



О СУЩЕСТВОВАНИИ СТОКА ВОД ИЗ ПРИИЛЬМЕНСКОЙ НИЗИНЫ НА ЗАПАД ЧЕРЕЗ ПОРХОВСКУЮ ЛОЖБИНУ

✉ Комагорова М.А.^{1,2}, Украинцев В.Ю.¹, Качалов А.Ю.¹

¹Институт географии РАН, Москва, Россия

²Минералогический музей им. А.Е. Ферсмана РАН, Москва, Россия

✉ egorova.com@gmail.com

Вопрос о существовании и абсолютных высотах уровня Привалдайского приледникового озера остаётся дискуссионным, поскольку данные о его отложениях ограничены. В литературе имеются теоретические сведения о перетоке вод приледникового озера, располагавшегося в Приильменской низине, по Порховской ложбине на запад. Задачей этого исследования был поиск геологических свидетельств этого перетока. Результаты проведения механического бурения не свидетельствуют в пользу версии о существовании упомянутого перетока.

Ключевые слова: ленточные глины, озеро Ильмень, озёрно-ледниковые отложения, северо-запад России

Введение. Первые гипотезы о существовании большого приледникового озера на месте современной котловины озера Ильмень появились ещё в 1920х годах [Соколов, 1926]. Со времен Д.Д. Квасова считается, что сток приледникового озера, существовавшего примерно 15–14 тыс. лет назад (л.н.) и названного им Привалдайским, происходил в западном направлении, по так называемой Порховской ложбине [Квасов, 1975]. Затем, когда ледник отступил дальше на северо-запад, а озеро перестало быть приледниковым, направление стока перестроилось на север. Все последующие построения касательно приледникового озера и его перетока так или иначе базировались на теоретической работе Д.Д. Квасова [Васильева и др., 2012; Gorlach et al., 2017; Комагорова, 2023 и др.]. В более ранней литературе, основанной на фактическом материале [Соколов, 1926; Малаховский, 1966; Саммет, 1966], ничего конкретного про сток приледникового озера не говорится. Однако в них есть сведения о приледниковом озере с отметками зеркала воды на высотах до 70 м н.у.м. в котловине озера Ильмень, что позволяет предположить его спуск в том или ином направлении.

Лист карты четвертичных образований О-35-XXIV содержит профиль, поперечно секущий Порховскую низину (рис. 1). Он вскрывает неровный рельеф дочетвертичной поверхности с высотами не менее 30 м н.у.м., на котором плащом залегает поздневалдайская морена мощностью до 20 м, местами перекрытая песчано-глинистыми отложениями, обозначенными озерно-ледниковыми валдайского горизонта. В объяснительной записке к этому комплекту карт [Насонова, Саммет, 1987] не приводятся никаких сведений о перетоке или стоке в этом месте; сказано лишь, что около 14 тыс. л.н. территория освободилась ото льда и образовалось обширное приледниковое озеро, оставившее систему террас, тыловые швы которых фиксируются на высотах от 122-125 м до 40-42.

В объяснительной записке к листу карты четвертичных образований О-36-XIV по поводу спуска приледникового водоема авторы ссылаются на уже упомянутую выше монографию Д.Д. Квасова. Однако, по их данным, на протяжении всего раннего и среднего голоцена сток древнего оз. Ильмень «продолжался по долине Пра-Шелони в сторону Чудского озера» [Кямяря и др., 2007].

На карте масштаба 1:1 000 000 (Листы О-35–N-35–О-36) озерно-ледниковые отложения фиксируются на огромной площади - от современных Онежского и Ладожского озер на юг до Приильменской низины [Кямяря и др., 2012]. В объяснительной

записке к этой карте говорится, с ссылкой на работы Д.Д. Квасова, что оз. Ильмень получило сток в северном направлении только в позднем голоцене, около 2,5 тыс. л.н., когда подъем воды во время Ладожской трансгрессии спровоцировал прорыв протоки между Ильменем и Ладогой.

