, возможно, подчеркивающий границу с размывом. Песок плотный, почти корка.

- 329–384 см. Ленточные глины с прослоями песка, серые, тугопластичные. Прослойки песка по 10 мм.

- 384–485 см. Песок серый, верх интервала имеет буроватую окраску. Размерность от среднезернистого до мелкозернистого (плотный). В середине интервала имеются следы ожелезнения. Внизу интервала имеются тонкие прослойки песчаных алевритов.

- 485–544 см. Ленточные глины коричневые, тугопластичные в верхней части интервала наблюдается

чередование со слоями серых суглинков. Ближе к середине интервала присутствует зона ожелезнения; состав песчаный. Имеется включение красноватого песка с примесью мелкой гальки. К забою плотность глин возрастает, наблюдается преобладание песчаной фракции и частиц гальки гранитоидных пород.

Литологическое описание колонки SP-002:

- 0–165 см. Алевропелит оливково-серый. Текучий. На интервале 30 см появляются буровато-серые прослойки. В середине интервала наблюдаются примазки белого цвета, поры и возможные ходы илоедов. В нижней части наблюдаются стяжения гидроокислов марганца.

- 165–189 см. Алевропелит серо-зеленый, песчаный, текуче-пластичный. Наблюдаются черные примазки, возможно, гидроокислов марганца [16; 21].

- 189–289 см. Алевропелиты серые, мягкопластичные, однородные. Наблюдаются стяжения гидроокислов марганца. В нижней части интервала присутствуют включения органики.

- 289–342 см. Глинистые алевриты серые, текуче-пластичные, полосчатые, с середины интервала слои деформированы. Присутствуют единичные зёрна песка. К концу интервала наблюдаются черные полосы.

- 342–401 см. Алевропелиты серые, текуче-пластичные, однородные. Присутствуют единичные включения песчаного материала, в нижней части – линзы песчаного алеврита

- 401–760 см. Глины серые, микрослоистые, мягкопластичные; в верхней части встречаются микролинзы песчаных алевритов и присутствует алевритовая фракция. На интервале примерно 417–455 см выделен розовый горизонт. На интервале 470 см встречен друпстоун. По всему интервалу неравномерно распределены линзы песчаных алевритов. На 650 см глины приобретают коричневый оттенок и появляются прослойки серых алевритов.

Физическая география, ландшафтоведение и геоморфология
 Беляев П.Ю., Рыбалко А.Е., Субетто Д.А., Зобков М.Б., Фёдоров Г.Б.

- 760–840 см. Переслаивание серых алевроитов и коричнево-серых глин. Мягкопластичная консистенция. Имеется примесь песка. В верхней части интервала отмечается пятисантиметровый прослой тонкозернистого песка. На интервале 780 см – десятисантиметровый прослой жидкого глинистого алевроита оливково-серого цвета.

- 840–882 см. Песок серый, глинистый, плотный. На интервале 860 – 870 см отмечаются ксеноморфные включения глин коричневатого-серых. Также на интервале 860 см присутствует обломок дресвы.

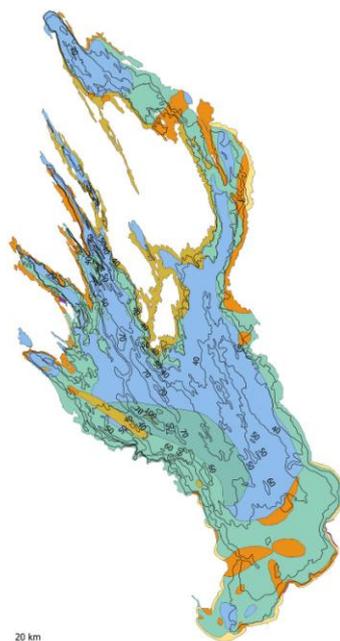
- 882–941 см. Песчано-глинисто-алевритовый миктит, серый, полутвёрдый. Встречаются гнёзда песка, дресва и галька кристаллических пород. В нижней части – зона вторичного ожелезнения. Скорее всего, интервал отвечает перигляциально-бассейновым условиям осадконакопления.

- 941–972 см. Песок алевроглинистый, бурый (плотный). Наблюдается большое количество дресвы.

Помимо данных, полученных во время полевых работ, были задействованы данные гостеолкарты третьего поколения [13], работ ОАО ПМГРЭ по объекту «Онежский озёрный» [12] и данные о строении рельефа котловины Онежского озера, предоставленные сотрудниками ИВПС Кар НЦ РАН.

Основные полученные результаты

Используя имеющиеся сведения предыдущих исследователей [1; 2; 5; 6; 12–15; 18; 20] и сопоставив вышеописанные колонки с остальными, полученными в ходе наших работ, мы составили схему четвертичных отложений котловины Онежского озера (рис. 3).



