



Проблемы изучения, рационального использования и охраны природных ресурсов Белого моря. Предисловие

А.А. Сухотин

Зоологический институт Российской академии наук, Университетская наб. 1, 199034 Санкт-Петербург, Россия; e-mail: alexey.sukhotin@zin.ru

Exploration, sustainable use and protection of natural resources of the White Sea. Foreword

A.A. Sukhotin

Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences, Universitetskaya Emb. 1, 199034 Saint Petersburg, Russia; e-mail: alexey.sukhotin@zin.ru

4–7 октября 2022 г. в Зоологическом институте РАН (г. Санкт-Петербург) состоялась очередная, XIV Всероссийская конференция с международным участием «Проблемы изучения, рационального использования и охраны природных ресурсов Белого моря» (wsconference.org). Научные конференции под таким названием были инициированы и связаны с проектом «Белое море» Государственного комитета по науке и технике СССР, созданного в 1981 г. (Алимов и Алексеев [Alimov and Alexeyev] 2010). Проект имел целью исследования, направленные на рационализацию использования основных промысловых объектов в Белом море – рыб, водорослей, морских млекопитающих, а также создание и внедрение в хозяйственную деятельность различных видов марикультуры. Проект «Белое море» объединял 37 институтов и функционировал 20 лет; регулярные «Беломорские конференции» продолжаются и сейчас, поскольку они оказались важнейшей площадкой для общения ученых, студентов, аспирантов, ведущих исследования в беломорском регионе. Головной организацией проекта был Зоологический институт АН СССР (а потом – РАН), располагавший на Белом море биологической станцией,

исследовательским флотом и опытом в выполнении экосистемных и биоресурсных исследований, включая марикультуру. И в период функционирования проекта «Белое море», и после его завершения ведущую роль в исследованиях биоресурсов Белого моря, сезонных и многолетних изменений в беломорских экосистемах играла Беломорская биологическая станция «Мыс Картеш» Зоологического института РАН (ББС ЗИН РАН). В течение 26 лет, с 1982 по 2008 гг., биостанцией руководил морской гидробиолог, доктор биологических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ Виктор Яковлевич Бергер (1943–2020) (Рис. 1). Жизнь, карьера, научная работа В.Я. Бергера (В.Я.) тесно связаны с ББС ЗИН РАН, с Белым морем. Он поступил учиться на биофак ЛГУ им А.А. Жданова в 1961 г. и специализировался по гидробиологии. Кафедру ихтиологии и гидробиологии в то время возглавлял Николай Львович Гербильский (1900–1967) – выдающийся советский ученый-ихтиолог (Баранникова [Barannikova] 1990; Краюшкина и Фёдоров [Krayushkina and Fedorov] 2019; Михалкина и др. [Mikhalkina et al.] 2021). Он проводил активную научную деятельность, был знаменит увлекательными

лекциями, которые читал студентам, и оказался первым учителем Виктора Бергера. Очевидно, профессор Гербильский заложил основы честного и творческого отношения В.Я. к научным исследованиям, требовательность к постановке эксперимента, интерпретации данных, доскональному знанию литературы.

На первых же курсах обучения в ЛГУ Виктора Бергера заметил другой ученый, который во многом определил его дальнейшую научную специализацию и беломорскую доминанту. Это – Владислав Вильгельмович Хлебович, тогда 30-летний зоолог, кандидат наук, научный сотрудник Зоологического института АН СССР, в 1965 г. возглавивший Беломорскую биостанцию Зоологического института. В.В. Хлебович привлек студента к своим исследованиям физиологических адаптаций морских организмов к факторам среды, в частности, к изучению осмотической регуляции и водно-солевого обмена у моллюсков при изменении солености. На ББС Виктор Бергер попал на третьем курсе, в 1964 г., где проходил полевую практику и под руководством В.В. Хлебовича собирал материал для курсовой работы. Будучи еще на 4 курсе, В.Я. Бергер выпустил первую статью (Хлебович и Бергер [Khlebovich and Berger] 1965), в которой описывалось применение метода электрокондуктометрии для измерения скорости потери солей организмов в пресной воде. В 1966 г. В.Я. защитил дипломную работу об особенностях водно-солевого обмена эври- и стеногалинных животных в гипотонических условиях. После окончания ЛГУ Виктор Бергер был принят на работу на Беломорскую биостанцию ЗИН АН СССР сначала лаборантом, стажером-исследователем, а с 1968 г. – младшим научным сотрудником. Основной областью интересов В.Я. стали процессы и механизмы адаптаций морских животных, преимущественно моллюсков, к изменениям солености среды обитания. В.Я. Бергера отличала широта охвата научной проблемы, он стремился исследовать адаптации на разных уровнях биологической организации – организменном, клеточном, молекулярном. При этом требовалось освоение новых методов и подходов, что В.Я. делал с увлечением, привлекая к своим исследованиям коллег разных биологических специальностей – цитологов, биохимиков, паразитологов и других. В 1971 г.

