

П.Г. Сорокина

*Байкальский государственный университет,
Лимнологический институт СО РАН,
г. Иркутск, Российская Федерация*

ОЦЕНКА ОБЪЕМА ЗАЛИВА ПРОВАЛ ОЗЕРА БАЙКАЛ В ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ QGIS И SAGA GIS

Аннотация. В работе с использованием геоинформационных систем QGIS и SAGA проведена оценка площади поверхности и объема воды промышленного залива Провал озера Байкал. Данные значения используются ихтиологами для оценки приемной емкости акватории.

Одним из определяющих факторов, влияющих на популяцию омуля, воспроизводимого как естественным, так и искусственным способом, является уровень воды водоема, поэтому в исследовании были найдены данные характеристики при падении уровня воды на 0,6 и 1,2 метра. Результаты могут быть использованы в дальнейшем при прогнозировании численности популяции в маловодные периоды.

Ключевые слова. Байкальский омуль, численность популяции, площадь поверхности и объем акватории, приемная емкость, геоинформационные система QGIS и SAGA GIS.

Финансирование. Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ, проект «Эколого-экономическая оценка функционирования пресноводных биогеоценозов, фундаментальный и прикладные аспекты», № гос. регистрации АААА-А19-119070190033-0, № МИНОБРНАУКИ 0279-2019-0003.

Информация о статье. Дата поступления: 22 декабря 2021 г.

P.G. Sorokina

*Baikal State University,
Limnological Institute, Siberian Branch
of the Russian Academy of Sciences,
Irkutsk, Russian Federation*

ESTIMATION OF THE BAY PROVAL VOLUME IN LAKE BAIKAL USING THE QGIS AND THE SAGA GIS GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS

Abstract. The research estimated the water surface area and volume of the fishing bay Proval in Lake Baikal by using the QGIS and SAGA geographic information systems. Such characteristics are used by ichthyologists to assess the reception capacity of the water area. Additionally, we considered the cases when the water level drops by 0.6 and 1.2 meters.

The results may be used to predict population size of Baikal omul in low-water periods.

Keywords. Baikal omul, population, surface area and volume of water area, receiving capacity, geographic information systems QGIS and SAGA GIS.

Funding. This work was supported by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, the project "Ecological and economic assessment of

the functioning of freshwater biogeocinos, fundamental and applied aspects", no. registration AAAA-A19-119070190033-0, number MINOBRNAUKI 0279-2019-0003.

Article info. Received 22 December 2021.

Данное исследование лежит в русле работ [1-3], посвященных изучению динамики численности популяций байкальского омуля *Coregonus Migratorius*. В акватории озера Байкал традиционно выделяют несколько заливов, имеющих важное промысловое значение, а именно Малое море, Селенгинское мелководье, Баргузинский и Чивыркуйский заливы, залив Провал, Посольский сор.

В данной статье на примере залива Провал, расположенного к северо-востоку от дельты реки Селенга, вычисляется площадь поверхности и объем воды, а также их динамика при изменении уровня в водоеме. Эти показатели необходимы для дальнейшей оценки приемной емкости залива. Здесь под приемной емкостью понимается характеристика экосистемы водного объекта с точки зрения его пригодности для нереста и обитания определенного биологического вида [4]. Для решения этой задачи применяется программное обеспечение QGIS и SAGA GIS.

Известно, что омуль размножается один раз в год и на этот период выходит в реки, впадающие в озеро. Весной личинки скатываются в прибрежные участки Байкала, где созревают до стадии малька и далее происходит нагул молоди. Основными угнетающими факторами в этот период жизни особей являются воздействие хищников, возбудителей заболеваний и нехватка кормовой базы [5].

Для оценки приемной емкости важны значения площади и объема залива, от которых зависит уровень кормовых запасов, и соответственно, численность молоди, которая может развиваться в данной акватории. Данная информация особо актуальна для заливов, где пополнение популяции происходит лишь путем искусственного воспроизводства, так как рациональное использование рыбных запасов в таких акваториях подразумевает обоснованную стратегию зарыбления молодь [6].