Условные обозначения:

■ Дочетвертичные породы	■ fIIIos	■ lgIIIos2	■ IVIII-H
■ gIIIos	■ lgIIIos	■ lnH	

Рис. 3 Схема четвертичных отложений:

gIIIos – морены осташковского горизонта;
 fIIIos – флювиогляциальные отложения осташковского горизонта; lgIIIos и lgIIIos 2 – лимногляциальные отложения осташковского горизонта; lnH – голоценовые озёрные нефелоидные образования; IVIII-H – ундюлювиальные отложения голоцена. Расшифровка индексов дана ниже

Fig. 3. Map of Quaternary deposits.

Legend: gIIIos – moraines of Ostaschkov Horizon;
 fIIIos – fluvioglacial deposits of Ostaschkov Horizon; lgIIIos and lgIIIos 2 – limnoglacial deposits of Ostaschkov Horizon;
 lnH – Holocene lacustrine nepheloid deposits;
 IVIII-H – Holocene wave deposits

Нижняя часть разреза сложена валунными суглинками (морена) осташковского возраста (gIIIos). Эти отложения выходят на поверхность в прибрежной части Кондопожского и Повенецкого заливов Онежского озера, слагают локальную возвышенность в Повенецком заливе, обнажаются на восточном берегу Заонежского залива и в районе мыса Петропавловский. Кроме того, эти валунные суглинки слагают различные грядовые формы рельефа, развитые в пределах глубин до 30 м. Вероятно, по аналогии с формами ледникового генезиса в Ладожском озере морфология ледниковых форм в пределах котловины Онежского озера напрямую зависит от морфологии поверхности дочетвертичных образований [13, 17].

На моренах залегают флювиогляциальные отложения (fIIIos). Они сложены песками различной зернистости и галькой. Распространены на северном берегу Онежского озера в окрестностях Заонежского полуострова, до 10-метровой изобаты. Флювиогляциальные отложения формируют вытянутые гряды, встречающиеся в открытой части озера и в заливах. Помимо гряд они слагают береговые склоны на севере Онежского озера.

Выше по разрезу залегают три пачки лимногляциальных отложений, которым присвоены индексы lg₁IIIos, lg₂IIIos и lg₃IIIos. Эти отложения представлены ритмичными ленточными глинами серого и серо-коричневого цвета с прослоями песка.

Разделяются по характеру слоистости и цвету, соответствуют различным стадиям Онежского приледникового озера. В лимно-гляциальных отложениях присутствуют включения аутигенных минералов, представленных гидроокислами марганца [16; 21]. Именно в этих отложениях встречается

Физическая география, ландшафтоведение и геоморфология
Беляев П.Ю., Рыбалко А.Е., Субетто Д.А., Зобков М.Б., Фёдоров Г.Б.

так называемый «розовый горизонт» [7; 18], который, по мнению некоторых исследователей, является индикатором резкого понижения уровня Онежского приледникового озера [8]. Томографические исследования кернов, проводимые в лабораториях МГУ, показали, что никаких текстурных изменений глин в пределах указанного горизонта нет. Это позволяет предположить, что изменение окраски глин связано только с кратковременным изменением палеогидрохимических условий, причина которых в настоящее время не ясна. Более подробно вопрос образования и вещественного состава «розового горизонта» рассмотрен И.Н. Демидовым [7–9]. Однако следует отметить, что вопрос о формировании этого горизонта (в том числе и о его устойчивом положении в разрезе) в настоящее время далек от разрешения и в статье не рассматривается. Данные отложения выходят на поверхность дна Онежского озера вследствие подводного размыва либо из-за различных геоморфологических особенностей дна, препятствующих накоплению озерных нефелоидных отложений. Лимно-гляциальные осадки развиты в прибрежных частях котловины Онежского озера с глубинами менее 50 м и в его центральной части. Ленточные глины слагают различные аккумулятивные поля в центральной и южной частях озера, а также древние озёрные террасы.

Выделенные по литературным данным [12; 13] ундаллювиальные отложения (IvIII-H) формируют прибрежную часть дна Онежского озера на глубинах не более 15 м и развиты на южном, юго-восточном и северо-восточном побережьях. Эти отложения представлены хорошо окатанным мелким и средним песком. Они слагают озёрные террасы, береговые склоны и пляжи.

Верхняя часть разреза четвертичных отложений Онежского озера представлена озёрными нефелоидными отложениями (InH). Они покрывают равномерным чехлом большую часть дна онежской котловины. Озерные отложения представлены гомогенизированными илами от тёмно-зеленого до серого цвета. В них встречаются темные примазки органического вещества и единичные включения песчаных частиц. Как правило, этот тип отложений развит в центральной части озера глубже 50-метровой изобаты, а также в закрытых частях заливов. Современные нефелоидные озёрные отложения накапливаются в наиболее спокойных обстановках осадконакопления. Выходы коренных пород наблюдаются только в районе мыса Андомский и в северной оконечности о. Суйсари. Очевидно, это обусловлено резким перепадом глубин и гидродинамическими условиями, препятствующими накоплению любых осадков.

