

УДК 551.7

МОРФОЛОГИЯ ОЗЕР ЦЕНТРАЛЬНО-ТУНГУССКОГО ПЛАТО (КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ, ЭВЕНКИЯ): НОВЫЕ СВЕДЕНИЯ ПО ПРОБЛЕМЕ ТУНГУССКОЙ КАТАСТРОФЫ 1908 ГОДА

© 2023 г. Д. Ю. Рогозин^{1,2,*}, П. С. Крылов³, А. Н. Даутов³, А. В. Дарьин⁴, И. А. Калугин⁴,
А. В. Мейдус⁵, академик РАН А. Г. Дегерменджи¹

Поступило 19.12.2022 г.

После доработки 09.01.2023 г.

Принято к публикации 16.01.2023 г.

С помощью эхолокации и сейсмоакустического профилирования исследованы форма дна и толщина донных отложений небольших озер Заповедное и Пеюнгда, расположенных на территории Государственного природного заповедника “Тунгусский” в 50–60 км от предполагаемого эпицентра “Тунгусской катастрофы” – мощного взрыва неизвестной природы, произошедшего в 1908 г. Выявлено, что оба озера имеют формы конических воронок глубиной 60 и 34 м соответственно, и схожи по форме и размерам с озером Чеко, которое по предположениям некоторых исследователей является следом от падения небесного тела в результате “Тунгусской катастрофы”. Ранее предполагалось, что необычная форма озера Чеко является уникальной для данной местности, и это было одним из основных аргументов в пользу его импактного происхождения. На примере озер Заповедное и Пеюнгда мы показали, что форма озера Чеко не уникальна для данной местности, при этом возраст донных отложений озер Заповедное и Пеюнгда превышает несколько тысяч лет. Схожесть формы трех водоемов и их расположение в руслах рек указывают на общность их происхождения и свидетельствуют против гипотезы об импактном происхождении озера Чеко в 1908 г. в результате “Тунгусской катастрофы”.

Ключевые слова: Тунгусский феномен 1908 г., донные отложения, батиметрия, сейсмоакустика, скорость осадконакопления

DOI: 10.31857/S2686739722602861, EDN: FFIOEJ

Природа Тунгусской катастрофы 1908 г. (“Тунгусский метеорит”) до сих пор неизвестна [1, 2], и любые новые сведения, касающиеся этой темы, являются ценным вкладом в коллекцию знаний, направленных на разгадку причин данного явления.

Среди водоемов, расположенных в районе Тунгусской катастрофы, наибольшее внимание исследователей привлекло озеро Чеко (60°57.904' с.ш.,

101°51.551' в.д.), поскольку оно расположено в непосредственной близости (8 км) от предполагаемого эпицентра взрыва 1908 г. Ранее были детально исследованы морфология его дна с помощью эхолокации и состав донных отложений [3–5]. На основе ряда признаков авторами цитируемых работ была высказана гипотеза о том, что данное озеро является кратером падения небесного тела в момент Тунгусского взрыва 1908 г. Основанием для такого предположения послужили большая для данной местности глубина (более 54 м) и форма озера в виде круглой конической воронки с необычно большим отношением глубины к диаметру, не характерным, по мнению цитируемых авторов, для данной местности [3]. Еще одним аргументом в пользу высказанной гипотезы послужил тот факт, что только верхняя часть донных отложений озера Чеко (около 1 м толщиной) имеет ламинированную структуру, характерную для осадконакопления в глубоких водоемах озерного типа, что свидетельствует об относительно недавнем образовании столь глубокого озера. По оценке авторов цитируемых работ, возраст озерных отложений составил около 100 лет, что соот-

¹Институт биофизики Сибирского отделения Российской академии наук, Красноярск, Россия

²Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия

³Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

⁴Институт геологии и минералогии им. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск, Россия

⁵Красноярский государственный педагогический университет им. Астафьева, Красноярск, Россия

