

Научная статья

УДК 51-76

EDN VMQKPV

DOI 10.17150/2713-1734.2023.5(3).367-372



П.Г. Сорокина

*Байкальский государственный университет,  
г. Иркутск, Российская Федерация*

## **Оценка вариации площади поверхности и объема воды в промысловых заливах озера Байкал**

**Аннотация.** С использованием геоинформационной системы QGIS получены оценки объема воды и площади зеркальной поверхности заливов Провал и Посольский сор. Исследование показало, что указанные характеристики заливов являются весьма чувствительными к изменению уровня воды в озере Байкал. Установлено, что площадь поверхности является более чувствительным показателем к изменению уровня воды, чем объем. Данные показатели имеют важное прикладное значение и могут быть использованы при прогнозировании количественных показателей приемной емкости в маловодные периоды. Полученные результаты могут быть полезны при принятии мер по стабилизации численности популяции байкальского омуля и по его рациональному использованию.

**Ключевые слова.** Байкал, площадь поверхности, объем воды, приемная емкость, уровень воды, геоинформационная система QGIS.

**Информация о статье.** Дата поступления: 13 июня 2023 г.; дата принятия к публикации: 19 июня 2023 г.; дата онлайн-размещения: 28 сентября 2023 г.

Original article

P.G. Sorokina

*Baikal State University,  
Irkutsk, Russian Federation*

## **Estimation of Variation of Surface Area and Volume of Water in Fishing Bays of Lake Baikal**

**Abstract.** The research estimated the water surface area and volume of the bay Proval and Posol'skiy sor in Lake Baikal by using the QGIS geographic information system. The research indicated that the bays in question were very sensitive to changes in the water level of Lake Baikal. Surface area has been found to be more sensitive to changes in water level than volume. These indicators are important for the estimation of the receiving capacity of an area and can be used to predict the quantity of receiving capacity in low water periods. The results obtained may be useful in taking measures to stabilize the population of Baikal omul and its rational use.

**Keywords.** Baikal, surface area, volume of water area, receiving capacity, geographic information system QGIS.

**Article info.** Received 13 June, 2023; Accepted 19 June, 2023; Available online 28 September, 2023.

Данная работа является продолжением исследований, представленных в [1] и [2], посвященных проблемам водности озера

Байкал. В этой статье внимание уделяется заливам, имеющим важное промысловое значение, так как именно туда нагульное стадо омуля заходит осенью на нерест, а весной в этот залив скатываются личинки и происходит подрастание молоди. Для качественного пополнения популяций байкальского омуля важную роль в этих заливах играют значения некоторых показателей, на которые весьма чувствительно реагируют особи. Например, рост личинок в первые дни после ската зависит не только от кормовой базы, но и от уровня прогрева воды в мелководной зоне, где обитает особь на начальных этапах развития. Заметим, что большая площадь мелководной зоны в условиях высокого уровня воды способствует её прогреву наиболее благоприятной температуры для роста молоди. И наоборот, уменьшение уровня воды приводит к сокращению благоприятной мелководной зоны.

Для оценки приемной емкости акватории возникает потребность в определении площади зеркальной поверхности и объема воды залива, а также их вариации в следствии уменьшения уровня воды озера Байкал. Результаты исследования могут быть полезны при прогнозировании количественных показателей, например, температуры, количества зоопланктона и, как следствие, приемной емкости - количества особей, которое может принять данная акватория без вреда другим популяциям в маловодные периоды [3], [4].

Выполним данное исследование на примере залива Провал с использованием геоинформационной системы QGIS [5]. На основе данных атласа озера Байкал [6] о широте, долготе и соответствующей этой координате глубине было проведено интерполирование и построена карта полигонов глубин (рис. 1), что позволяет вычислить искомые характеристики. Как видно из рис. 1 залив мелководный, глубина которого не превышает 5 метров.

Результаты расчетов показали, что площадь зеркальной поверхности воды залива Провал составляет

$$S = 169,293 \text{ км}^2.$$

С учётом рельефа дна, в каждом полигоне, соответствующему определенной глубине (рис. 1), найден объем воды. Суммируя все значения по каждому полигону, получаем итоговую оценку объема воды в заливе

$$V = 0,516 \text{ км}^3.$$

Далее, на основании построенной карты рельефа дна (рис. 1), рассчитаны значения указанных показателей при уменьшении уровня воды. Исследование показало, что площадь является более чувствительным показателем к изменению уровня воды, чем объем (рис. 2). Так при падении уровня на один метр площадь быстро

прогретаемой прибрежной зоны уменьшается на 19 %, а объем всего на 5 %, при снижении уровня на три метра площадь уменьшается на 49 %, а объем на 31 %.

