

Sediments and morphology of deep lakes of Central Tunguska Plateau (Krasnoyarsk krai, Evenkia): on the problem of the Tunguska Event at 1908



Rogozin D.Y.^{1,2,*}, Darin A.V.³, Kalugin A.I.³, Krylov P.S.⁴, Meydus A.V.⁵

¹Institute of Biophysics, Siberian Division of the Russian Academy of Sciences (IBP SB RAS), Akademgorodok Str., 50/50, Krasnoyarsk region, Krasnoyarsk, 660036, Russia

²Siberian Federal University (SibFU), 79 Svobodny Ave, Krasnoyarsk region, Krasnoyarsk, 660041, Russia

³Sobolev Institute of Geology and Mineralogy Siberian Division of Russian Academy of Sciences, Prospekt Koptyuga 3, Novosibirsk, 630090, Novosibirsk, Russia

⁴Kazan (Volga) Federal University, Kremlevskaya18/1, Kazan, 420008, Republic of Tatarstan, Russia

⁵Astafiev Krasnoyarsk State Pedagogical University, Ady Lebedevoi 89, 660049, Krasnoyarsk, Russia

ABSTRACT. The shape of the bottom and the thickness of sediments of small lakes Zapovednoye and Peyungda, located 50-60 km from the supposed epicenter of the “Tunguska Event” of 1908, were studied using echo-sounding and seisimo-acoustic profiling, and their age was estimated using ¹³⁷Cs, ²¹⁰Pb, ¹⁴C. It was revealed that both lakes have funnel shape with a depth of 60 and 34 m, respectively, and are similar in shape and size to Lake Cheko, which, according to some researchers, is an impact crater formed by a celestial body as a result of the “Tunguska Event 1908”. The examples of lakes Zapovednoye and Peyungda show that the shape of Lake Cheko is not unique to this area. The age of the bottom sediments of lakes Zapovednoye and Peyungda exceeds several thousand years. In the sediments of lakes Zapovednoye and Peyungda, a layer with a high content of terrigenous elements was identified, presumably formed due to the input of disturbed soil layer as a result of the massive fall of trees after the “Tunguska 1908”. Thus, the presence of two deep funnel-shaped lakes near the epicenter of the “Tunguska 1908” much older than 1908, casts doubt on the uniqueness of Lake Cheko, and therefore its impact origin. In addition, according to our estimate, the age of Lake Cheko is no less than 300 years, which contradicts the hypothesis of its origin as a result of the “Tunguska 1908”.

Keywords: Tunguska 1908, lake sediments, bathymetry, seisimo-acoustics

For citation: Rogozin D.Y., Darin A.V., Kalugin A.I., Krylov P.S., Meydus A.V. Sediments and morphology of deep lakes of Central Tunguska Plateau (Krasnoyarsk krai, Evenkia): on the problem of the Tunguska Event at 1908 // Limnology and Freshwater Biology. 2024. - № 4. - P. 594-599. DOI: [10.31951/2658-3518-2024-A-4-594](https://doi.org/10.31951/2658-3518-2024-A-4-594)

1. Introduction

The Tunguska Event 1908 (TE), the so-called “Tunguska meteorite”, is the most powerful atmospheric explosion in history that occurred on June 30, 1908 in the area of the village of Vanavara (Evenkia, Krasnoyarsk Territory, Russia). TE resulted in a strong forest fire and a massive fall of trees over a large area. The causes of the TE have not yet been precisely established; according to one of the latest hypotheses, it was the passage of a cosmic body through the atmosphere near the Earth’s surface (Khrennikov et al., 2020). According to a number of researchers Lake Cheko, a small round shaped 50-m deep lake located near the epicenter of the TC, is presumably a crater from the fall

of a fragment of a celestial body at the moment of TC (Gasperini et al., 2007). As part of paleoclimatic studies of Central Siberia, we for the first time assessed the age and studied the morphological characteristics of lakes Peyungda and Zapovednoye, located in the same area.

2. Materials and methods

Lake Zapovednoye (60°31.688’ N, 101°43.740’ E), a small body of almost circular shape with a diameter of about 500 m, located on the border of the Tungusky State Nature Reserve (Evenkia district of the Krasnoyarsk Territory), 60 km from the village of Vanavara, and approximately 60 km south of Lake Cheko and the supposed epicenter of the TE. Lake

*Corresponding author.

E-mail address: rogozin@ibp.ru (D.Y. Rogozin)

Received: June 01, 2024; **Accepted:** July 02, 2024;

Available online: August 26, 2024

© Author(s) 2024. This work is distributed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.