*E-mail: rogozin@ibp.ru

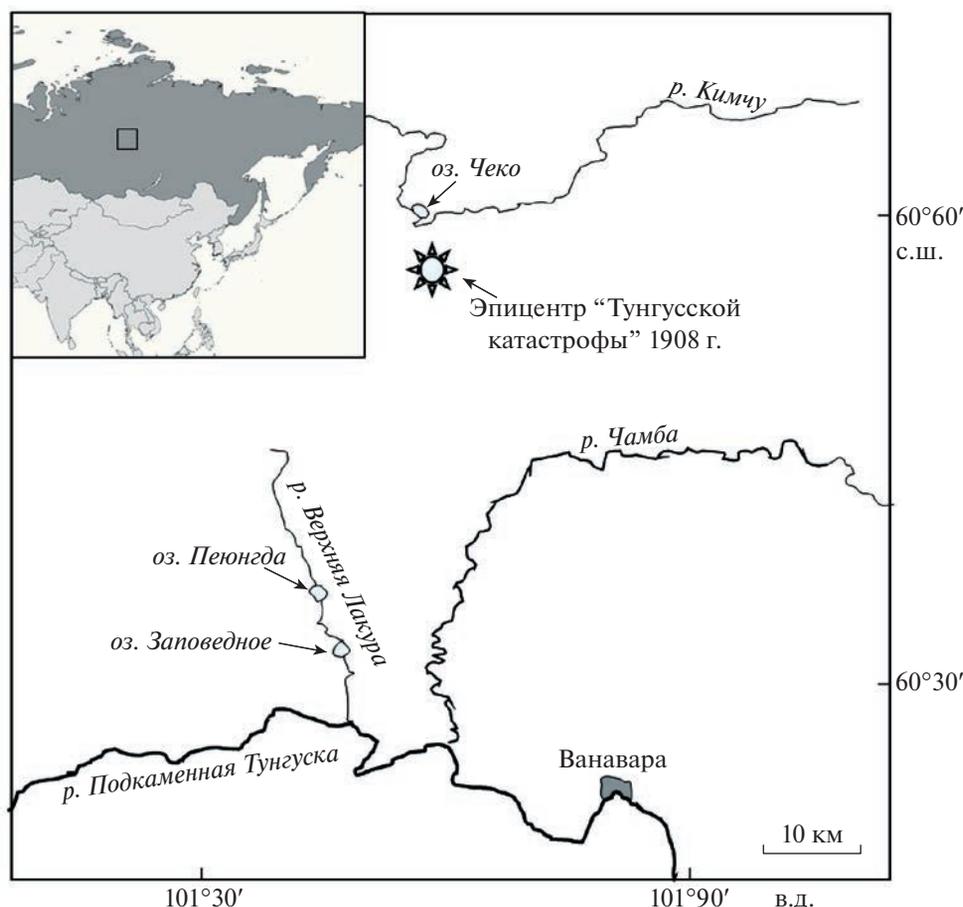


Рис. 1. Географическое положение исследуемых озер.

ветствует периоду времени с момента Тунгусского взрыва 1908 г. [3, 5]. Однако в 2016 г. донные отложения озера Чеко были независимо исследованы нашей группой, и с помощью тех же методов в сочетании с прямым подсчетом годичных слоев (варв) была получена другая оценка возраста озерных отложений – около трехсот лет на глубине, соответствующей максимальной длине исследованного керна (около 1.2 м) [6]. Тем самым мы оспорили гипотезу о связи происхождения озера Чеко с Тунгусским феноменом 1908 г. [6].

В настоящей статье мы впервые описываем морфологию дна двух других озер (Заповедное и Пеюнга), расположенных в этом же районе, и показываем, что они аналогичны по форме и сравнимы по глубине с озером Чеко, т.е. форма озера Чеко не уникальна для данной местности. Расположение всех трех озер в руслах рек также указывает на общность их происхождения. Ранее сделанная нами датировка донных отложений показала, что возраст озера Заповедного больше двух тысяч лет [7]. Толща озерных отложений озера Пеюнга превышает 4 м, что позволяет оценивать его возраст в несколько тысяч лет. Таким

образом, возраст всех трех озер превышает возраст Тунгусской катастрофы, а форма озер указывает на общую причину происхождения. Эти факты являются аргументами против гипотезы об уникальном импактном происхождении озера Чеко в 1908 г.