Сопоставление схемы четвертичных образований с данными о рельефе дна котловины Онежского озера, полученными по результатам анализа GRID-модели дна котловины озера, позволило составить геоморфологическую схему (рис. 4).

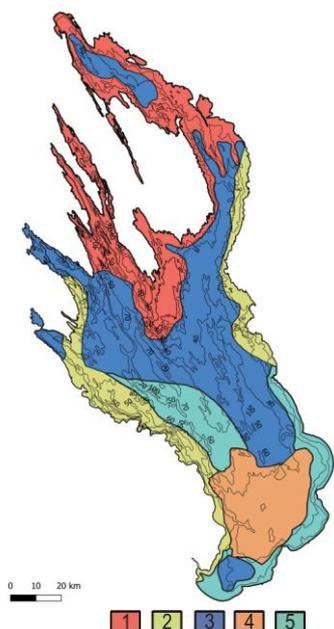


Рис. 4. Геоморфологическая карта-схема Онежского озера. Ниже дано описание типов подводных поверхностей

Fig. 4. Geomorphological map of Lake Onega. Description of underwater surfaces is given below

Типы подводных поверхностей:

1. Холмисто-грядовые умеренно расчленённые структурно-денудационные равнины, развитые на затопленных склонах Балтийского кристаллического щита.

2. Холмисто-увалистые выровненные структурно-денудационные равнины, развитые на абразионной поверхности лимно-гляциальных отложений.

3. Волнистые аккумулятивно-нефелоидные озёрные равнины, развитые в наиболее крупных депрессиях и в заливах-фиардах.

4. Пологоволнистые и всхолмленные аккумулятивно-денудационные ледниковые равнины.

5. Плосковолнистые ледниково-озёрные аккумулятивные равнины и террасы, находящиеся в зоне современной денудации.

За основу карты и условных обозначений была взята легенда геоморфологической карты, составленной в рамках Государственной геологической карты третьего поколения [13]. При сопоставлении данных о рельефе с особенностями строения четвертичных отложений были выделены следующие типы подводных поверхностей:

Физическая география, ландшафтоведение и геоморфология
Беляев П.Ю., Рыбалко А.Е., Субетто Д.А., Зобков М.Б., Фёдоров Г.Б.

Холмисто-грядовые умеренно расчленённые структурно-денудационные равнины, развитые на затопленных склонах Балтийского кристаллического щита. Данный тип занимает обширную площадь в прибрежной северной части озёрной котловины. Характеризуется наибольшей степенью расчленения относительно других типов поверхности. В пределах котловины занимает область с глубинами 10–20 м. Изобилует большим количеством гряд и фиардов северо-западной ориентировки. Из четвертичных отложений в областях развития данного типа рельефа преобладают выходы морен и флювиогляциальных отложений, покрывающих гряды и прибрежную часть котловины. Недостаточно большие для отображения на карте, но при этом присутствующие в пределах распространения данного типа подводной поверхности межгрядовые понижения заполнены лимно-гляциальными либо современными озёрными отложениями. Состав отложений зачастую зависит от скоростей седиментации в различных районах озёрной котловины в голоцене. Острова, встречающиеся в пределах данного типа поверхности, представляют из себя затопленные сельги и моренные гряды, морфология которых обусловлена особенностями дочетвертичного рельефа. По аналогии с островами северной части Ладожского озера их можно отнести к шхерам [3; 17].

Холмисто-увалистые выровненные структурно-денудационные равнины, развитые на абразионной поверхности лимно-гляциальных отложений. Наблюдаются в западной и северо-восточной прибрежной частях озёрной котловины. Средняя глубина – до 50 м. Колебание высот – в пределах 10 м, склоны достаточно пологие. В области распространения данного рельефа развиты гляциальные (морена) и лимно-гляциальные (ленточные глины) отложения, которые и формируют холмистый рельеф. Местами отчленяется локальными зонами распространения ундалувиальных отложений, слишком малыми для выражения в масштабе приложенной на рис. 4 схемы.

Волнистые аккумулятивно-нефелюидные озёрные равнины, развитые в наиболее крупных депрессиях и в заливах – фиардах. Занимают в центральной части озёрной котловины и в кутовых частях заливов. Характерны для наиболее глубоких участков озёрного дна. Рельеф дна в пределах таких поверхностей спокойный, образован процессами озёрной аккумуляции в голоцене-позднем неоплейстоцене. Отложения, встречающиеся в пределах данных поверхностей, имеют озёрный либо озёрно-ледниковый генезис.