В процессе изучения главного объекта нашего научного интереса — Ильмень-Волховской гидросистемы — вопрос о стоке из приледникового озера встал достаточно остро, поскольку необходимо было установить, в каком направлении дренировался древний бассейн и в какой момент начался сток в северном направлении, то есть фактически образовалась современная река Волхов.

Материалы и методы. Данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) использовались для сопоставления высот на изучаемых территориях и поиска направления возможного стока, а также для поиска подъездов к скважинам предполагаемого профиля.

Для проверки предполагаемых мест перетока вод приледникового озера применялась цифровая модель высот FABDEM v. 1.2 [Hawker et al., 2022].

Буровые работы осуществлялись на установке «Pride Mount 80» на базе УАЗ-3303 усовершенствованным шнековым способом (методика описана в [Украинцев и др., 2024]). Диаметр шнека (и полученного керна) составлял 8 см. По ЦМР было найдено самое низкое место в районе г. Порхов и поперек этого понижения заложен буровой профиль. Скважины были запланированы по профилю предшественников, а именно составителей карты О-35-XXIV, дабы детализировать разрез. К сожалению, нумерация скважин на карте О-35-XXIV и в отчете не совпадает, и сопоставить описания скважин предшественников и собственные невозможно.

Самостоятельные геодезические работы не проводились, высоты скважин использованы по данным FABDEM v. 1.2.

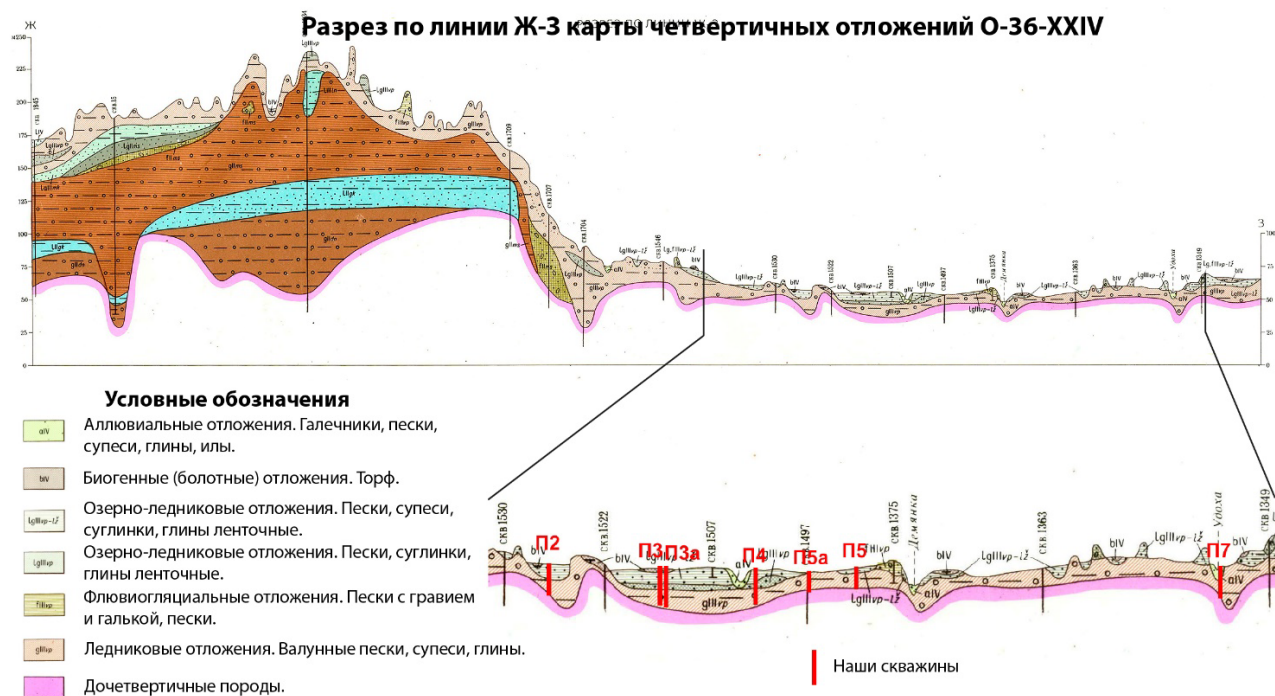


Рис. 1. Разрез через Порховскую низину [Насонова, Саммет, 1987] (сверху) фрагмент профиля, перекрытый собственными скважинами (внизу).