под руководством В.В. Хлебовича В.Я. Бергер защитил в Зоологическом институте кандидатскую диссертацию на тему «Исследование адаптаций некоторых литоральных беломорских моллюсков к изменениям солености среды».

В течение последующих 10 лет В.Я. интенсивно развивал тему адаптаций морских организмов к различным факторам внешней среды. Его работы были выполнены на Белом, Балтийском, Баренцевом, Беринговом, Охотском, Японском, Средиземном, Норвежском и Черном морях. В.Я. включил в анализ более 30 видов моллюсков разных таксономических групп, различающихся по биологическим циклам и образу жизни. На основе этих многолетних исследований им была сформулирована оригинальная концепция о существовании двух относительно независимых систем адаптации организмов к умеренным и экстремальным воздействиям. Он показал, что эти адаптивные системы имеют разные механизмы, реализуются на разных уровнях интеграции биологических систем и имеют разные пути эволюции. Отличительной особенностью исследований, выполненных В.Я. Бергером, явился комплексный подход к анализу адаптивных явлений. В его работах широко использованы методические приемы таких биологических дисциплин, как зоология, паразитология, экология, физиология, биохимия и цитология. Это позволило провести всестороннее изучение молекулярных, клеточных, организменных и популяционных механизмов адаптации. Были исследованы процессы синтеза белка и РНК, изозимный состав ряда ферментов, проанализированы особенности ионной и объемной регуляции клеток, динамика процессов адаптации на организменном уровне, внутривидовой полиморфизм и его адаптивная роль, исследованы механизмы воздействия паразитов на адаптивные потенции хозяев, выявлены закономерности эволюции механизмов адаптации и осмыслена роль выделенных адаптивных систем в процессах формирования фауны в водоемах различных типов. Полученные оригинальные материалы и сформулированная на их основе концепция представляют существенный вклад в создание и развитие общей теории адаптации биологических систем. Они нашли свое отражение в многочисленных статьях, в докторской диссертации

ции В.Я. Бергера «Эвригалинность морских моллюсков: экологические, морфо-функциональные и эволюционные аспекты», защищенной в Зоологическом институте в 1981 г., в монографиях (Бергер и др. [Berger et al.] 1984; Бергер [Berger] 1986) и обзорах (Berger and Kharazova 1997; Бергер [Berger] 2005). Тему соленостных адаптаций морских животных В.Я. развивал и в дальнейшие годы. Так, в 2010-е гг. были исследованы функциональные ответы на изменение солености среды как на организменном уровне (Бахмет и др. [Bakhmet et al.] 2013), так и на биохимическом – продукция стресс-белков в тканях животных (Бергер и Подлипаева [Berger and Podlipaeva] 2013; Подлипаева и др. [Podlipaeva et al.] 2016).

С 1980-х гг. В.Я. начал активно развивать исследования, посвященные экологическим особенностям беломорских организмов и анализу структуры и функционирования экосистем Белого моря. Вместе с российскими и зарубежными коллегами выполнена серия работ по экологии различных литоральных животных, гидробиологической характеристике эстуариев, проблемам мониторинга экосистем пелагиали и бентали Белого моря, анализу состояния его биологических ресурсов и проблемам их рационального использования и другим аспектам изучения этого водоема. Эти работы опубликованы в многочисленных статьях и монографиях, некоторые из которых изданы за рубежом (Бергер [Berger] 1995; Berger et al. 2001; Berger and Naumov 2002; Sukhotin and Berger 2013).