Пологоволнистые и всхолмленные аккумулятивно-денудационные ледниковые равнины. Выделены в южной части котловины. Преобладающие глубины в данной области – 20 м. При приближении к центральной части доходят до 50 м. Рельеф полого-волнистый, слабо расчленённый. Присутствуют выходы моренных отложений. Наблюдаются несколько положительных форм рельефа, вероятно, ледникового происхождения и несколько долинообразных понижений в зоне прохождения 40-метровой изобаты. Отложения в зоне распространения данного типа рельефа представлены моренами, слагающими гряды и лимно-гляциальными отложениями, выполняющими остальную часть дна.

Плосковолнистые ледниково-озёрные аккумулятивные равнины и террасы, находящиеся в зоне современной денудации. Вторая по площади поверхность после волнистых озёрных равнин. Имеет распространение в центральной и южной части озера. Глубины – от 10 до 70 м. Рельеф пологий, превышения незначительны. По своей сути, являются аккумулятивными полями, но образованными не современной озёрной аккумуляцией, а во время господства ледниково-озёрных условий. Подстилающими отложениями в пределах данных поверхностей являются лимно-гляциальные отложения.

В общих чертах, рельеф котловины Онежского озера схож с рельефом котловины Ладожского озера [13; 17]. Южная часть имеет степень расчленения рельефа меньшую, чем северная. Берега в северной части испытывают несравнимо меньшую гидродинамическую нагрузку, чем в южной, что является следствием обилия закрытых бухт и заливов. В целом, рельеф южной и центральной частей аккумулятивный, пологий. В северной же части проявляется рельеф структурно-денудационный.

Заключение

Сопоставление имеющейся схемы четвертичных отложений (рис. 4) и данных о рельефе его дна [11] позволяют выделить преобладающие типы подводных поверхностей с точки зрения геоморфологии, в зависимости от конфигурации рельефа и состава донных отложений. Таким образом, рельеф южной части котловины более равнинный, чем северной, примечателен берегом с широкими бухтами и пологим склоном. Значительную часть южной части озера занимает озёрно-ледниковая аккумулятивная равнина, рельеф которой осложнён лишь на выходе из залива Южное Онего

Физическая география, ландшафтоведение и геоморфология
Беляев П.Ю., Рыбалко А.Е., Субетто Д.А., Зобков М.Б., Фёдоров Г.Б.

несколькими грядами ледникового происхождения. При этом покров современных отложений в южной части котловины сравнительно мал, что указывает на преобладающие условия подводного транзита либо отсутствие седиментации в настоящее время. Севернее, в зоне прохождения пятидесятиметровой изобаты, наблюдается повышение мощности современных озёрных отложений. Рельеф центральной части более расчленённый, чем в южной. Ближе к западному берегу имеется понижение, однако это не находит отражение в мощности покрова современных нефелоидных озерных осадков. Наибольшие их мощности наблюдаются у восточного берега. В целом, данную область можно охарактеризовать как озёрную аккумулятивную равнину, осложнённую элементами структурного рельефа. Также аккумулятивные условия преобладают во всех заливах. Серьёзное отличие имеют условия в Заонежском и Повенецком заливах. Данная подводная область достаточно интенсивно расчленена, имеются весьма обширные выходы моренных и флювиогляциальных отложений. В некоторых случаях гляциальные и флювиогляциальные отложения слагают гряды, на которых располагаются острова. Возможно, по аналогии с Ладожским озером, гряды северной части Онежского озера являются структурно предопределёнными. Мощные покровы озёрных и озёрно-ледниковых отложений развиты в кутовых частях заливов либо в межгрядовых понижениях. Описываемую область можно отнести к структурно-денудационной области с структурно-предопределёнными седиментационными бассейнами. Впервые построенная геоморфологическая карта-схема может быть использована для актуализации государственной геологической карты масштаба 1:1 000 000 и для палеогеографических реконструкций северо-запада России.

Благодарности. Авторы выражают благодарность сотрудникам СПбГУ, МГУ им. М.В. Ломоносова, сотрудникам Института водных проблем Севера Российской академии наук и экипажам НИС «Эколог» и «Профессор Зенкевич». Работы выполнены при поддержке грантов РФФИ 18-17-00176 и РФФИ 18-05-00303.

Acknowledgments. The authors express gratitude to the staff of St. Petersburg State University, Lomonosov Moscow State University, employees of the North Water Problems Institute of the Karelian Research Center of the Russian Academy of Sciences and the crews of the R/V Ecologist and Professor Zenkevich. This work was supported by grants from the Russian Science Foundation 18-17-00176 and the Russian Foundation for Basic Research 18-05-00303.