Результаты. Высота современной поверхности в Приильменской низменности составляет от 18 до 35–40 метров н.у.м. Уровень современного оз. Ильмень изменчив и колеблется от 15.71 до 22.93 м н.у.м. [Виноградов и др., 2019]. Абсолютные высоты долины р. Шелонь, которая предполагается как русло стока приледникового озера, плавно

повышаются в западном направлении и в районе Порхова составляют в среднем около 50 м. На рис. 1 показано, как современный буровой профиль соотносится с профилем на карте О-35-XXIV.

На рис. 2 приведен буровой профиль без расчленения осадков по генезису и возрасту. В скважинах П-3, П-3а, П-4 и П-7 в верхних частях вскрыты маломощные песчаные отложения. В целом они между собой похожи – тонко- и мелкозернистый, хорошо сортированный, алевритистый песок. Во многих случаях пески и алевриты образуют переслаивания, местами встречаются суглинистые прослои. Скважина П-3а, выбранная для отбора проб на оптико-стимулированное люминесцентное (ОСЛ) датирование, была заложена в 800 метрах от скв. П-3, однако она вскрывает немного другой разрез. В верхней ее части гораздо меньше песка (2,5 метра), однако именно в ней в низу песчаного интервала песок укрупняется до средне-мелкозернистого. В трех скважинах южной части профиля (П-2, П-3 и П-3а) нижние части разрезов представляют из себя ритмичные переслаивания суглинка (возможно, глины) с алевритом. В скв. П-2 и П-3а в этих переслаиваниях наблюдаются прослои тонкозернистого песка. Ритмы и толщина прослоев меняются как от скважины к скважине, так и по одному разрезу – от листоватого переслаивания до явно видимых слоев мощностью до 1 см. На колонках видно, что суглинки с большим количеством включений кристаллических пород или ярко-голубая девонская глина вскрываются на минимальной высоте 38 м н.у.м. (скв. П-3), в остальных скважинах подобные отложения находятся гораздо выше.