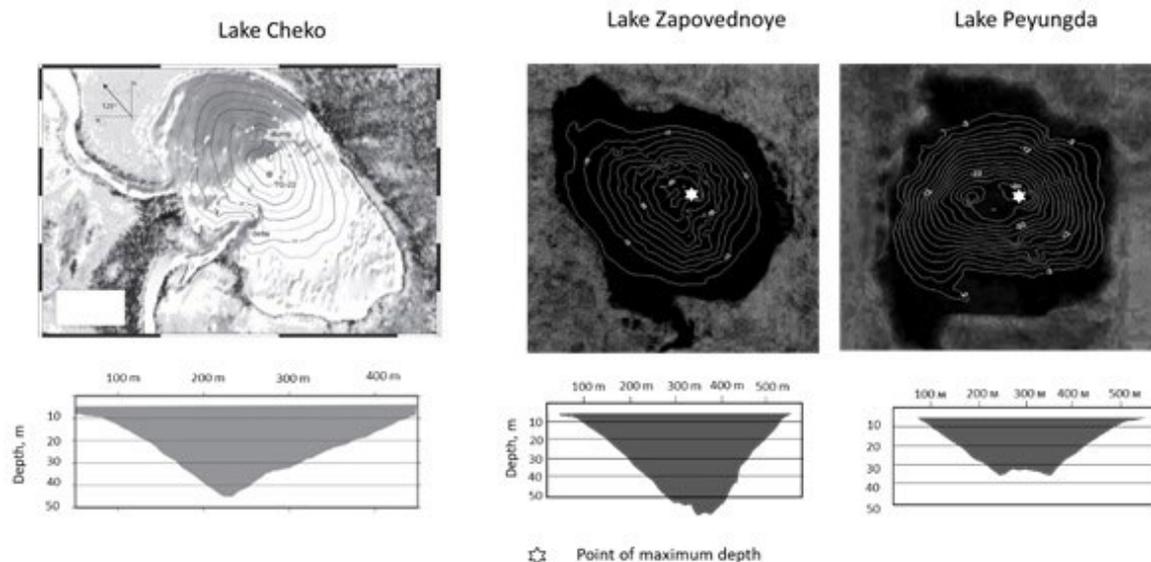


Fig.1. Morphological characteristics of lakes Cheko (from Gasperini et al., 2007), Zapovednoye and Peyungda (from Rogozin et al., 2023).

Peyungda ($60^{\circ}37.174'N$ $101^{\circ}38.442'E$) also has an almost regular round shape with a diameter of about 600 m, and is located 12 km northwest from the Lake Zapovednoye. The small river Verkhnyaya Lakura, a tributary of the Podkamennaya Tunguska River, flows through both lakes (Fig. 1). Bottom sediments up to 140 cm deep were collected using a gravity sampler in the central part of the lakes. The age of sediments from lakes Zapovednoye and Peyungda was estimated based on the distribution of radioactivity of the isotopes ^{137}Cs , ^{210}Pb , ^{14}C . The bathymetry maps of the lakes were surveyed using an echo sounder-chartplotter data. The continuous seismoacoustic profiles of sediments were obtained by a seismoacoustic complex created at the Kazan (Volga Region) Federal University. The elemental composition of bottom sediments was determined by X-ray fluorescence scanning (XRF-SI, Novosibirsk).

3. Results

It was found that the maximum depth of lakes Zapovednoye and Peyungda is 60 m and 35 m, respectively. The bottom of Lake Zapovednoye has the shape of a conical funnel (Fig. 1). Lake Peyungda also has a conical shape with two depressions in the central part, the thickness of the bottom sediments of the lakes Zapovednoye and Peyungda in the point of maximum depth reaches 4 m and 6 m, respectively (Rogozin et al., 2023). Age of the 120 cm-long core of Lake Zapovednoye is over 2 thousand years; the 140 cm-long core of Lake Peyungda is over 4 thousand years. Clearly visible layers with increased content of terrigenous elements - Ti, Rb, Y, Zr were identified in the sediments of both lakes at the sediment depths corresponding to approximately 1908 (Darin et al., 2020).