Библиографический список

1. Алешин М.И., Гайнанов В.Г., Токарев М.Ю., Рыбалко А.Е., Субетто Д.А. Изучение придонных осадков в Петрозаводской губе Онежского озера с помощью комплексирования геолого-геофизических методов изучения донных отложений // Вестник Московского университета. 2019. № 4. С. 98–104.
2. Беляев П.Ю., Рыбалко А.Е. Строение верхнеплейстоцен-голоценовых отложений Заонежского зал. (Онежское оз.) по результатам полевых работ 2019 года // Рельеф и четвертичные образования Арктики, Субарктики и Северо-Запада России: мат. ежегодной конференции по результатам экспедиционных исследований. СПб., 2019. Вып. 6. С. 250–253. doi: 10.24411/2687-1092-2019-10636
3. Беляев П.Ю., Рыбалко А.Е., Субетто Д.А. Геоморфология котловины Ладожского озера. Новые данные // Астраханский вестник экологического образования. 2020. №5(59). С. 142–154.
4. Беляев П.Ю., Рыбалко А.Е., Токарев М.Ю., Алешин М.И. Результаты работ по изучению Верхнеплейстоцен-голоценового чехла котловины Онежского озера. Обобщение данных за период 2016–2019 гг. // Морские исследования и образование (MARESEDU-2019): тр. VIII Межд. науч.-практ. конф. Т. III. Тверь: ООО «ПолиПРЕСС», 2020. С. 41–44.
5. Бискэ Г.С. Четвертичные отложения и геоморфология Карелии. Петрозаводск: Государственное изд-во Карельской АССР, 1959. 321 с.
6. Бискэ Г.С., Лак Г.Ц., Лукашов А.Д., Горюнова Н.Н., Ильин В.А. Строение и история котловины Онежского озера. Петрозаводск, 1971. 73 с.
7. Демидов И.Н. Деграция поздневалдайского оледенения в бассейне Онежского озера // Геология и полезные ископаемые Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2005. Вып. 8. С. 134–142.
8. Демидов И.Н. Донные отложения и колебания уровня Онежского озера в позделедниковье // Геология и полезные ископаемые Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2004. Вып. 7. С. 207–218.
9. Демидов И.Н. О максимальной стадии развития Онежского приледникового озера, изменениях его уровня и гляциоизостатическом поднятии побережий в позделедниковье // Геология и полезные ископаемые Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2006. Вып. 9. С. 171–182.
10. Квасов Д.Д. Позднечетвертичная история крупных озёр и внутренних морей восточной Европы. СПб.: Наука, 1975. 278 с.

Физическая география, ландшафтоведение и геоморфология
Беляев П.Ю., Рыбалко А.Е., Субетто Д.А., Зобков М.Б., Фёдоров Г.Б.

11. Лощия Онежского озера. Управление гидрографической службы Военно-Морского флота. СПб., 1961. 196 с.
12. Макарьев А.А. Геологическая съемка масштаба 1: 500 000 дна Онежского озера (объект Онежский озерный), 2002.
13. Максимов А.В., Богданов Ю.Б., Воинова О.А., Коссовая О.Л. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Балтийская. Лист Р-(35),36 – Петрозаводск. Объяснительная записка. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2015. 400 с.
14. Онежское озеро. Атлас / отв. ред. Н.Н. Филатов. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2010. 151 с.
15. Рыбалко А.Е., Токарев М.Ю., Субетто Д.А., Кузнецов В.Ю., Савельева Л.А., Корост Д.В., Локтев А.С., Страховенко В.Д., Беляев П.Ю., Костромина Н.А., Кискина А.П. Новые данные о четвертичных отложениях Онежского озера по результатам работ 2016-2018 гг. // Тр. VII Межд. науч.-практ. конф. "Морские исследования и образование (MARESEDU-2018)". Т. II. Тверь: ООО «ПолиПРЕСС». 2019, С. 93–97.
16. Страховенко В.Д., Субетто Д.А., Овдина Е.А., Белкина Н.А., Ефременко Н.А., Маслов А.В. Современные донные отложения Онежского озера: строение, минеральный состав и систематика редкоземельных элементов // Доклады академии наук. 2018. Т.481. № 4. С. 414–417.
17. Субетто Д.А. Донные отложения озер: палеолимнологические реконструкции. СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2009. 349 с.
18. Hang T., Gurbich V., Subetto D., Strakhovenko V., Potakhin M., Belkina N., Zobkov M. A local clay-varve chronology of Onega Ice Lake. // Quaternary International. 2019. P. 13–23. doi: 10.1016/j.quaint.2019.03.021.
19. Saarnisto M., Saarinen T. Deglaciation chronology of the Scandinavian Ice Sheet from the Lake Onega Basin to the Salpausselka End Moraines. // Global and Planetary Change 31. 2001. P. 387–405.
20. Subetto D., Belkina N., Strakhovenko V., Rybalko A., Zobkov M., Potakhin M., Borodulina G., Gurbich V., Kublitskii Yu., Kiskina A., Ovdina E., Fedorov G., Hang T., Korost S., Belayev P., Belov M. and Barymova A. Sedimentary environments in Lake Onega: from Late Glacial to modern conditions // Field Symposium of the INQUA PeriBaltic Working Group "From Weichselian Ice-Sheet Dynamics to Holocene Land Use Development in Western Pomerania and Mecklenburg". 2019. P.109–110.
21. Subetto D., Rybalko A., Strakhovenko V., Belkina N., Tokarev M., Potakhin M., Aleshin M., Belyaev P., Dubois N., Kuznetsov V., Korost D., Loktev A., Shalaeva N., Kiskina A., Kostromina N., Kublitskiy Y., Orlov A. Structure of Late Pleistocene and Holocene Sediments in the Petrozavodsk Bay, Lake Onego (NW Russia). // Minerals 2020. Vol. 10, 964. URL: <https://doi.org/10.3390/min10110964>.