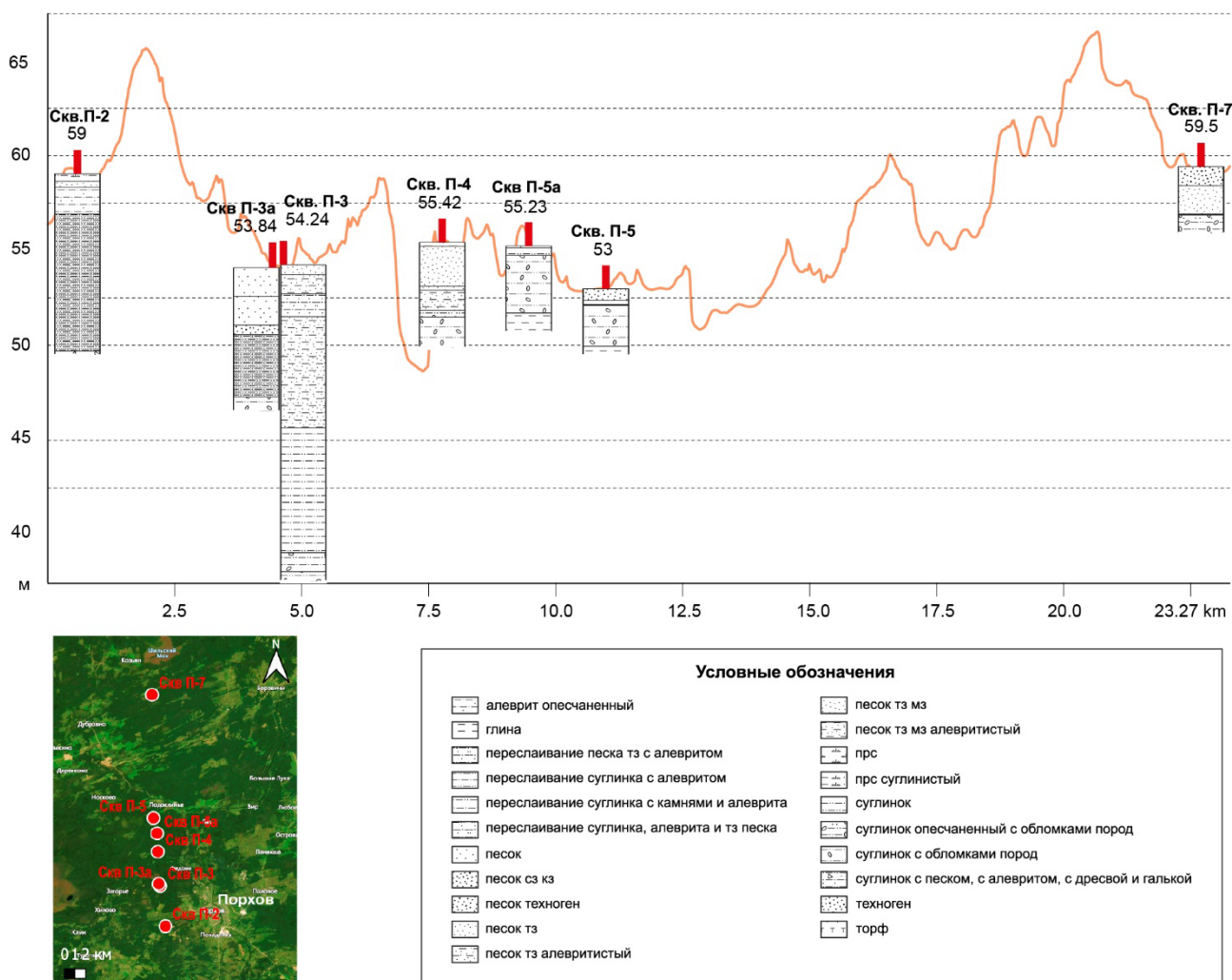


Рис. 2. Буровые колонки Порховского профиля.

Обсуждение результатов. Главной задачей этого исследования был поиск следов перетока вод приледникового озера и определение высот поверхности в Порховской ложбине, которая могла бы подстилать отложения приледникового озера или ложбины перетока, то есть сложена коренными породами или мореной. Вскрытые скважинами П-2, П-3 и П-3а переслаивания суглинков с алевроитами и тонкозернистыми песками отнесены нами к озерно-ледниковым отложениям, поскольку они ритмичны и визуалью очень похожи на ленточные глины. Для проверки этого соображения отобраны пробы для проведения диатомового анализа. Пески, вскрытые во всех скважинах, по нашему мнению, не могут быть отнесены к потоковым, поскольку содержат много алевроита, зачастую глинистого материала, они крайне маломощные, а главное — низы этих песков не сложены осадками, похожими на базальную фацию аллювия, то есть не наблюдается существенного укрупнения зернистости материала. Единственная скважина, где в низах песков размерность укрупняется до крупнозернистой — П-3а, но подстилается этот более крупный песок ритмичными переслаиваниями, то есть явно озерными осадками. Поэтому мы склонны считать эти пески прибрежной фацией небольшого мелеющего водоема.

Установлено, что минимальная высота кровли морены в профиле — 38 метров, в то время как в Приильменской низменности даже современная поверхность ниже, как минимум, на 5-10 метров. Таким образом, уровень приледникового озера должен быть не ниже 40 м н.у.м., чтобы быть единым бассейном для территорий по обе стороны Порховской ложбины. После того, как уровень озера упал ниже 40 м, сток на запад происходить не мог, соответственно, он мог происходить только на север.