В 2000-е гг., во многом под влиянием академика А.Ф. Алимова – яркого представителя отечественной школы продукционной гидробиологии, В.Я. Бергер сосредоточил свои усилия на изучении продукционных процессов в экосистемах Белого моря. Он показал, что экосистемы пелагиали и бентали Белого моря достаточно продуктивны и могут обеспечить запасы рыб, примерно на порядок превосходящих нынешние. Длительная промысловая депрессия обусловлена не исходной бедностью биоресурсов Белого моря и низкой продуктивностью его экосистем, а нерациональным промыслом и нарушениями воспроизводства ряда промысловых объектов (сельди, семги и др.). Оптимальным выходом из сложившейся ситуации может быть развитие марикультуры и восстановление



Рис. 1. Виктор Яковлевич Бергер, 2012 год. Из архива Е.Л. Мархасевой

Fig. 1. Victor Berger, 2012. From the personal archive of E.L. Markhaseva.

процессов воспроизводства ряда беломорских гидробионтов. Результаты этих исследований были сведены в монографиях (Бергер [Berger] 2007, 2012). Помимо детального анализа обширного литературного материала, В.Я. проводил собственные эксперименты, восполняя пробелы в разработке данной темы. Так, в течение нескольких сезонов были измерены скорость фотосинтеза и дыхания массовых видов беломорских водорослей в зависимости от температуры и освещения, оценена сезонная динамика продукции макрофитов в Белом море (Бергер и Примаков [Berger and Primakov] 2007; Бергер [Berger] 2009, 2010, 2011). Количественные данные о структуре беломорских экосистем, о связях между трофическими уровнями, о влиянии абиотических факторов на функционирование морских сообществ легли в основу масс-балансовой модели Белого моря (Бульон и Бергер [Boulion and Berger] 2020).

Результаты многолетней и многогранной научной деятельности В.Я. Бергера отражены в более чем 240 публикациях, в том числе,

19 монографиях и сборниках статей, а также в диссертациях и работах его учеников.

Виктора Яковлевича Бергера не стало 7 апреля 2020 г. Его памяти посвящена XIV Всероссийская конференция с международным участием «Проблемы изучения, рационального использования и охраны природных ресурсов Белого моря», прошедшая в Зоологическом институте РАН в 2022 г. В конференции приняли участие 76 научных сотрудников, аспирантов и студентов. Было заслушано и обсуждено 4 пленарных, 44 устных докладов и 17 стендовых сообщений. К конференции было приурочено открытие в Зоологическом музее выставки фотохудожника А.Л. Ланге (Москва) «Белый квадрат».

Часть настоящего выпуска «Трудов Зоологического института РАН» представлена статьями участников Беломорской конференции и отражает многообразие современных научных направлений, связанных с исследованиями беломорских экосистем. Так, тема фаунистики и биоразнообразия представлена рядом статей, среди которых публикация Е.М. Чабан и соавторов посвящена детальному обзору фауны немертин Белого моря, с исторической ретроспективой и определителем наиболее часто встречающихся видов. Морфологическое и молекулярно-генетическое исследование Н.М. Сухих и Е.Б. Фефиловой подтвердило генетическое сходство популяций эвригалинных планктонных рачков *Eurytemora gracilicauda* на протяжении всей российской Арктики от Белого моря до дельты реки Лена и острова Врангеля. Анализ митохондриального генома позволили уточнить время образования этого вида. Исследование Н.В. Черновой проводит связь между климатическими изменениями в Арктике и появлением новых для региона видов. Автор описывает недавние находки относительно тепловодного вида рыб – мерланга (*Merlangius merlangus*) в Белом море, где он ранее не встречался. Многолетним изменениям структуры популяций двустворчатых моллюсков в Белом море посвящена статья А.В. Герасимовой с соавторами. В статье анализируются 35-летние наблюдения за размерно-возрастной структурой поселений девяти видов *Bivalvia*. Авторы приходят к выводу о том, что постоянство возрастного состава не характерно для поселений двустворчатых моллюсков в Белом море даже при