Озеро Заповедное ($60^{\circ}31.688'$ с.ш., $101^{\circ}43.740'$ в.д.) – небольшой водоем почти круглой формы диаметром около 500 м, расположенный на границе Государственного природного заповедника “Тунгусский” (Эвенкийский район Красноярского края), в 60 км от поселка Ванавара, и приблизительно в 60 км к югу от озера Чеко и предполагаемого эпицентра взрыва 1908 г. Озеро Пеюнга ($60^{\circ}37.174'$ с.ш., $101^{\circ}38.442'$ в.д.) также имеет почти правильную округлую форму диаметром около 600 м, и расположено в 12 км к северо-западу от оз. Заповедное. Через оба озера протекает небольшая река Верхняя Лакура, приток реки Подкаменная Тунгуска (рис. 1).

В сентябре 2022 г. нами были проведены измерения профилей дна озер Заповедное и Пеюнга с помощью эхолота-картплоттера на надувной моторной лодке. Для озера Заповедное было от-

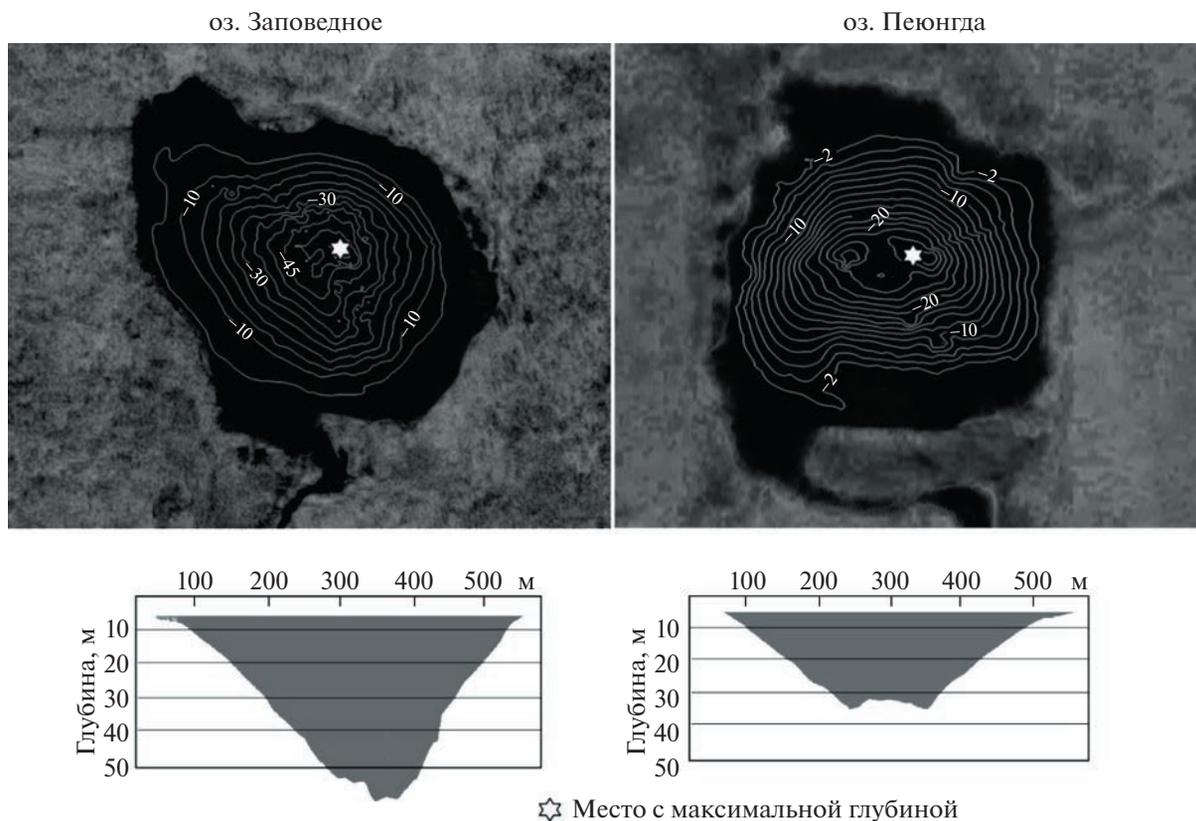


Рис. 2. Морфологические характеристики озер Заповедное и Пеюнга.

снято около 5200 точек, для озера Пеюнга около 2200 точек, равномерно распределенных по акватории озер. Для построения батиметрических изображений использовали программу SURFER 8 (Golden Software, 2002). Спутниковые изображения озер получены с интернет-ресурса Google.