Перейдем к оценке количественных характеристик залива Провал. На рис.1 изображена карта Байкала, на которой красным кругом выделен изучаемый объект.

Исследования проведены на базе открытых кроссплатформенных геоинформационных систем QGIS и SAGA, поддерживающих языки программирования C++ и Python, с помощью которых можно создавать карты, исследовать и анализировать пространственные данные¹. В данной работе оценивается площадь и объем исследуемой акватории с использованием этих ГИС технологий.

¹ <https://nextgis.ru/nextgis-qgis/>

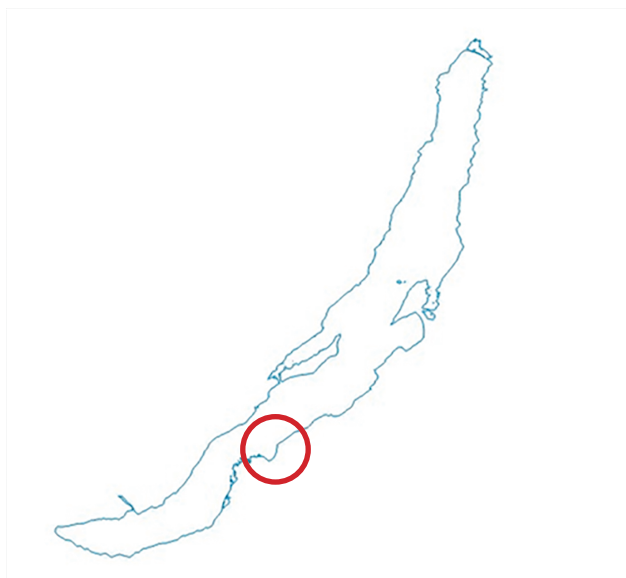


Рис. 1. Карта контура Байкала

Для уточнения береговой линии растровым слоем на слой контура озера Байкал (рис. 1) были загружены фотографии карт атласа [7] залива Провал, информация с которых была перенесена в модель отдельным слоем, содержащим 1 350 точек с координатами «долгота, широта и глубина» (рис. 2). Глубины принимают значения от 0 (скол вдоль береговой линии) до 5,8 м.

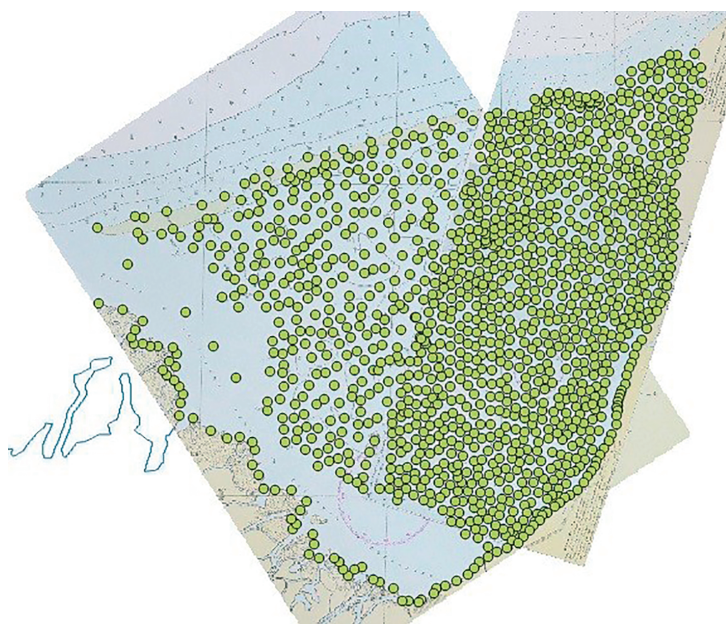


Рис. 2. Координаты глубин залива Провал

Далее, в системе SAGA GIS на основе данных о долготе, широте и глубине было проведено интерполирование с помощью встроенного алгоритма Nearest Neighbour и построены Grid (рис. 3), карты полигонов (рис. 4) и изобат (рис. 5).