относительно неизменных условиях окружающей среды. Изменения возрастной структуры определяются динамикой пополнения и выживания молоди. Другой фактор, который влияет на обилие и состав популяций беломорских моллюсков – воздействие хищников, изучен в экспериментальном исследовании В.М. Хайтова и соавторов. Показано, что морские звезды *Asterias rubens* могут преимущественно выедать один из двух криптических видов мидий в смешанных поселениях в Белом море, тем самым участвуя в регулировании состава этих поселений. Методическая статья Г.В. Фукса демонстрирует возможность использования массы отолита для экспресс-оценки возраста камбалы *Limanda limanda*.

Тематическое разнообразие и высокий научный уровень докладов, представленных на Беломорской конференции (Санкт-Петербург, 2022 г.), и статей, опубликованных в данном выпуске Трудов ЗИН РАН, свидетельствует о большой значимости Белого моря и его экосистем как объекта фундаментальных и прикладных исследований, а также о востребованности регулярных Беломорских конференций для обсуждения результатов этих научных работ.

БЛАГОДАРНОСТИ

Архивные материалы для работы над статьей были предоставлены архивами Зоологического института РАН, Беломорской биостанции ЗИН РАН, а также семьей В.Я. Бергера – Н.Я. Николаевой и Е.Л. Мархасевой, которым автор выражает искреннюю благодарность. Исследование выполнено в рамках гостемы ЗИН РАН 122031100283-9. Спонсором Беломорской конференции была компания e-legion.

ЛИТЕРАТУРА

- Alimov A.F. and Alexeyev A.P. 2010. The “White Sea” project and its role in the organization of integrated research. Proceedings of the XI All-Russia conference. The Problems of exploration, sustainable use and protection of natural resources of the White Sea (9–11 November 2010, Saint Petersburg). Zoological Institute RAS, Saint Petersburg: 5–8. [In Russian].
- Barannikova I.A. 1990. Nikolay L'vovich Gerbil'skiy: main areas of research. *Biologiya Morya*, 3: 64–66. [In Russian].