References

1. Aleshin, M.I., Gainanov, V.G., Tokarev, M.Yu., Rybalko, A.E. and Subetto, D.A. (2019), "Study of Onega lake Petrozavodsk bay sub-bottom sediments using complex geophysical and geological data analysis", *Vestnik Moskovskogo universiteta*, vol. 4, pp. 98–104.
2. Beljaev, P.Yu., Rybalko, A.E. (2019), "Structure of the upper pleistocene-holocene deposits of the Zaonezhsky bay (Onega lake) by the results of field works 2019", *Rel'ef i chetvertichnye obrazovaniya Arktiki, Subarktiki i Severo-Zapada Rossii: mat. ezhegodnoj konferencii po rezul'tatam jekspedicionnyh issledovanij* [Relief and Quaternary deposits of the Arctic, Subarctic and North-West Russia], Saint-Petersburg, Russia, December 2019, pp. 250–253. doi: 10.24411/2687-1092-2019-10636.
3. Beljaev, P.Yu., Rybalko, A.E., Subetto, D.A. (2020), Geomorphology of the lake Ladoga basin, New data, *Astrahanskij vestnik jekologicheskogo obrazovaniya*, vol. 5, n. 59, pp. 142–154.
4. Beljaev, P.Yu., Rybalko, A.E., Tokarev, M.Yu., Aleshin, M.I. (2020), "Results of field studies of late Pleistocene-holocene deposits of Onega lake summary of 2016-2019", *Morskije issledovaniya i obrazovanie (MARESEDU-2019)* [Marine research and education], Moscow, Russia, November 2019, pp. 41–44.
5. Biskje, G.S. (1959), *Chetvertichnye otlozheniya i geomorfologija Karelii* [Quaternary deposits and geomorphology of Karelia], Gosudarstvennoe izdatel'stvo Karel'skoj ASSR, Petrozavodsk, Russia.
6. Biskje, G.S., Lak, G.C., Lukashov, A.D., Gorjunova, N.N., Il'in, V.A. (1971), *Stroenie i istorija kotloviny Onezhskogo ozera* [Geological structure and history of Onega Lake basin], Petrozavodsk, Russia.
7. Demidov, I.N. (2005), "Degradation of late valdai ice sheet at the Onega Lake basin", *Geologia i poleznie iskopaemije Karelii*, Petrozavodsk: KarNC RAN, vol. 8, pp. 134–142.
8. Demidov, I.N. (2004), "Bottom sediments and level fluctuations of Onega Lake at the late glaciation", *Geologia i poleznie iskopaemije Karelii*, Petrozavodsk: KarNC RAN, vol. 7, pp. 207–218.
9. Demidov, I.N. (2006), "About maximal stage of Onega ice lake development, level fluctuations and glacioisostatic uplift of its shore at the late glaciation", *Geologia i poleznie iskopaemije Karelii*, Petrozavodsk: KarNC RAN, vol. 9, pp. 171–182.
10. Kvasov, D.D. (1975), *Pozdnechetvertichnaja istorija krupnyh ozjor i vnutrennih morej vostochnoj Evropy* [Late quaternary history of large lakes and inland seas of Eastern Europe], Nauka, Leningrad, Russia.
11. *Locija Onezhskogo ozera* [Onega Lake sailing directions], (1961), Upr. gidrogr. sluzhby Voen.-Mor. Flota, Leningrad, Russia.
12. Makar'ev, A.A. (2002), *Geologicheskaja s'emka masshtaba 1:500 000 dna Onezhskogo ozera. (objekt Onezhskij ozernyj)* [Geological mapping of Onega Lake bottom in scale 1:500 000 (Onega lake object)], Saint-Petersburg, Russia.
13. Maksimov, A.V., Bogdanov, Yu.B., Voinova, O.A., Kossovaja, O.L. et al. (2015), *Gosudarstvennaja geologicheskaja karta Rossijskoj Federacii. Masshtab 1:1 000 000 (tret'e pokolenie), Serija Baltijskaja, List P-(35),36 –*

Физическая география, ландшафтоведение и геоморфология
Беляев П.Ю., Рыбалко А.Е., Субетто Д.А., Зобков М.Б., Фёдоров Г.Б.

