

Classification of lakes of the Indigirka River basin and their current state



Levina S.N.*, Pestryakova L.A.

North-Eastern Federal University, Belinsky, 58, Yakutsk, 677000, Russia

ABSTRACT. Currently, classification plays an important role and importance as a method of scientific cognition and is one of the mandatory attributes in the knowledge of the world. Classification or typification are ways of grouping objects of research or observation according to their common characteristics. Currently, there are many different classifications in the scientific literature according to one or another feature, most of which are single-criteria or developed for a specific region. This paper presents the development of a regional ecological and limnological classification of the lakes of Yakutia on the example of the Indigirka River basin (RELK) according to the leading parameters (geographical, physico-chemical and hydrobiological). The development of the classification made it possible to study a large amount of factual material on the lakes of the Indigirka River basin, as a result of which data on the current state of the lakes of the poorly studied limnological region of the study were obtained.

Keywords: RELK, lake, diatoms, Indigirka, Yakutia, diatom complexes, morphometric parameters, hydrochemical parameters

For citation: Levina S.N., Pestryakova L.A. Classification of lakes of the Indigirka River basin and their current state // Limnology and Freshwater Biology. 2024. - № 4. - P. 362-367. DOI: 10.31951/2658-3518-2024-A-4-362

1. Introduction

The Indigirka River basin is one of the largest rivers in Yakutia, which originates on the northern slopes of the Khalkan range and flows into the East Siberian Sea, flowing in the field of development of permafrost rocks is still poorly studied in limnological terms. In this regard, there is a high urgency to study the individual characteristics and characteristics of the water bodies of the study area.

The aim of the work is to study the morphometric, physico-chemical parameters and characteristics of diatoms of the lakes of the Indigirka River basin and to develop the RELK of the lakes of Yakutia on the example of the studied water bodies.

The results obtained during the study can provide new data on water quality and the current state of reservoirs in the Indigirka River basin, and can be applied in conducting water management and environmental protection measures in Yakutia.

2. Material and Methods

The research area is the poorly studied, lake-rich basin of the Indigirka River. The object of the study is 42 lakes of different types, the bulk is located on the flat territories of the Yano-Indigir lowland, the absolute heights above sea level vary from 4 to 596 m (Momsky ridge) (Fig.). The studied lakes were divided into groups by type of origin (thermokarst, water-erosion, erosion-thermokarst, glacial) and by vegetation subzones (subarctic tundra, forest tundra, northern taiga). The actual research material was collected during field expeditionary work in the period 2006-2019 using standard sampling and material processing methods described in the authors' works (Gorodnichev et al., 2015). Diatom analysis of the upper unconsolidated layer (0-1 cm) of lake sediments was performed using a generally accepted quantitative method (General patterns..., 1986). A bioindication assessment of the current state of water quality in the lakes

*Corresponding author.

E-mail address: levina_sardan@mail.ru (S.N. Levina)

Received: June 06, 2024; **Accepted:** July 08, 2024;

Available online: August 26, 2024

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



of the Indigirka River basin was carried out using the Pantle-Bucca method in the modification of Sládeček (Sládeček, 1973).

3. Results and Discussion

According to the results of the study, the area of the water mirror of the lakes of the Indigirka River basin varies widely from 0.003 to 157 km², most of the lakes of the subarctic tundra turned out to be small and small, the northern taiga is also small, the lakes of the forest tundra are medium (Ivanov, 1948), most of all lakes 74% have a very shallow depth (Kitaev, 2007). 64% of the studied lakes have a basin shape close to rounded. The water of lakes of all groups is characterized by a predominance of a slightly alkaline environment, according to the total water hardness, 95% of lakes have “very soft” waters, and all are ultra-fresh. According to the classification of O.A. Alekin (Alekin, 1970), lake water is represented by a predominance of waters of the bicarbonate class of the magnesium group (50%) and calcium (28%).

The diatom flora of the lakes is represented by 257 species (including 4 varieties) belonging to 75 genera, 30 families and 3 classes of Bacillariophyta. There are 32 dominant species in the studied lakes (12% of the total number of species), 41 subdominant (16%). Of these, the most active and permanent species were: *Staurosira venter* (found as a dominant in 50% of lakes), *Staurosirella pinnata* (in 29%) and *Tabellaria flocculosa* (in 25%). All three types are typical mass types of reservoirs in Yakutia. Of these, *Tabellaria flocculosa* is characteristic of peat bogs and moss pads of the North and mountains. A more detailed description of the modern composition of diatom complexes is presented in the author’s early work (Levina et al., 2022). Bioindication assessment of water quality showed that the lakes of the Subarctic territories and the northern taiga turned out to be “clean” (class II) in terms of pollution. For the lakes of the forest tundra, the water quality class belongs to the third, and the reservoirs turned out to be moderately polluted (class III).