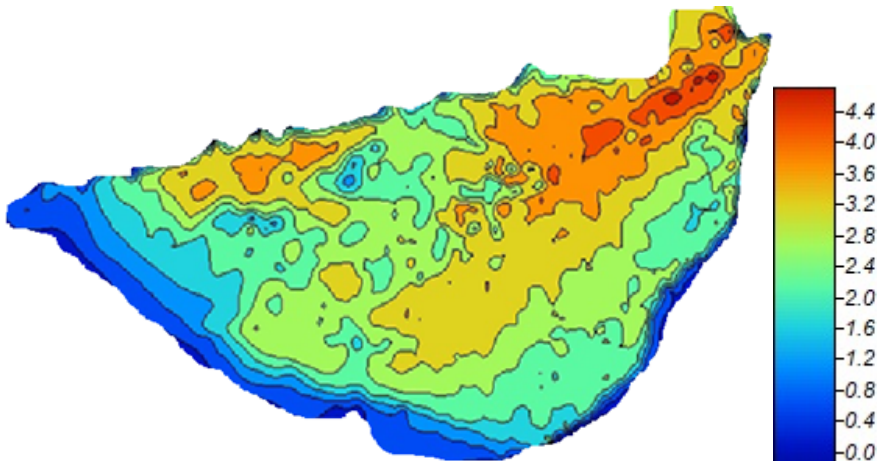


Рис. 1. Карта глубин залива Провал

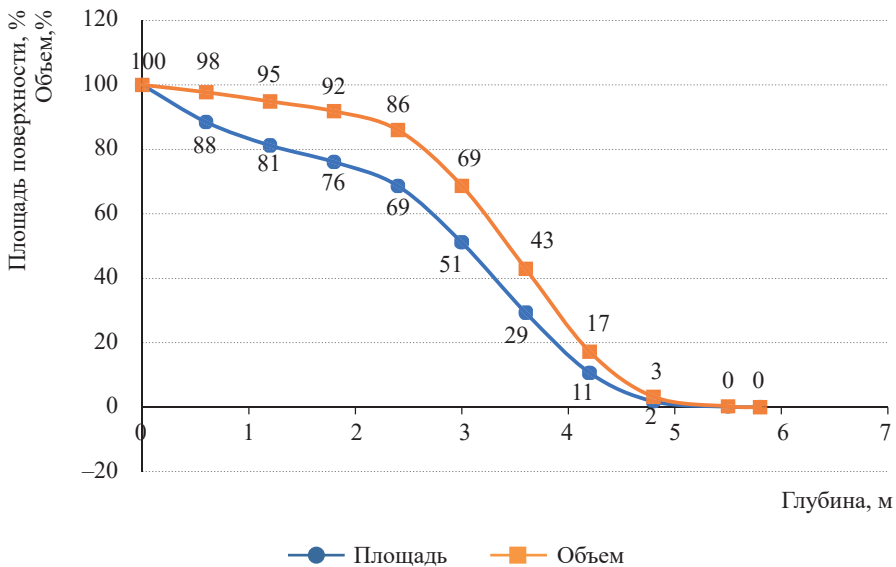
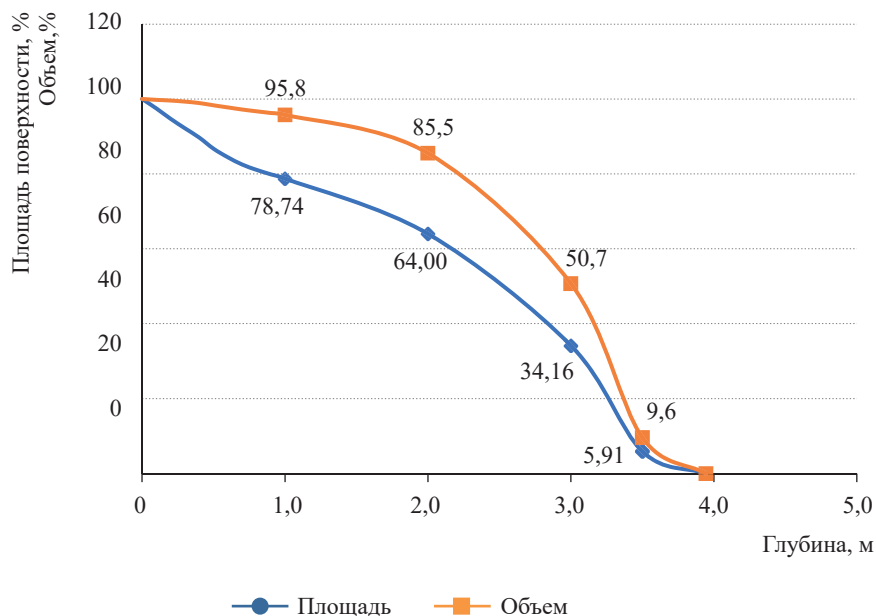