Petrozavodsk [State geological map of Russian Federation, Scale 1: 100 000 (third generation). Baltic series. List P-35,(36) – Petrozavodsk], Kartograficheskaja fabrika VSEGEI, Sankt-Peterburg, Russia.

14. Filatov, N.N. (ed.) (2010), *Atlas of the Onega Lake*. Karelskij nauchnyj centr RAN. Petrozavodsk, Russia.

15. Rybalko, A.E., Tokarev, M.Yu., Subetto, D.A., Kuznecov, V.Yu., Savel'eva, L.A., Korost, D.V., Loktev, A.S., Strahovenko V.D., Beljaev, P.Yu., Kostromina, N.A., Kiskina, A.R. (2019), "New data about quaternary deposits of Onega Lake according to fieldworks of 2016–2019", *Morskie issledovanija i obrazovanie (MARESEDU-2019)* [Marine research and education], Moscow, Russia, pp. 93–97.

16. Strahovenko, V.D., Subetto, D.A., Ovdina, E.A., Belkina, N.A., Efremenko, N.A., Maslov, A.V. (2018), "Modern bottom sediments of lake Onega: structure, mineralogical composition and systematization of rare-earth elements", *Doklady akademii nauk*, vol. 481, no. 4, pp. 414–417.

17. Subetto, D.A. (2009), *Donnye otlozhenija ozer: paleolimnologicheskie rekonstrukcii* [Bottom sediments of the lakes: paleolimnological reconstructions], Izdatel'stvo RGPU im. A.I. Gercena, Sankt- Peterburg, Russia.

18. Hang, T., Gurbich, V., Subetto, D., Strakhovenko, V., Potakhin, M., Belkina, N., Zobkov, M.A. (2019), "A local clay-varve chronology of Onega Ice Lake", *Quaternary International*, pp. 13–23, doi: 10.1016/j.quaint.2019.03.021.

19. Saarnisto, M., Saarinen, T. (2001), "Deglaciation chronology of the Scandinavian Ice Sheet from the Lake Onega Basin to the Salpausselka End Moraines", *Global and Planetary Change*, vol 31, pp. 387–405.

20. Subetto, D., Belkina, N., Strakhovenko, V., Rybalko, A., Zobkov, M., Potakhin, M., Borodulina, G., Gurbich, V., Kublitskii, Yu., Kiskina, A., Ovdina, E., Fedorov, G., Hang, T., Korost, S., Belayev, P., Belov, M. and Barymova, A. (2019), "Sedimentary environments in Lake Onega: from Late Glacial to modern conditions". *Field Symposium of the INQUA PeriBaltic Working Group "From Weichselian Ice-Sheet Dynamics to Holocene Land Use Development in Western Pomerania and Mecklenburg"*, pp. 109–110.

21. Subetto, D., Rybalko, A., Strakhovenko, V., Belkina, N., Tokarev, M., Potakhin, M., Aleshin, M., Belyaev, P., Dubois, N., Kuznetsov, V., Korost, D., Loktev, A., Shalaeva, N., Kiskina, A., Kostromina, N., Kublitskiy, Y., Orlov, A. (2020), "Structure of Late Pleistocene and Holocene Sediments in the Petrozavodsk Bay, Lake Onego (NW Russia)", *Minerals*, vol. 10, 964. doi: <https://doi.org/10.3390/min10110964>.

Поступила в редакцию: 18.12.2020.

Сведения об авторах

Павел Юрьевич Беляев

младший научный сотрудник лаборатории палеолимнологии, Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН; Россия, 185000, Петрозаводск, Проспект Александра Невского, 50

e-mail: borat78@yandex.ru

Александр Евменьевич Рыбалко

профессор кафедры геоморфологии, Институт наук о Земле, Санкт-Петербургский государственный университет; Россия, 199178, Санкт-Петербург, 10-я линия Васильевского острова, 31–33

e-mail: alek-rybalko@yandex.ru

Дмитрий Александрович Субетто

декан факультета географии, Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена; Россия, 191186, Санкт-Петербург, наб. р.Мойки, 48, корп. 12

e-mail: subettoda@ Herzen.spb.ru

Михаил Борисович Зобков

заведующий лабораторией гидрохимии и гидрогеологии, Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН; Россия, 185000, Петрозаводск, Проспект Александра Невского, 50