4. Conclusions

Thus, a large amount of data on the abiotic and biotic parameters of lakes obtained during the study made it possible to develop and propose a RELK for the lakes of Yakutia using the example of the Indigirka basin. When creating the RELK, existing classifications were taken into account (Levina and Pestryakova, 2023), the structure of the RELC includes 3 parameters (geographical, physico-chemical and hydrobiological), 18 signs and 106 indicators. A designation code was attached to each feature for the convenience of processing a large amount of data and using it for statistical processing on computer programs. The classification of 42 lakes of the Indigirka River basin made it possible to identify the following three predominant classes:

I. E11 G9 A3 D6 K5 L3 T2 Ts1 M1 I1(3) Ph4 Th5 Si3 is a glacial lake located at a very low altitude above sea level, medium in area, with very shallow

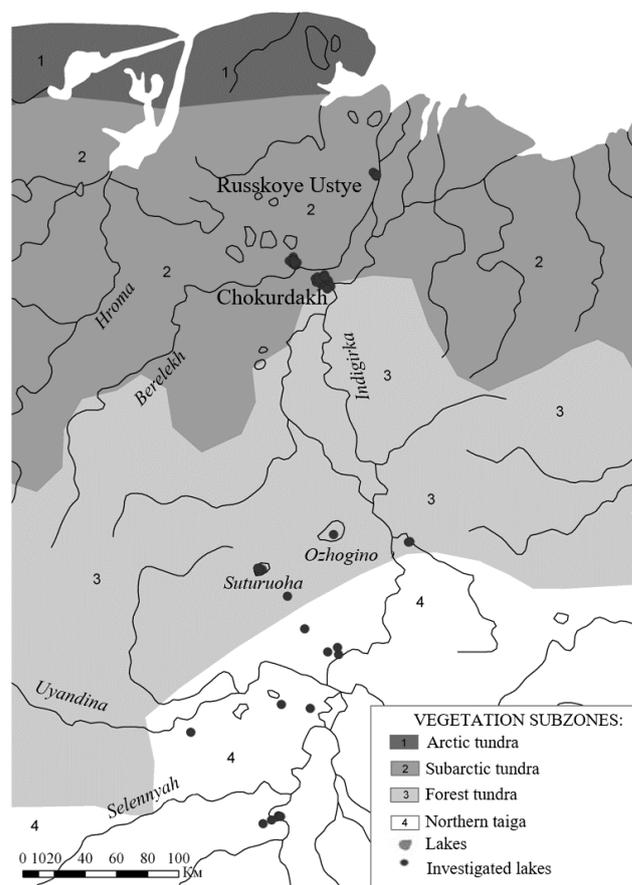


Fig. The map of the location of the studied lakes.

depth, rounded, close to a circle shape, with moderate and clear water, with very low mineralization, slightly alkaline, with sodium bicarbonate very soft water, with beta-mesosaprobic zone (lakes of glacial origin of the forest tundra and northern taiga);

II. E11 G1 A5 D6 K5 L3 T2 Ts1 M1 I1(1) Ph4 Th5 Si2 is a thermokarst lake, located at a very low altitude above sea level, small in area, with very shallow depth, rounded, close to a circle shape, with moderate and clear water, with very low mineralization, slightly alkaline, with bicarbonate-very soft calcium water, with an oligosaprobe zone (most thermokarst lakes of the Subarctic tundra and northern taiga);

III. E11 G3 A4 D5 K4 L3 T3 Ts1 M2 I2(3) Ph5 Th5 Si2 is an erosive thermokarst lake, located at a very low altitude above sea level, small in area, with shallow depth, rounded, close to oval shape, with warm and transparent water, with low mineralization, slightly alkaline, with sulfate-sodium very soft water, with an oligosaprobe zone (most lakes of the forest tundra).

Thus, the structure of the developed RELK helps to identify individual classes of lakes to solve specific problems of lake nature management, including the use of lake resources.

Acknowledgements

The study was supported by the project part of the state assignment in the field of scientific activity of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation №FSRG-2023-0027.

Conflict of interests

The authors declare no conflicts of interest.

References

Alekin O.A. 1970. Fundamentals of hydrochemistry. Leningrad : Hydrometeoizdat, pp. 444. (in Russian).

General patterns of occurrence and development of lakes. Methods of studying lakes. 1986. In: Kvasov D.D. (Ed.). Leningrad, Nauka, Series: History of lakes of the USSR, pp. 256. (in Russian).