- Bakhmet I.N., Berger V.Ja., Komendantov A.Yu., Smurov A.O. and Khalaman V.V. 2013.** Investigation of the cardiac activity of three species of Bivalvia (*Mytilus edulis* L., *Modiolus modiolus* L. and *Hiatella arctica* L.) under salinity changes. *Proceedings of the Zoological Institute RAS*, **317**(Supplement 3): 63–68. [In Russian].
- Berger V.Ja. 1986.** Adaptations of marine molluscs to environmental salinity changes. Nauka, Leningrad, 218 p. [In Russian].
- Berger V.Ja. 1995. (Ed.)** White Sea. Biological resources and the problems of their exploitation. *Explorations of Fauna of the Seas*, **42**(50), parts 1, 2. Zoological Institute RAS, Saint Petersburg, 249 p. (part 1), 251 p. (part 2). [In Russian].
- Berger V.Ja. 2005.** On the minimal start-time of the phenotypic adaptation processes. *Doklady Biological Sciences*, **400**: 710–711. [In Russian]. <https://doi.org/10.1007/s10630-005-0043-8>
- Berger V.Ja. 2007.** Production potential of the White Sea. *Explorations of Fauna of the Seas*, **60**(68): 1–292. [In Russian].
- Berger V.Ja. 2009.** Production of fucoid brown algae *Ascophyllum nodosum* and *Fucus vesiculosus* in the White Sea. *Russian Journal of Marine Biology*, **35**: 413–415. <https://doi.org/10.1134/S106307400905006X>
- Berger V.Ja. 2010.** Photosynthesis, respiration and production of kelp of the White Sea. Proceedings of the International scientific conference. Nature of marine Arctic: current challenges and role of science (Murmansk, 10–12 March 2010). MMBI KSC RAS, Apatity: 29–30. [In Russian].
- Berger V.Ja. 2011.** Production of eel-grass *Zostera marina* Linnaeus, 1753 in the White Sea. *Russian Journal of Marine Biology*, **37**: 371–375. <https://doi.org/10.1134/S1063074011050038>
- Berger V.Ja. 2012. (Ed.)** Biological Resources of the White Sea: Investigation and Exploitation. *Explorations of Fauna of the Seas*, **69**(77): 1–377. [In Russian].
- Berger V., Dahle S., Galaktionov K., Kosobokova X., Naumov A., Rat'kova T., Savinov V. and Savinova T. 2001.** White Sea. Ecology and environment. Derzavets Publishers, Saint Petersburg-Tromsø, 157 p.
- Berger V.J. and Kharazova A.D. 1997.** Mechanisms of salinity adaptations in marine molluscs. *Hydrobiologia*, **7**: 1–12. https://doi.org/10.1007/978-94-017-1907-0_12
- Berger V.Ja. and Naumov A.D. 2002.** Biological Invasions in the White Sea. In: E. Leppäkoski, S. Gollasch and S. Olenin (Eds). Invasive aquatic species of Europe. Distribution, impacts and management. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht-Boston-London: 235–239.
- Berger V.Ja. and Podlipaeva Yu.I. 2013.** Stress proteins and environmental salinity. *Proceedings of the Zoological Institute RAS*, **317**(Supplement 3): 22–31. [In Russian].
- Berger V.Ja. and Primakov I.M. 2007.** The estimation of the primary production in the White Sea. *Biologiya Morya*, **33**(1): 54–58. [In Russian]. <https://doi.org/10.1134/S1063074007010051>
- Berger V.Ja., Zhirmunsky A.V., Natochin Yu.V., Kharazova A.D. and Yaroslavl'tseva L.M. 1984.** Mechanisms of adaptation of marine molluscs to changing salinity. Institut Biologii Morya DVO AN USSR, Vladivostok, 68 p. [In Russian].
- Boulton V.V. and Berger V.Ja. 2020.** Modeling and reconstructing the biotic energy flux in the White Sea ecosystem based on the balance principle. *Oceanology*, **60**(2): 205–214. <https://doi.org/10.1134/S0001437020020010>
- Khlebovich V.V. and Berger V.Ja. 1965.** The experience of electroconductometric investigation of water-salt balance in some hydrobionts. *Gidrobiologicheskii Zhurnal*, **1**(5): 57–61. [In Russian].
- Krayushkina L.S. and Fedorov K.E. 2019.** Ichthyological investigations in the Department of Ichthyology and Hydrobiology in Saint-Petersburg State University (to the 90th anniversary of the Department). *Proceedings of the Zoological Institute RAS*, **323**(4): 379–394. [In Russian]. <https://doi.org/10.31610/trudyzin/2019.323.4.379>
- Mikhalkina M.V., Mikhalkin K.P., Mikhalkin A.P. and Abasov Sh.G. 2021.** To the 120th anniversary of the birth of the outstanding Russian ichthyologist and hydrobiologist, Professor Nikolay L'vovich Gerbil'sky. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference. Ensuring the global competitiveness of science and education (12 April, 2021, Belgorod). Agency for Advanced Scientific Research, Belgorod: 5–10. [In Russian]. Available from: <https://apni.ru/article/2188-k-120-letiyu-so-dnya-rozhdeniya-vidayushcheg> (accessed 29 November 2022).
- Podlipaeva Yu.I., Goodkov A.V. and Berger V.Ja. 2016.** Content of 70 kDa stress protein during acclimation of mussel *Mytilus edulis* L. to low salinity. *Tsitologia*, **57**(7): 562–566. [In Russian].
- Sukhotin A. and Berger V. 2013.** Long-term monitoring studies as a powerful tool in marine ecosystem research. *Hydrobiologia*, **706**(1): 1–9. <https://doi.org/10.1007/s10750-013-1456-2>