Разумеется, на основании лишь геологических, полученных по небольшому буровому профилю, невозможно сделать уверенный вывод о том, что перетока из приледникового озера, расположенного в районе Приильменской низменности, в этом месте не было. Назревает вопрос датирования и определения засвеченности отобранных песков, а также инструментального определения максимальных высот в Приильменской низине, на которых встречаются озерно-ледниковые осадки, поэтому работы в этом направлении будут продолжены.

Финансирование. Исследование выполняется при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда № 25-27-00074.

ЛИТЕРАТУРА

Васильева Н.В., Субетто Д.А., Вербицкий В.Р., Кротова-Путинцева А.Е. История формирования Ильмень-Волховского бассейна // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. 2012. С. 141–150.

Виноградов А.Ю., Обязов В.А., Субетто Д.А., Кадацкая М.М., Виноградов И.А. Уровенный режим озера Ильмень // Гидросфера. Опасные процессы и явления. 2019. Т. 1. Вып. 2. С. 190–218. doi: 10.34753/HS.2019.1.2.002

Квасов Д.Д. Позднечетвертичная история крупных озер и внутренних морей Восточной Европы. АН СССР. Л.: Наука, 1975. 278 С.

Комагорова М.А. Дискуссионный вопрос генезиса гряды Поозерье в северном Приильменье // Рельеф и четвертичные образования Арктики, Субарктики и Северо-Запада России. 2023. Выпуск 10, с. 345–351. doi: 10.24412/2687-1092-2023-10-345-351

Кямря В.В., Рыбалко А.Е., Ненашев Ю.П., Вербицкий В.Р. Государственная геологическая карта четвертичных образований Российской Федерации масштаба 1:200 000. Серия Ильменская. Лист О-36-XIV (Великий Новгород). Объяснительная записка. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2007. 255 с.

Кямря В.В., Мохов В.В., Семенова Л.Р. Четвертичная система. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1: 1 000 000 (третье поколение). Серия Центрально-Европейская. Листы О-35 Псков, (N-35), О-36 Санкт-Петербург. Объяснительная записка. Часть 1. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2012. 510 с.

Малаховский Д.Б. К вопросу об истории развития рельефа района оз Ильмень // Материалы по геол. и пол. ископ. северо-запада СССР. 1966. №. 5. С. 186–191

Насонова Л.Д., Саммет Э.Ю. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200 000. Серия Ильменская. Листы О-35-XXVI, О-35-XXIX, XXX. Объяснительная записка. М.: Недра, 1987

Соколов Н.Н. Геоморфологический очерк района р. Волхов и оз. Ильмень. Материалы по исследованию р. Волхов и его бассейна. Вып. VII. Л., 1926. 360 С.

Саммет Э.Ю. Современные (голоценовые отложения). Строение четвертичной толщи. Геоморфология и четвертичные отложения северо-запада европейской части СССР (Ленинградская, Псковская и Новгородская области). Л.: Наука, 1969. 256 с.

Украинцев В.Ю., Зазовская Э.П., Захаров А.Л., Максимов Ф.Е., Петров А.Ю. О времени проявления эпохи обильного речного стока в бассейне Волги // Водные ресурсы. 2024. Т. 51. №3. С. 235–243. doi: 10.31857/S0321059624030015

Gorlach A., Hang T., Kalm V. GIS-based reconstruction of Late Weichselian proglacial lakes in northwestern Russia and Belarus // Boreas. 2017. Vol. 46. Is.3. P. 486-502. doi:10.1111/bor.12223

Hawker L., Uhe P., Paulo L., Sosa J., Savage J., Sampson C., Neal J. A 30 m global map of elevation with forests and buildings removed // Environmental Research Letters. 2022. Vol. 17. Iss. 2, 024016. doi: 10.1088/1748-9326/ac4d4f

ON THE EXISTENCE OF WATER OUTFLOW WESTWARD FROM THE ILMEN LOWLAND THROUGH THE PORKHOV DEPRESSION

Komagorova M.A.^{1,2}, Ukraintsev V.Yu.¹, Kachalov A.Yu.¹

¹Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

²Fersman Mineralogical Museum, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

The question of the existence and altitude of the mirror surface of the Privaldy proglacial lake over the years remains a subject of debate, as data on the sediments of this lake are quite limited. The literature contains theoretical information about the outflow of waters from the proglacial lake into the Priilmenskaya lowland through the Porkhov depression to the west. The goal of this research was to find geological evidence of outflow through the Porkhov depression. To achieve this, a borehole profile was drilled in the depression. The data obtained do not support the hypothesis of the existence of the said outflow.