Gorodnichev R.M., Pestryakova L.A., Yadrikhinsky I.V. 2015. Interrelations of diatoms with morphometric, hydrochemical characteristics and location parameters of lakes in the North of Yakutia. *Vestnik NEFU*. 6 (50). pp. 14-26. (in Russian).

Ivanov P.V. 1948. Classification of lakes of the world by size and by their average depth. *Bulletin of Leningrad State University*. Leningrad, 20, pp. 29-36. (in Russian).

Kitaev S.P. 2007. Fundamentals of limnology for hydrobiologists and ichthyologists. Petrozavodsk : Karelian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, pp. 395. (in Russian).

Levina S.N., Davydova P.V., Gorodnichev R.M. et al. 2022. Assessment of the current state of the lakes of the lower reaches of the Indigirka River (established on the basis of diatom analysis). In: Subetto D.A., Paranina A.N. (Ed.), *Geography: the development of science and education : A collection of articles based on the materials of the annual international scientific and practical conference dedicated to the 225th anniversary of Herzen University*. In 2 volumes, St. Petersburg, April 20-23, 2022. Volume I. St. Petersburg: A. I. Herzen Russian State Pedagogical University, pp. 96-100. (in Russian).

Levina S.N., Pestryakova L.A. 2023. Development of the geocological classification of the lakes of Yakutia (on the example of the Indigirka River basin). In: *Geology and Mineral resources of the North-East of Russia : Materials of the XIII All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation dedicated to the 30th anniversary of the Academy of Sciences of the Republic of Sakha (Yakutia) and the 40th anniversary of the Geological Exploration Faculty of the M.K. Ammosov NEFU, Yakutsk, March 21-24, 2023*. Yakutsk: Northeastern Federal University named after M.K. Ammosov, pp. 471-475 (in Russian).

Sládeček V. 1973. System of water quality from the biological point of view. Stuttgart, Schweizerbart, pp. 218.

Классификация озер бассейна реки Индигоирка и их современное состояние



Левина С.Н. *, Пестрякова Л.А.

СВФУ им. М.К. Аммосова, ул. Беллинского, 58, Якутск, 677000, Россия

АННОТАЦИЯ. В настоящее время классификация играет важную роль и значение как метод научного познания и является одним из обязательных атрибутов в познании мира. Классификация или типизация – это способы группировки объектов исследования или наблюдения в соответствии с их общими признаками. В настоящее время в научной литературе существует множество различных классификаций по тем или иным признакам, большинство из которых являются однокритериальными или разработанными для определенного региона. В данной работе представлена разработка региональной эколого-лимнологической классификации озер Якутии на примере бассейна реки Индигоирка (РЭЛК) по ведущим параметрам (географический, физико-химический и гидробиологический). Разработка классификации позволила изучить большой объем фактического материала по озерам бассейна реки Индигоирка, в результате которого получены данные о современном состоянии озер слабоизученного в лимнологическом плане региона исследования.

Ключевые слова: РЭЛК, озеро, диатомовые водоросли, Индигоирка, Якутия, диатомовые комплексы, морфометрические параметры, гидрохимические параметры

Для цитирования: Левина С.Н., Пестрякова Л.А. Классификация озер бассейна реки Индигоирка и их современное состояние // Limnology and Freshwater Biology. 2024. - № 4. - С. 362-367. DOI: 10.31951/2658-3518-2024-A-4-362

1. Введение

Бассейн реки Индигоирка является одной из крупнейших рек Якутии, которая берет начало на северных склонах Халканского хребта и впадает в Восточно-Сибирское море, протекая в области развития многолетнемерзлых горных пород все еще остается слабоизученной в лимнологическом плане. В связи с этим возникает высокая актуальность изучения индивидуальных признаков и особенностей водных объектов района исследования.

Целью работы является изучение морфометрических, физико-химических параметров и характеристик диатомовых водорослей озер бассейна реки Индигоирка и разработка РЭЛК озер Якутии на примере исследованных водных объектов.

Полученные в ходе исследования результаты могут внести новые данные о качестве воды и современном состоянии водоемов бассейна реки Индигоирка, могут быть применены при проведении водохозяйственных и природоохранных мероприятий на территории Якутии.