4. Discussion

The shape of the bottom of lakes Zapovednoye and Peyungda indicates that the shape of Lake Cheko is

not unique (Rogozin et al., 2023). The similarity of the shape of the three reservoirs rather indicates their common origin. The difference in the age of the lake sediments testifies against the hypothesis about the impact origin of these lakes - the fall of three almost identical cosmic bodies at different times in almost the same place on Earth is unlikely. In addition, the location of all three lakes in river beds (Lake Cheko - in the bed of the Kimchu River) can hardly be a random phenomenon. Consequently, the geological nature of the origin of all three lakes seems more likely. Determining the origin of these lakes is the subject of further research. We suppose that a clearly distinguishable layer with an increased content of terrigenous elements appeared as a result of the washout of the soil cover, disturbed by the massive fall of trees at the time of the TE (Darin et al., 2020). A previously published study found that the 126 cm-long core of Lake Cheko was about 300-400 years old (Rogozin et al., 2017).

5. Conclusions

Thus, we have obtained facts that testify rather against the hypothesis about the impact emergence of Lake Cheko as a result of the TE. To definitively clarify the question of the origin of Lake Cheko, detailed studies of longer cores are required.

Acknowledgements

The research was funded by Russian Science Foundation, grant No. 22-17-00185 <https://rscf.ru/en/project/22-17-00185>.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest

References

- Darin A.V., Rogozin D.Y., Meydus A.V. et al. 2020. Traces of “Tunguska 1908” event in sediments of Lake Zapovednoye according to SR-XRF data. *Doklady Earth Sciences* 492 (2): 442-445. DOI: [10.1134/S1028334X20060045](https://doi.org/10.1134/S1028334X20060045)
- Gasperini L., Alvisi F., Biasini G. et al. 2007. A possible impact crater for the 1908 Tunguska Event. *Terra Nova*. 19: 245–251.
- Khrennikov D.E., Titov A.K., Ershov A.E. et al. 2020. On the possibility of through passage of asteroid bodies across the Earth’s atmosphere. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 493 (1): 1344–1351.
- Rogozin D.Y., Darin A.V., Kalugin I.A. et al. 2017. Sedimentation rate in Lake Cheko (Evenkia, Siberia): new evidence to the problem of 1908 Tunguska Event. *Doklady Earth Sciences* 476 (2): 1226-1228.
- Rogozin D.Y., Krylov P.S., Dautov A.N. et al. 2023. Morphology of lakes of the Central Tunguska Plateau (Krasnoyarsk krai, Evenkia): new data on the problem of the Tunguska Event of 1908. *Doklady Earth Sciences* 510: 307-311. DOI: [10.31857/S2686739722602861](https://doi.org/10.31857/S2686739722602861)

Донные отложения и морфология глубоких озер Центрально-Тунгусского плато – к вопросу о Тунгусской катастрофе 1908 года

Краткое сообщение

LIMNOLOGY
FRESHWATER
BIOLOGYРогозин Д.Ю.^{1,2,*}, Дарьин А.В.³, Калугин И.А.³, Крылов П.С.⁴, Мейдус А.В.⁵¹ Институт биофизики Сибирского Отделения Российской Академии наук, ул. Академгородок 50 стр. 50, Красноярск, 660036, Россия² Сибирский Федеральный Университет, пр-т Свободный 79, Красноярск, 660041, Россия³ Казанский (Приволжский) Федеральный Университет, ул. Кремлевская, д.18, корп.1, г. Казань, 420008, Республика Татарстан, Россия⁴ Институт геологии и минералогии им. Соболева Сибирского Отделения Российской Академии наук, пр-т Коптюга 3, Новосибирск, 630090, Россия⁵ Красноярский Государственный Педагогический Университет им. Астафьева, ул. Ады Лебедевой, 89, Красноярск, 660049, Россия

АННОТАЦИЯ. С помощью эхолокации и сейсмоакустического профилирования исследована форма дна и толщина донных отложений небольших озер Заповедное и Пеюнга, расположенных в 50-60 км от предполагаемого эпицентра «Тунгусской катастрофы» 1908 года, а также оценен их возраст с помощью ¹³⁷Cs, ²¹⁰Pb, ¹⁴C. 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» 1908 года. На примере озер Заповедное и Пеюнга мы показали, что форма озера Чеко не уникальна для данной местности. Возраст донных отложений озер Заповедное и Пеюнга превышает несколько тысяч лет. В отложениях озер Заповедное и Пеюнга выявлен слой с повышенным содержанием терригенных элементов, предположительно сформировавшийся из-за смыва нарушенного слоя почвы в результате массового вывала деревьев после «Тунгусской катастрофы» 1908 года. Таким образом, наличие вблизи эпицентра ТК еще двух глубоких округлых озер значительно старше 1908 года, ставит под сомнение уникальность озера Чеко, а следовательно – и его импактное происхождение. Кроме того, по нашей оценке, возраст озера Чеко не меньше 300 лет, что противоречит гипотезе о его происхождении в результате «Тунгусской катастрофы».