Для вычисления площади и объема построенные карты (рис. 3–рис. 5) были прикреплены слоями в программу QGIS и с помощью панели «Вектор\Геобработка» слой контура Байкал был обрезан по заливу Провал. Через таблицу атрибутов созданного слоя были вычислены площади и объемы по каждой изобате соответственно. Суммируя результаты по каждой изобате, получены следующие результаты:

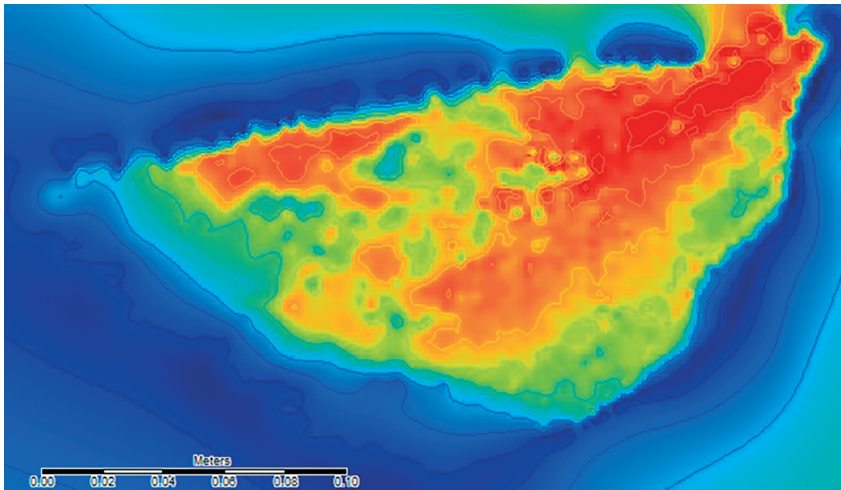


Рис. 3. Карта глубин залива Провал

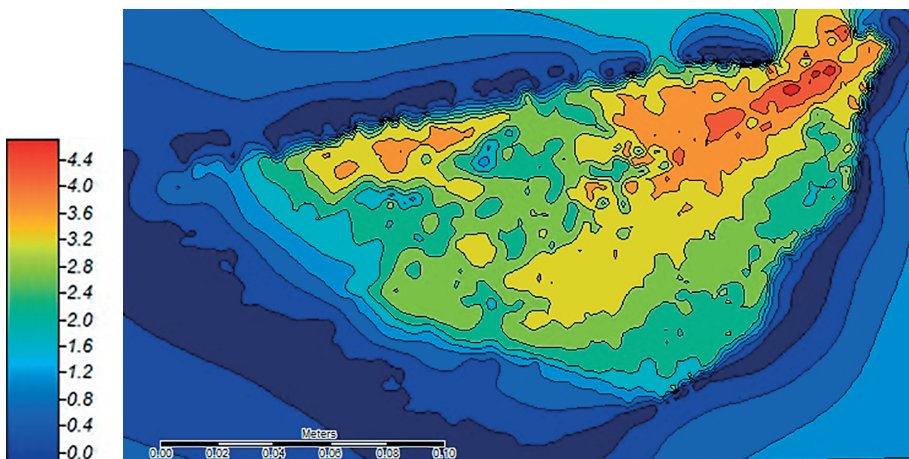


Рис. 4. Полигоны глубин залива Провал

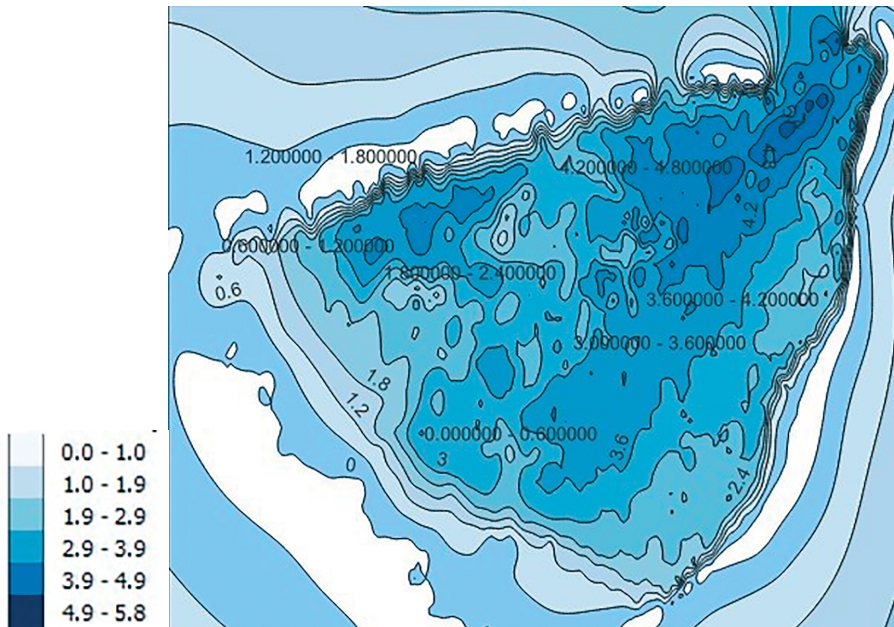


Рис. 5. Карта изобат залива Провал

1. Площадь залива Провал составляет

$$S = 169,293 \text{ км}^2.$$

2. Объем воды залива Провал равен

$$V = 0,515 \text{ км}^3.$$

Общеизвестным фактом является то, что одним из определяющих факторов естественного воспроизводства рыб являются водность нерестовых рек и уровень вод озера. Поэтому в исследовании проведен дополнительный анализ значений площади и объема при падении уровня воды на 0,6 м и 1,2 м, так как это значительно влияет на оценку приемной емкости. Были получены следующие результаты.

При падении уровня воды на 0,6 м площадь залива составит

$$S = 149,754 \text{ км}^2,$$

т.е. уменьшится на 11,541 %.

При падении уровня воды на 1,2 м площадь залива равна

$$S = 137,474 \text{ км}^2,$$

т.е. уменьшится на 18,795 %.

При падении уровня воды на 0,6 м объем воды залива составит

$$V = 0,504 \text{ км}^3,$$

т.е. уменьшится на 2,136 %.

При падении уровня воды на 1,2 м объем залива равен

$$V = 0,489 \text{ км}^3,$$

т.е. уменьшится на 5,049%.