Keywords: *varved clays, Lake Ilmen, glaciolacustrine sediments, northwestern Russia*

REFERENCES:

Gorlach A., Hang T., Kalm V. GIS-based reconstruction of Late Weichselian proglacial lakes in northwestern Russia and Belarus // Boreas. 2017. Vol. 46. Is.3. P. 486-502. doi:10.1111/bor.12223

Hawker L., Uhe P., Paulo L., Sosa J., Savage J., Sampson C., Neal J. A 30 m global map of elevation with forests and buildings removed // Environmental Research Letters. 2022. Vol. 17. Iss. 2, 024016. doi: 10.1088/1748-9326/ac4d4f

Komagorova M.A. The debated question of the genesis of the Poozerye ridge in northern Priilmenye // Relief and Quaternary deposits of the Arctic, Subarctic and North-West Russia. 2023. Issue 10, pp. 345–351 (in Russian). doi: 10.24412/2687-1092-2023-10-345-351

Kvasov D. Late Quaternary history of large lakes and inland seas of Eastern Europe. Academy of Sciences of the USSR. Leningrad: Nauka, 1975. 278 p. (in Russian).

Kyamyarya V., Rybalko A., Nenashov Y., Verbitsky V. State Geological Map of Quaternary formations of the Russian Federation at 1:200,000 scale. Ilmen series. Sheet O-36-XIV (Veliky Novgorod). Explanatory Note. St. Petersburg: Cartographic Factory of VSEGEI, 2007. 255 p. (in Russian).

Kyamyarya V., Mokhov V., Semenova L. Quaternary system. State Geological Map of the Russian Federation. Scale 1:1,000,000 (third generation). Central European series. Sheets O-35 Pskov, (N-35), O-36 St. Petersburg. Explanatory Note. Part 1. St. Petersburg: Cartographic Factory of VSEGEI, 2012. 510 p. (in Russian).

Malakhovsky D.B. On the history of landscapes development in the Ilmen area. Materials on geological and paleontological studies of the northwest USSR. 1966. № 5. pp. 186–191 (in Russian).

Nasonova L., Sammet E. State Geological Map of the Russian Federation at 1:200,000 scale. Ilmen series. Sheets O-35-XXVI, O-35-XXIX, XXX. Explanatory Note. Moscow: Nedra, 1987 (in Russian).

Sammet E. Modern (Holocene) deposits. Structure of the Quaternary strata. Geomorphology and Quaternary deposits of northwestern European part of the USSR (Leningrad, Pskov, and Novgorod regions). Leningrad: Nauka, 1969. 256 p. (in Russian).

Sokolov N. Geomorphological sketch of the Volkhov River and Ilmen Lake area. Materials on the study of the Volkhov River and its basin. Issue VII. Leningrad, 1926. 360 p. (in Russian)

Ukrainitsev V., Zazovskaya E., Zakharov A., Maksimov F., Petrov A. On the timing of the epoch of abundant river flow in the Volga basin // *Water Resources*. 2024. Vol. 51. Iss. 3. P. 163–170. doi: 10.1134/S0097807824700714

Vasilyeva N., Subetto D., Verbitsky V., Krotova-Putintseva A. History of the formation of the Ilmen-Volhov basin. Proceedings of the Russian State Pedagogical University named after A.I. Herzen. 2012. pp. 141–150 (in Russian)

Vinogradov A., Obzjov V., Subetto D., Kadatskaya M., Vinogradov I. Water level regime of Lake Ilmen // *Hydrosphere. Dangerous processes and phenomena*. 2019. Vol. 1., № 2. P. 190–218 (in Russian). doi: 10.34753/HS.2019.1.2.002