e-mail: duet@onego.ru

About the authors

Pavel Yu. Belyaev

Junior Researcher, Laboratory of Paleolimnology, Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Sciences; 50, prospekt Aleksandra Nevskogo, Petrozavodsk, 185000, Russia

e-mail: borat78@yandex.ru

Alexander E. Rybalko

Professor, Department of Geomorphology, Institute of Earth Sciences, Saint Petersburg State University; 31–33, 10 line of Vasilievsky ostrov, St. Petersburg, 199178, Russia

e-mail: alek-rybalko@yandex.ru

Dmitry A. Subetto

Dean of the Faculty of Geography, Herzen Russian State Pedagogical University; 48 (bld. 12), Moika embankment, St. Petersburg, 191186, Russia

e-mail: subettoda@ Herzen.spb.ru

Mikhail B. Zobkov

Head of the Laboratory of Hydrochemistry and Hydrogeology; Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Sciences; 50, prospekt Aleksandra Nevskogo, Petrozavodsk, 185000, Russia

e-mail: duet@onego.ru

Физическая география, ландшафтоведение и геоморфология
Гурьевских О.Ю., Иванова Ю.Р., Скок Н.В., Юровских А.М., Янцер О.В.

Григорий Борисович Фёдоров

доцент кафедры геоморфологии, Институт наук о Земле,
Санкт-Петербургский государственный университет;
Россия, 199178, Санкт-Петербург, 10-я линия
Васильевского острова, 31–33

Grigoriy B. Fedorov

Associate Professor, Department of Geomorphology,
Institute of Earth Sciences, Saint Petersburg State University;
31–33, 10 line of Vasilievsky ostrov, St. Petersburg, 199178,
Russia

e-mail: g.fedorov@spbu.ru

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Беляев П.Ю., Рыбалко А.Е., Субетто Д.А., Зобков М.Б., Фёдоров Г.Б. Четвертичные отложения и рельеф Онежского озера // Географический вестник = Geographical bulletin. 2021. №1(56). С. 6–16. doi 10.17072/2079-7877-2021-1-6-16

Please cite this article in English as:

Belyaev, P.Yu., Rybalko, A.E., Subetto, D.A., Zobkov, M.B., Fedorov, G.B. (2021). Quaternary deposits and geomorphological features of Lake Onega. *Geographical Bulletin*. 2021. No. 1(56). Pp. 6–16. doi 10.17072/2079-7877-2021-1-6-16.

УДК 911.52 (581.543)

DOI: 10.17072/2079-7877- 2021-16-30

**ИССЛЕДОВАНИЕ СЕЗОННОЙ ДИНАМИКИ ЛАНДШАФТОВ УРАЛА В ПАРАДИГМЕ
ФУНКЦИОНАЛЬНО-ДИНАМИЧЕСКОГО ПОДХОДА: ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ****Ольга Юрьевна Гурьевских**

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8979-7049>, Author ID: 306440, SPIN-код: 3376-8607

e-mail: gurevskikho@mail.ru

Уральский государственный педагогический университет, Екатеринбург

Юлия Руслановна Иванова

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7918-5324>, Scopus Author ID: 57210842683, SPIN-код: 3448-7793,

Author ID: 767288

e-mail: miss.nocentra@list.ru

Уральский государственный педагогический университет, Екатеринбург

Наталья Васильевна Скок

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2587-9165>, Scopus Author ID: 57210840359, SPIN-код: 8492-6023,

Author ID: 770948

e-mail: skok-nv-gbf@mail.ru

Уральский государственный педагогический университет, Екатеринбург

Анастасия Михайловна Юровских

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6651-8767>, Scopus Author ID: 57213141763, SPIN-код: 1799-3139,

Author ID: 1077040

e-mail: an.m.evd@mail.ru

Уральский государственный педагогический университет, Екатеринбург

Оксана Васильевна Янцер

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1346-5512>, Scopus Author ID: 57210839936, SPIN-код: 7845-6476,

Author ID: 489673

e-mail: ksenia_yantser@bk.ru

Уральский государственный педагогический университет, Екатеринбург

Статья посвящена результатам фенологических исследований Урала, выполненных с позиций функционально-динамического подхода к рассмотрению пространственно-временной структуры региона. Проанализирована история развития фенологических исследований под руководством В.А. Батманова. Рассмотрена фенологическая сеть в историческом аспекте с конца XIX в. до современного периода. В результате анализа схем физико-географического районирования Урала обоснован выбор ландшафтной провинции как единицы географической привязки региональной фенологической сети. Приведены результаты систематизации и цифровой обработки 49132 единиц хранения архивных данных РГО, фондовых и экспедиционных материалов за XX–XXI вв. Структурный и пространственный анализы

© Гурьевских О.Ю., Иванова Ю.Р., Скок Н.В., Юровских А.М., Янцер О.В., 2021