Полученные результаты имеют важное прикладное значение и активно используются ихтиологами. В дальнейшем автором планируется провести аналогичные исследования по другим промышленным заливам.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Математическое моделирование в исследовании комплекса детерминантов незаконного вылова водных биоресурсов (омуля) в озере Байкал / А.П. Суходолов, А.П. Федотов, П.Н. Аношко [и др.]. — DOI 10.17150/2500-4255.2020.14(1).76-86 // Всероссийский криминологический журнал. — 2020. — Т. 14, № 1. — С. 76–86.

2. Перспективы рыбохозяйственного использования Маломорского рыбопромыслового района: экономическая оценка и обоснование / А.П. Суходолов, А.П. Федотов, М.М. Макаров [и др.]. — DOI 10.17150/2500-2759.2020.30(2).233-244 // Известия Байкальского государственного университета. — 2020. — Т. 30, № 2. — С. 233–244.

3. Федотов А.П. Модель оптимизации добычи возобновляемого ресурса на примере промысла байкальского омуля / А.П. Федотов, П.Г. Сорокина, А.В. Колесникова // System Analysis & Mathematical Modeling. — 2020. — Т. 2, № 1. — С. 5–14.

4. К вопросу оценки приемной емкости реки Оби в границах Алтайского края / Л.В. Веснина, А.Н. Трофимов, Г.А. Романенко, Н.В. Зеленцов // Рыбоводство и рыбное хозяйство. — 2019. — № 8 (163). — С. 27–34.

5. Ограничение на вылов байкальского омуля *Coregonus Migratorius* (Georgi, 1775) и вероятные экологические последствия / П.Н. Аношко, М.М. Макаров, В.И. Зоркальцев [и др.]. — DOI 10.18470/1992T1098T2020T3T132T143 // Юг России: экология, развитие. — 2020. — Т. 15, № 3 (56). — С. 132–143.