Рис. 2. Изменение площади и объема залива Провал при уменьшении уровня воды с глубиной в период наполнения соответствующий уровню 456 м. в Тихоокеанской системе

Аналогичным образом были рассчитаны объем и площадь, а также изменения этих показателей в результате изменения уровня Байкала для Посольского сора.

Таким образом, его площадь составляет  $S = 35 \text{ км}^2$ , а объем —  $V = 0,08 \text{ км}^3$ . Анализ рельефа дна Посольского сора показал, что при снижении уровня на один метр площадь сора уменьшается на 21,3 %, а объем всего на 4,2 %, при снижении уровня на три метра площадь уменьшается на 49,3 %, а объем на 65,8 % (рис. 3).



**Рис. 3. Изменение площади и объема Посольского сора при уменьшении уровня воды с глубиной в период наполнения соответствующий уровню 456 м. в Тихоокеанской системе**

Такая изменчивость в показателях при уменьшении уровня воды, существенно сказывается на приёмной емкости акватории [7]–[9], что влечет к уменьшению количества мальков, которое она может принять.

Полученные результаты, могут быть использованы Федеральным агентством по рыболовству и Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации для принятия мер по стабилизации запасов ценных видов рыб озера Байкал и их рациональному использованию.

#### Список использованной литературы

1. Сорокина П.Г. Оценка объема залива Провал озера Байкал в геоинформационных системах QGIS и SAGA GIS / П.Г. Сорокина. — DOI 10.17150/2713-1734.2021.3(4).290-296. — EDN GKHDZG // System Analysis and Mathematical Modeling. — 2021. — Т. 3, № 4. — С. 290–296.

2. Сорокина П.Г. Прогнозный анализ изменения уровня воды в озере Байкал: социально-экономические и экологические последствия / П.Г. Сорокина. — DOI 10.17150/2500-2759.2022.32(3).592- 601. — EDN QVFXRJ // Известия Байкальского государственного университета. — 2022. — Т. 32, № 3. — С. 592–601.
3. Гармаев Е.Ж. Уровенный режим оз. Байкал: состояние и перспективы в новых условиях регламентации / Е.Ж. Гармаев, Б.З. Цыдыпов. — DOI 10.18101/2587-7143-2019-1-37-44. — EDN VWAXRD // Вестник Бурятского государственного университета. Биология, география. — 2019. — № 1. — С. 37–44.
4. Риски маловодных и многоводных периодов для озера Байкал / В.М. Никитин, Н.В. Абасов, Т.В. Бережных, Е.Н. Осипчук. — DOI 10.21782/GIPR0206-1619-2016-5(29-38). — EDN XQRYGX // География и природные ресурсы. — 2016. — № S5. — С. 29–38.
5. Madry S. Introduction to QGIS: Open Source Geographic Information System / S. Mandry. — Chugiak : Locate Press, 2021. — 224 p.
6. Атлас озера Байкал. Прибрежная часть (проекция Гаусса) / под ред. Ф.К. Дриженко. — 3-е изд. — Санкт-Петербург, 2001. — 84 с.
7. Математическое моделирование оценки численности байкальского омуля в системе социально-экономических и правовых аспектов экологической правонарушаемости / А.П. Суходолов, А.П. Федотов, М.М. Макаров [и др.]. — DOI 10.17150/2500-4255.2019.13(5).757-771. — EDN UCFQWO // Всероссийский криминологический журнал. — 2019. — Т. 13, № 5. — С. 757–771.
8. Ограничение на вылов байкальского омуля *Coregonus migratorius* (Georgi, 1775) и вероятные экологические последствия / М.М. Макаров, В.И. Зоркальцев, Н.Н. Деникина, Е.В. Дзюба. — EDN FWSOZL // Юг России: экология, развитие. — 2020. — Т. 15, № 3. — С. 132–143.
9. Фролов А.В. Динамико-стохастическое моделирование многолетних колебаний уровня озера Байкал и стока реки Ангары / А.В. Фролов, Т.Ю. Выручалкина. — DOI 10.7868/S0321059617030099. — EDN YRWHNV // Водные ресурсы. — 2017. — Т. 44, № 3. — С. 264–274.