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

Для цитирования: Рогозин Д.Ю., Дарьин А.В., Калугин И.А., Крылов П.С., Мейдус А.В. Донные отложения и морфология глубоких озер Центрально-Тунгусского плато – к вопросу о Тунгусской катастрофе 1908 года // Limnology and Freshwater Biology. 2024. - № 4. - С. 594-599. DOI: [10.31951/2658-3518-2024-A-4-594](https://doi.org/10.31951/2658-3518-2024-A-4-594)

1. Введение

Тунгусская катастрофа (ТК), так называемый «Тунгусский метеорит» – мощнейший в истории атмосферный взрыв, произошедший 30 июня 1908 года в районе п. Ванавара (Эвенкия, Красноярский край, Россия), вызвавший сильный лесной пожар и массовый вывал деревьев на значительной территории. Причины ТК до сих пор точно не установлены, по одной из последних гипотез это было прохождение космического тела через атмосферу вблизи поверхности Земли (Khrennikov et al., 2020). Вблизи

эпицентра ТК расположено озеро Чеко, имеющее округлую форму и значительную глубину свыше 50 м. Ряд исследователей на основании морфологических характеристик и оценки возраста отложений высказали гипотезу, что оз. Чеко является кратером от падения осколка небесного тела в момент ТК (Gasperini et al., 2007). Нами в рамках палеоклиматических исследований Средней Сибири впервые была проведена оценка возраста и исследованы морфологические характеристики озер Пеюнга и Заповедное, расположенных в этом же районе.

*Автор для переписки.

Адрес e-mail: rogozin@ibp.ru (Д.Ю. Рогозин)

Поступила: 01 июня 2024; **Принята:** 02 июля 2024;

Опубликована online: 26 августа 2024

© Автор(ы) 2024. Эта работа распространяется под международной лицензией Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0.



2. Материалы и методы

Озеро Заповедное (60°31.688' СШ, 101°43.740' ВД), 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°37.174' СШ 101°38.442' ВД) 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). Донные отложения глубиной до 140 см отбирались гравитационным пробооборником в центральной части озер. Возраст отложений озер Заповедное и Пеюнга оценивался на основе распределения радиоактивности изотопов ^{137}Cs , ^{210}Pb , ^{14}C . Форма дна озер Заповедное и Пеюнга выявлена с помощью эхолота-картплоттера. Сейсмоакустические исследования донных отложений проводились по методу непрерывного сейсмоакустического профилирования (НСП) с использованием сейсмоакустического комплекса, созданного в Казанском (Приволжском) Федеральном Университете. Элементный состав донных отложений определяли рентгено-флуоресцентным сканированием (РФА-СИ, Новосибирск).

3. Результаты

Было выяснено, что максимальная глубина озер Заповедное и Пеюнга равна 60 м, и 35 м, соответственно. Дно озера Заповедное имеет форму конической воронки (Рис.1). Озеро Пеюнга имеет также коническую форму с двумя углублениями в центральной части, мощность донных отложений оз. Заповедное и Пеюнга в районе максимальной глубины достигает 4 м и 6 м, соответственно (Рогозин и др., 2023). Возраст керна оз. Заповедное длиной

120 см превышает 2 тысячи лет, керн озера Пеюнга длиной 140 см имеет возраст свыше 4 тысяч лет. В отложениях обоих озер выявлен хорошо заметный прослой, соответствующий примерно 1908 году, с повышенным содержанием терригенных элементов – Ti, Rb, Y, Zr (Дарьин и др., 2020)

4. Обсуждение

Форма дна озер Заповедное и Пеюнга опровергает уникальность формы озера Чеко (Рогозин и др., 2023). Схожесть формы трех водоемов скорее указывает на общность их происхождения. Разница в возрасте толщи озерных отложений свидетельствует против гипотезы об импактном происхождении этих озер – падение трех почти одинаковых космических тел в разное время практически в одном месте Земли крайне маловероятно. Вдобавок, расположение всех трех озер в руслах рек (оз. Чеко – в русле реки Кимчу) вряд ли может быть случайным явлением. Следовательно, более вероятной представляется геологическая природа происхождения всех вышеописанных озер. Выяснение происхождения этих водоемов является предметом дальнейших исследований. Мы полагаем, что четко визуально различимый слой с повышенным содержанием ряда элементов появился в результате смыва почвенного покрова, нарушенного массовым вывалом деревьев с корнями в момент Тунгусской катастрофы 1908 года (Дарьин и др., 2020). Проведенная нами ранее датировка отложений озера Чеко показала, что возраст нижней части керна длиной 126 см составляет около 300-400 лет (Рогозин и др., 2017).