6. Семенченко С.М. Эффективность искусственного воспроизводства посылской популяции Байкальского омуля *Coregonus Migratorius* / С.М. Семенченко // Вестник рыбохозяйственной науки. — 2018. — Т. 5, № 2 (18). — С. 4–23.

7. Атлас озера Байкал, № 65064. Прибрежная часть (проекция Гаусса) / под ред. Ф.К. Дриженко. — 3-е изд. — Санкт-Петербург : Изд-во Глав. управ. навигации и океанографии МО РФ, 2001. — 84 с.

REFERENCES

1. Sukhodolov A.P., Fedotov A.P., Anoshko P.N., Kolesnikova A.V., Sorokina P.G., Mamonova N.V. Mathematical Modeling in Researching the Complex Determinants of Illegal Fishing of Water Bio-Resources (the Omul Fish) in Lake Baikal. *Vserossiiskii kriminologicheskii zhurnal = Russian Journal of Criminology*, 2020, vol. 14, no. 1, pp. 76–86. (In Russian). DOI: 10.17150/2500-4255.2020.14(1).76-86.

2. Sukhodolov A.P., Fedotov A.P., Makarov M.M., Anoshko P.N., Sorokina P.G., Kolesnikova A.V., Zhabina D.A. Prospects of Fish-Husbandry Utilization of Maloye More Fishing Area: Economic Assessment and Substantiation. *Izvestiya Baikal'skogo gosudarstvennogo universiteta = Bulletin of Baikal State University*, 2020, vol. 30, no. 2, pp. 233–244. (In Russian). DOI: 10.17150/2500-2759.2020.30(2).233-244.

3. Fedotov A. P., Sorokina P.G., Kolesnikova A.V. A Model for Optimizing the Production of Renewable Resources on the Example of the Baikal Omul Fishery. *System Analysis & Mathematical Modeling*, 2020, vol. 2, no. 1, pp. 5–14. (In Russian).

4. Vesnina L.V., Trofimov A.N., Romanenko G.A., Zelentsov N.V. The Question of Receiving Capacity of the Ob River within the Borders of Altai Krai. *Rybovodstvo i rybnoe khozyaistvo = Fish Breeding and Fisheries*, 2019, no. 8, pp. 27–34. (In Russian).

5. Anoshko P.N., Makarov M.M., Zorkaltsev V.I., Denikina N.N., Dzyuba E.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). DOI: 10.18470/1992T1098T2020T3T132T143.

6. Semenchenko S.M. Efficiency of Artificial Reproduction of the Posolsk Subpopulation of Baikal Omuls (Coregonus Migratorius). *Vestnik rybokhozyaistvennoi nauki = The Bulletin of Fisheries Science*, 2018, vol. 5, no. 2, pp. 4–23. (In Russian).

7. Drizhenko F.K. (ed.). *Atlas of Lake Baikal, no. 65064. Coastal Part (Gaussian Projection)*. 3rd ed. Saint Petersburg, Glavnoe upravlenie navigatsii i okeanografii MO RF Publ., 2001. 84 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Сорокина Полина Геннадьевна — старший преподаватель, кафедра математических методов и цифровых технологий, Байкальский государственный университет; младший научный сотрудник, Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск, Российская Федерация, e-mail: ermolaeva_polina@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Polina G. Sorokina — Senior Lecturer, Department of Mathematics and Digital Technologies, Baikal State University; Research Assistant, Limnological Institute, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Irkutsk, Russian Federation, e-mail: ermolaeva_polina@mail.ru.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ

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 // *System Analysis & Mathematical Modeling*. — 2021. — Т. 3, № 4. — С. 290–296.

FOR CITATION

Sorokina P.G. Estimation of the Bay Proval Volume in Lake Baikal Using the QGIS and the SAGA GIS Geographic Information Systems. *System Analysis & Mathematical Modeling*, 2021, vol. 3, no. 4, pp. 290–296. (In Russian). DOI: 10.17150/2713-1734.2021.3(4).290-296.