Сейсмоакустические исследования проводились по методу непрерывного сейсмоакустического профилирования (НСП). Работы проводились с использованием сейсмоакустического комплекса, разработанного и сконструированного в Казанском (Приволжском) федеральном университете [8]. На сейсмоакустических разрезах по вертикали откладывается глубина в метрах (при пересчете времени в глубину использовалась скорость распространения звука в воде 1500 м/с), по горизонтали откладываются пикеты возбуждения (10 пикетов на разрезе соответствуют 100 возбуждениям акустической волны) (рис. 3, 4). Для оз. Заповедное было получено 12 разрезов, для оз. Пеюнга – 11.

Было выяснено, что максимальная глубина озера Заповедное равна 60.3 м в точке, $60^{\circ}31.688' \text{ с.ш.}, 101^{\circ}43.740' \text{ в.д.}$, расположенной вблизи геометрического центра водоема, ближе к восточному берегу (рис. 2). Дно озера имеет форму конической воронки (рис. 2), если не считать мелководную

прибрежную зону. Склоны дна озера слабо-асимметричные, северо-восточный склон несколько более крутой, чем остальные. Отношение глубина/диаметр составляет около 0.1. Таким образом,

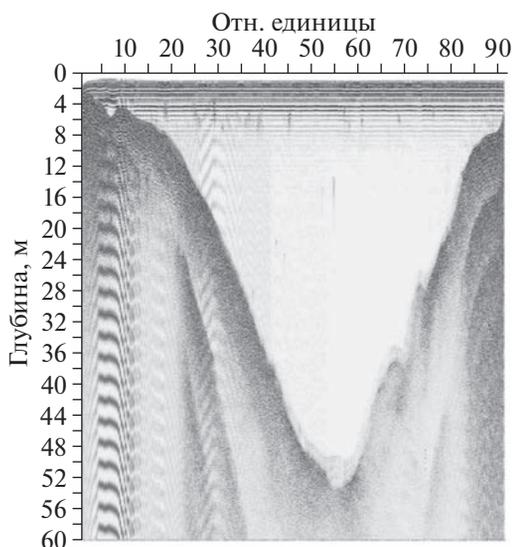


Рис. 3. Сейсмоакустический профиль дна озера Заповедное в районе максимальной глубины.

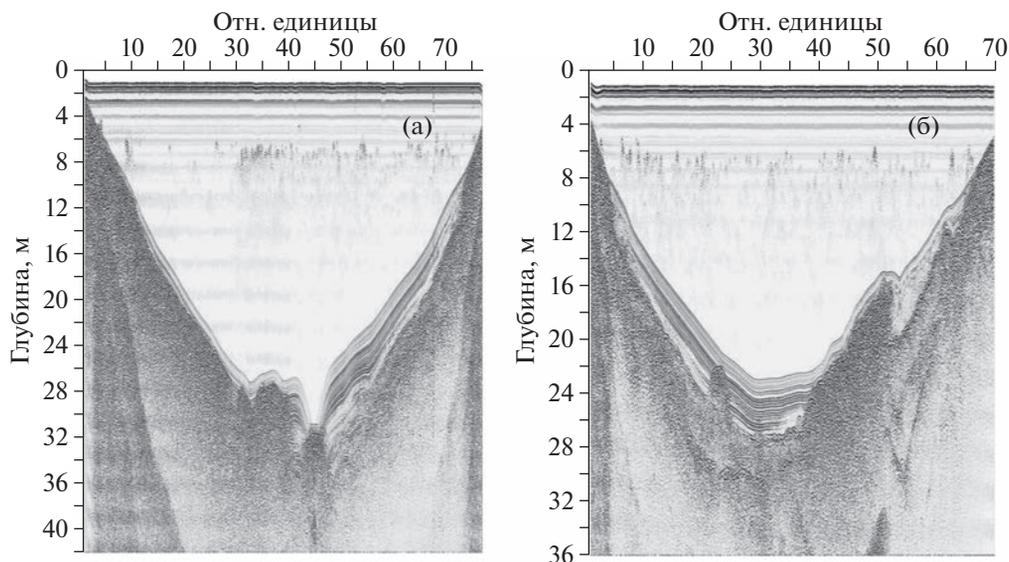


Рис. 4. Сейсмоакустические профили дна озера Пеюнга. а – в районе максимальной глубины, б – в стороне от центра озера.