## References

1. Sorokina P.G. Estimation of the Bay Proval Volumein Lake Baikal Using the QGIS and the SAGA GIS Geographic Information Systems. *System Analysis and Mathematical Modeling*, 2021, vol. 3, no. 4, pp. 290–296. (In Russian). EDN: GKH-DZG DOI: 10.17150/2713- 1734.2021.3(4).290-296.
2. Sorokina P.G. Predictive Analysis of Water-Level Changes in Lake Baikal: Social, Economic, and Environmental Impacts. *Izvestiya Baikal'skogo gosudarstvennogo universiteta = Bulletin of Baikal State University*, 2022, vol. 32, no. 3, pp. 592–601. (In Russian). EDN: QVFXRJ. DOI: 10.17150/2500-2759.2022.32(3).592- 601.
3. Garmaev E.Zh., Tsydypov B.Z. Water Level Regime of Lake Baikal: Current State and Perspectives in the New Conditions of Regulation. *Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya, geografiya = Bulletin of the Buryat State University. Biology, Geography*, 2019, no. 1, pp. 37–44. (In Russian). EDN: VWAXRD. DOI: 10.18101/2587-7143-2019-1-37-44.
4. Nikitin V.M., Abasov N.V., Berezhnykh T.V., Osipchuk E.N. Risks of Low- and High-Water Periods for Lake Baikal. *Geografiya i prirodnye resursy = Geography and Natural Resources*, 2016, no. 5, pp. 29–38. (In Russian). EDN: XQRYGX. DOI: 10.21782/GIPR0206-1619-2016-5(29-38).
5. Madry S. *Introduction to QGIS: Open Source Geographic Information System*. Chugiak, Locate Press, 2021. 224 p.
6. Drizhenko F.K. (ed.). *Atlas of Lake Baikal. Coastal Part (Gaussian Projection)*. 3<sup>rd</sup> ed. Saint Petersburg, 2001. 84 p

7. Sukhodolov A.P., Fedotov A.P., Makarov M.M., Anoshko P.N., Gubiy E.V., Zorkaltsev V.I., Sorokina P.G., Mokry I.V., Lebedeva A.V. Mathematical Modeling of Assessing the Number of Baikal Omul in the System of Socio-Economic and Legal Aspects of Environmental Law Violations. *Vserossiiskii kriminologicheskii zhurnal = Russian Journal of Criminology*, 2019, vol. 13, no. 5, pp. 757–771. (In Russian). EDN: UCFQWO. DOI: 10.17150/2500–4255.2019.13(5).757–771.

8. Makarov M.M., Zorkaltsev V.I., Denikina N.N., Dzyuba T.V. Limits for *Coregonus Migratorius* (Georgi, 1775) Catches and Likely Ecological Effects. *Yug Rossii: ekologiya, razvitie = South of Russia: Ecology, Development*, 2020, vol. 15, no. 3, pp. 132–143. (In Russian). EDN: FWSOZL.

9. Frolov A.V., Vyrychalkina T.Y. Dynamic-Stochastic Modeling of Long-Term Fluctuations in Lake Baykal Levels and Angara River Runoff. *Vodnye resursy = Water Resources*, 2017, vol. 44, no. 3, pp. 380–389. (In Russian). EDN: YRWHNV. DOI: 10.7868/S0321059617030099.

### Информация об авторе

**Сорокина Полина Геннадьевна** — старший преподаватель, кафедра математических методов и цифровых технологий, Байкальский государственный университет, г. Иркутск, Российская Федерация, e-mail: ermolaeva\_polina@mail.ru.

### Information about the Authors

**Polina G. Sorokina** — Senior Lecturer, Department of Mathematical Methods and Digital Technologies, Baikal State University, Irkutsk, Russian Federation, e-mail: ermolaeva\_polina@mail.ru.

### Для цитирования

Сорокина П.Г. Оценка вариации площади поверхности и объема воды в промысловых заливах озера Байкал / П.Г. Сорокина. — DOI 10.17150/2713-1734.2023.5(3).367-372. — EDN VMQKPV // System Analysis & Mathematical Modeling. — 2023. — Т. 5, № 3. — С. 367–372.

### For Citation

Sorokina P.G. Estimation of Variation of Surface Area and Volume of Water in Fishing Bays of Lake Baikal. *System Analysis & Mathematical Modeling*, 2023, vol. 5, no. 3, pp. 367–372. (In Russian). EDN: VMQKPV. DOI: 10.17150/2713-1734.2023.5(3).367-372.