2. Материалы и методы

Районом исследования является слабоизученный, богатый озерами бассейн реки Индигоирка. Объект исследования – 42 разнотипных озера, основная масса расположена на равнинных территориях Яно-Индигоирской низменности, абсолютные высоты над уровнем моря варьируют от 4 до 596 м (Момский хребет) (Рис.). Изученные озера были разделены на группы по типу происхождения (термокарстовые, водно-эрозионные, эрозионно-термокарстовые, ледниковые) и по растительным подзонам (субарктическая тундра, лесотундра, северной тайга). Фактический материал исследования был собран во время полевых экспедиционных работ в период 2006–2019 гг. с использованием стандартных методов отбора проб и обработки материала, описанных в работах авторов (Городничев и др., 2015). Диатомовый анализ верхнего неконсолидированного слоя (0–1 см) озерных осадков был выполнен по общепринятой количественной методике (Общие закономерности..., 1986). С применением метода Пантле-Букка в модификации

*Автор для переписки.

Адрес e-mail: levina.sardan@mail.ru (С.Н. Левина)

Поступила: 06 июня 2024; Принята: 08 июля 2024;

Опубликована online: 26 августа 2024

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



Сладечка (Sládeček, 1973) проведена биоиндикационная оценка современного состояния качества воды озер бассейна реки Индигирка.

3. Результаты и обсуждение

По результатам исследования площадь водного зеркала озер бассейна реки Индигирка варьирует в широких пределах от 0,003 до 157 км², большинство озёр субарктической тундры оказались малыми и небольшими, северной тайги также небольшими, озера лесотундры являются средними (Иванов, 1948), большая часть всех озер 74 % обладает очень малой глубиной (Китаев, 2007). 64 % исследованных озер имеют форму котловины близкой к округлой. Вода озер всех групп характеризуется преобладанием слабощелочной среды, по общей жесткости воды 95 % озер имеют «очень мягкие» воды, и все являются ультрапресными. По классификации О.А. Алекина (Алекин, 1970) вода озер представлена преобладанием вод класса гидрокарбонатных группы магниевых (50 %) и кальциевых (28 %).

Диатомовая флора озер представлена 257 видами (в т.ч. 4 разновидности), относящимися к 75 родам, 30 семействам и 3 классам Bacillariophyta. В изученных озерах насчитывается 32 доминантных вида (12 % от общего числа видов), 41 – субдоминант (16 %). Из них самыми активными и постоянными оказались виды: *Staurosira venter* (встречается как доминант в 50 % озер), *Staurosirella pinnata* (в 29 %) и *Tabellaria flocculosa* (в 25 %). Все три вида – типичные массовые виды водоемов Якутии. Из них *Tabellaria flocculosa* характерен для торфяных болот и моховых подушек Севера и гор. Более подробное описание современного состава диатомовых комплексов представлено в ранней работе автора (Левина и др., 2022). Биоиндикационная оценка качества вод показала, что озера субарктических территорий и северной тайги по уровню загрязненности оказались «чистыми» (II класс). Для озер лесотундры класс качества вод относится к третьему, а водоемы оказались умеренно загрязненными (III класс).

4. Заключение

Таким образом, большой объем данных по абиотическим и биотическим параметрам озер, полученных в ходе исследования, позволил разработать и предложить РЭЛК для озер Якутии на примере бассейна Индигирка. При создании РЭЛК учитывались существующие классификации (Левина и Пестрякова, 2023), структура РЭЛК включает 3 параметра (географический, физико-химический и гидробиологический), 18 признаков и 106 показателей. Каждому признаку был прикреплен код обозначения для удобства обработки большого объема данных и применения для статистической обработки на компьютерных программах. Классификация 42 озер бассейна реки Индигирка позволила выделить три следующих преобладающих класса:

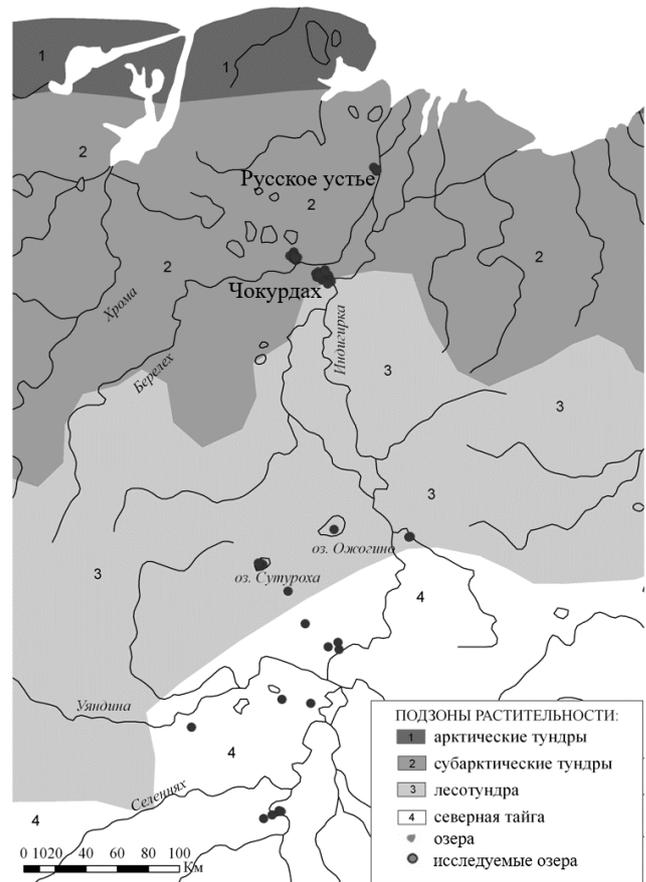


Рис. Карта-схема расположения исследуемых озёр

I. E11 G9 A3 D6 K5 L3 T2 Ts1 M1 I1(3) Ph4 Th5 Si3 – ледниковое озеро, расположено на очень низкой высоте над уровнем моря, среднее по площади, с очень малой глубиной, округлое, близкой к кругу формы, с умеренной и прозрачной водой, с очень малой минерализацией, слабощелочное, с гидрокарбонатно-натриевой очень мягкой водой, с бета-мезосапробной зоной (озёра ледникового происхождения лесотундры и северной тайги);

II. E11 G1 A5 D6 K5 L3 T2 Ts1 M1 I1(1) Ph4 Th5 Si2 – термокарстовое озеро, расположено на очень низкой высоте над уровнем моря, малое по площади, с очень малой глубиной, округлое, близкой к кругу формы, с умеренной и прозрачной водой, с очень малой минерализацией, слабощелочное, с гидрокарбонатно-кальциевой очень мягкой водой, с олигосапробной зоной (большинство термокарстовых озер субарктической тундры и северной тайги);

III. E11 G3 A4 D5 K4 L3 T3 Ts1 M2 I2(3) Ph5 Th5 Si2 – эрозионно-термокарстовое озеро, расположено на очень низкой высоте над уровнем моря, небольшое по площади, с малой глубиной, округлое, близкой к овалу формы, с теплой и прозрачной водой, с малой минерализацией, слабощелочное, с сульфатно-натриевой очень мягкой водой, с олигосапробной зоной (большинство озёр лесотундры).

Таким образом, структура разработанной РЭЛК помогает выявить отдельные классы озёр для решения конкретных задач озёрного природопользования, в том числе по использованию озёрных ресурсов.

Благодарности

Работа выполнена в рамках проектной части государственного задания в сфере научной деятельности Министерства образования и науки РФ № FSRG-2023-0027.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

Алекин О. А. 1970. Основы гидрохимии. Ленинград : Гидрометеиздат, С. 444.

Городничев Р. М., Пестрякова Л. А., Ядрихинский И. В. 2015. Взаимосвязи диатомовых водорослей с морфометрическими, гидрохимическими характеристиками и параметрами местоположения озер Севера Якутии. Вестник СВФУ. 6(50). С. 14–26.

Иванов П. В. 1948. Классификация озер мира по величине и по их средней глубине. Бюллетень ЛГУ, 20; С. 29–36.

Китаев С. П. 2007. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов – Петрозаводск : Карельский научный центр РАН, С. 395.

Левина С. Н., Давыдова П. В., Городничев Р. М. и др. 2022. Оценка современного состояния озер низовья реки Индигирка (установленное на основе диатомового анализа). География: развитие науки и образования : Сборник статей по материалам ежегодной международной научно-практической конференции к 225-летию Герценовского университета. В 2-х томах, Санкт-Петербург, 20–23 апреля 2022 года. Отв. редакторы Д.А. Субетто, А.Н. Паранина. Том I. – Санкт-Петербург: Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена – С. 96-100.

Левина С. Н., Пестрякова Л. А. 2023. Разработка геоэкологической классификации озёр Якутии (на примере бассейна реки Индигирка). Геология и минерально-сырьевые ресурсы Северо-Востока России : Материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 30-летию Академии наук Республики Саха (Якутия) и 40-летию геологоразведочного факультета СВФУ им. М.К. Аммосова, Якутск, 21–24 марта 2023 года. Якутск: Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова, С. 471-475.

Общие закономерности возникновения и развития озер. Методы изучения озер. 1986. Серия: История озер СССР. Отв. редактор Д.Д. Квасов. Ленинград, Наука, 256 с.

Sládeček V. 1973. System of water quality from the biological point of view. Stuttgart, Schweizerbart, 218 p.