озеро Заповедное по форме и размерам можно считать аналогом озера Чеко (рис. 2). Озеро Пеюнга имеет также коническую форму с двумя углублениями в центральной части, максимальная глубина 34,6 м в точке $60^{\circ}37.174'$ с.ш., $101^{\circ}38.442'$ в.д. (рис. 2).

Сейсмоакустическое профилирование показало, что видимая мощность донных отложений оз. Заповедное в районе максимальной глубины достигает 4 м (рис. 3 а). На глубине 38 и 28 м в правой части разреза наблюдаются выступы, на склонах которых залегают донные отложения. На сейсмоакустическом разрезе оз. Пеюнга в районе максимальной глубины донные отложения в левой и правой части разреза залегают относительно параллельно, в центральной части наблюдается понижение с прогибанием осей синфазности (рис. 4 а). Вероятно, погружение связано с карстовыми процессами. Погружение было плавное, так как слоистость до критического момента сохранена, а дальше в эпицентре погружения наблюдается хаотическая картина акустической записи. Максимальная глубина в данном разрезе составила 31 м, донные отложения здесь достигают 4 м. На сейсмоакустическом разрезе, расположенном на некотором расстоянии от центра, на глубине 23 м, мощность отложений составила также 4 м, в правой части разреза потеря корреляции слоистого разреза, вероятно, связана с наличием газа в отложениях (рис. 4 б).

Донные отложения обоих озер представляют собой тонкодисперсные темно-коричневые и черные илы с большим содержанием органики и слабо выраженной слоистой структурой, в отложениях глубже 1 м характер осадка меняется на

более плотный, с более выраженной слоистостью.

В марте 2015 г. из озера Заповедное нами был отобран керн донных отложений длиной 120 см, для которого был определен возраст на основе вертикального распределения радиоактивности изотопов ^{137}Cs , ^{210}Pb в верхней части керна, и радиоуглеродного анализа в средней и нижней частях керна. Было показано, что возраст нижних слоев керна составляет около 2000 лет [7], а слой, соответствующий 1908 г., расположен на глубине 16 см [7, 9]. В настоящее время осуществляется многопрофильный анализ геохимических, биохимических и палеонтологических компонентов донных отложений озер Заповедное и Пеюнга с целью реконструкции климата позднего голоцена и возможного обнаружения геохимических аномалий, связанных с Тунгусским феноменом 1908 г., в соответствующих слоях.

Наше исследование формы дна озер Заповедное и Пеюнга опровергает уникальность формы озера Чеко. Схожесть формы трех водоемов указывает на общность их происхождения. Разница в возрасте толщи озерных отложений ставит под сомнение импактное происхождение этих озер – для этого потребовались бы падение трех почти одинаковых космических тел в разное время, что крайне маловероятно, учитывая, что озера расположены практически в одном месте Земли. Вдобавок, расположение всех трех озер в руслах рек (оз. Чеко – в русле реки Кимчу (рис. 1)) вряд ли может быть случайным явлением. Следовательно, более вероятной представляется геологическая природа происхождения всех вышеописанных озер. Предположительно, их происхождение

связано с карстовыми процессами, поскольку форма озерных чаш выглядит как следствие провалов в подстилающих породах. Выяснение происхождения этих водоемов является предметом дальнейших исследований. Таким образом, получено еще одно свидетельство против гипотезы о возникновении озера Чеко в результате Тунгусского феномена.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы благодарны сотрудникам заповедника “Тунгусский” за помощь в данном исследовании.