5. Заключение

Таким образом, нами получен ряд фактов, свидетельствующих против гипотезы о возникновении озера Чеко в результате Тунгусского феномена. Для окончательного выяснения вопроса о происхождении озера Чеко требуются детальные исследования более длинных кернов.

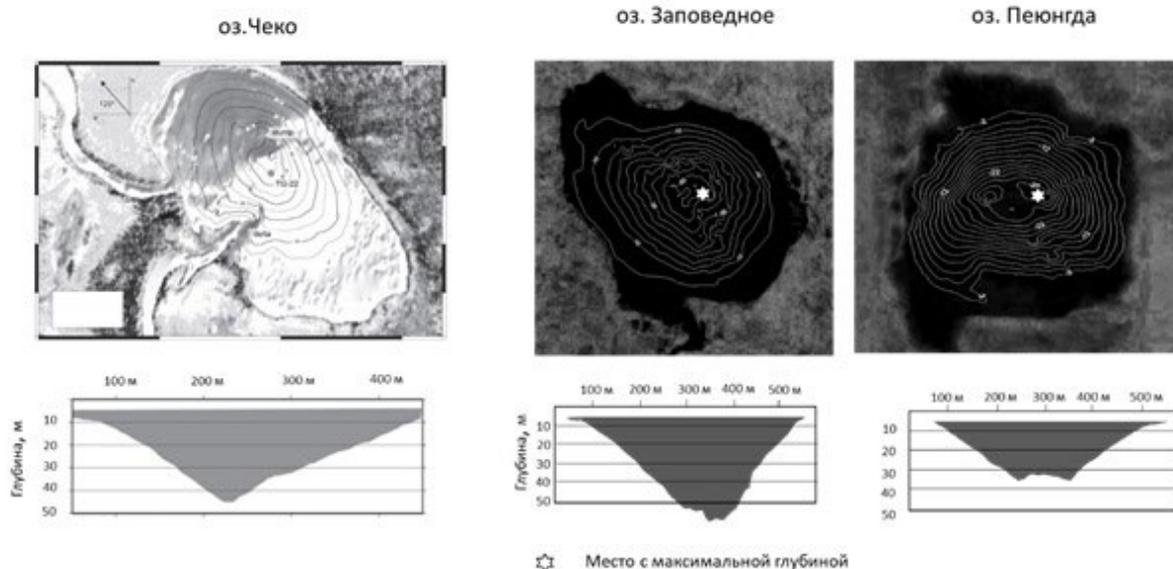


Рис.1. Морфологические характеристики озер Чеко (из Gasperini et al., 2007), Заповедное и Пеюнга (из Рогозин и др., 2023).

Благодарности

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

Конфликт интересов

Авторы не имеют конфликта интересов

Список литературы

Дарьин А.В., Рогозин Д.Ю., Мейдус А.В. и др. 2020. Следы Тунгусского события 1908 г. в донных осадках озера Заповедное по данным сканирующего РФА СИ. Доклады РАН. Науки о Земле 492 (2): 61-65. DOI: [10.1134/S1028334X20060045](https://doi.org/10.1134/S1028334X20060045)

Рогозин Д.Ю., Дарьин А.В., Калугин И.А. и др. 2017. Оценка скорости накопления донных отложений в озере Чеко (Эвенкия, Сибирь): новые сведения по проблеме Тунгусского феномена 1908 года. Докл. АН. Науки о Земле 476 (6): 685-687.

Рогозин Д.Ю., Крылов П.С., Даутов А.Н. и др. 2023. Морфология озер Центрально-Тунгусского плато (Красноярский край, Эвенкия): новые сведения по проблеме Тунгусской катастрофы 1908 года. Доклады РАН. Науки о Земле 510 (1): 81-85. DOI: [10.31857/S2686739722602861](https://doi.org/10.31857/S2686739722602861)

Gasperini L., Alvisi F., Biasini G. et al. 2007. A possible impact crater for the 1908 Tunguska Event. *Terra Nova* 19: 245–251.

Khrennikov D.E., Titov A.K., Ershov A.E. et al. 2020. On the possibility of through passage of asteroid bodies across the Earth's atmosphere. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 493 (1): 1344–1351.