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Исследование выполнено за счет средств Российского научного фонда, грант № 22-17-00185, <https://rscf.ru/project/22-17-00185/>.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Васильев Н.В.* Проблема Тунгусского метеорита на рубеже столетий /Тунгусский заповедник. Выпуск 1. Томск. Изд-во Томского университета. 2003. 294 с.
2. *Гладышева О.Г.* Тунгусская катастрофа: детали годоволомки. Санкт-Петербург: Изд-во Наука, 2011. 183 с.
3. *Gasperini L., Alvisi F., Biasini G., Bonatti E., Longo G., Pipan M., Ravaoli M., Serra R.* A possible impact crater for the 1908 Tunguska Event // *Terra Nova*. 2007. V. 19. P. 245–251.
4. *Gasperini L., Bonatti E., Longo G.* Lake Cheko and the Tunguska Event: impact or non-impact? // *Terra Nova*. 2008. V. 20. P. 169–172.
5. *Gasperini L., Bonatti E., Albertazzi S., Forlani L., Accorsi C.A., Longo G., Ravaoli M., Alvisi F., Polonia A., Sacchetti F.* Sediments from Lake Cheko (Siberia), a possible impact crater for the 1908 Tunguska Event // *Terra Nova*. 2009. V. 21. P. 489–494.
6. *Рогозин Д.Ю., Дарьин А.В., Калугин И.А., Мельгунов М.С., Мейдус А.В., Дегерменджи А.Г.* Оценка скорости накопления донных отложений в озере Чеко (Эвенкия, Сибирь): новые сведения по проблеме Тунгусского феномена 1908 года // *ДАН*. 2017. Т. 476. № 6. С. 685–687.
7. *Рогозин Д.Ю., Болобанищикова Г.Н., Бурдин Л.А., Мейдус А.В.* Угольные макрочастицы в донных отложениях озер Центрально-Тунгусского плато (Сибирь, Эвенкия) как индикатор динамики лесных пожаров и возможный след Тунгусской катастрофы 1908 г. // *Сибирский экологический журнал*. 2022. № 4. С. 404–414. 62.
8. *Krylov P.S., Nourgaliev D.K., Yasonov P.G.* Seismic investigations of lake Chebarkul in the process of searching chelyabinsk meteorite // *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*. 2015. V. 10. P. 744–746.
9. *Дарьин А.В., Рогозин Д.Ю., Мейдус А.В., Бабич В.В., Калугин И.А., Маркович Т.И., Ракшун Я.В., Дарьин Ф.А., Сороколетов Д.С., Гогин А.А., Сенин Р.А., Дегерменджи А.Г.* Следы Тунгусского события 1908 г. в донных осадках озера Заповедное по данным сканирующего РФА СИ // Доклады РАН. Науки о Земле. 2020. Т. 492. № 2.

MORPHOLOGY OF LAKES OF THE CENTRAL TUNGUSKA PLATEAU (SIBERIA, EVENKIA): NEW INFORMATION ON THE PROBLEM OF THE “TUNGUSKA EVENT 1908”

**D. Y. Rogozin^{a,b,#}, P. S. Krylov^c, A. N. Dautov^c, A. V. Darin^d, I. A. Kalugin^d,
A. V. Meydus^e, and Academician of the RAS A. G. Degermendzhy^a**

^a*Institute of Biophysics, Siberian Division of Russian Academy of Sciences, Krasnoyarsk, Russian Federation*

^b*Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russian Federation*

^c*Kazan (Volga) Federal University, Kazan, Russian Federation*

^d*Institute of Geology and Mineralogy Siberian Division of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russian Federation*

^e*Krasnoyarsk State Pedagogical University, Krasnoyarsk, Russian Federation*

[#]*E-mail: rogozin@ibp.ru*

The bottom morphology and thickness of bottom sediments of lakes Zapovednoye and Peyungda were studied by echo-sounding and seismic reflection profiling. The lakes are located in 60 km and 50 km from inferred explosion epicenter of “Tunguska event 1908”, respectively. We showed that both lakes have circular shape and funnel-like morphology with 60 and 34 m maximum water-depth, respectively, close to their geometrical centers. The shape of the lake is similar to famous Lake Cheko which is believed to be a secondary impact crater for Tunguska event of 1908. The shape of Lake Cheko was suggested to be highly unusual that was one of arguments to support the hypothesis of impact origin of Lake Cheko. We have shown that lakes Zapovednoye and Peyungda are examples of funnel-like deep lakes, and the age of both lakes exceeds are two thousand years. Therefore, we assume that all three lakes are most likely of karst origin. The similarity of the shape of the three reservoirs and their location in the riverbeds indicate the similar origin and testify against the hypothesis of the impact origin of Lake Cheko in 1908.

Keywords: Tunguska 1908 Event, lake sediments, bathymetry, seismic reflection, sedimentation rate