

Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.Р. Филиппова. 2025. № 2 (79). С. 23–29.  
Buryat Agrarian Journal. 2025;2(79):23–29.

**ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ**  
**VETERINARY MEDICINE AND ANIMAL SCIENCE**

Научная статья  
УДК 591.414  
doi: 10.34655/bgsha.2025.79.2.003

**Бассейн краниальной полой вены байкальской нерпы  
(*Pusa sibirica*, Phocidae) в возрастном аспекте**

**Инна Викторовна Аникиенко**

Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, пос. Молодежный, Иркутская область, Россия  
babushcinai@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7358-7699>

**Аннотация.** Цель настоящего исследования – изучить венозный отток в краниальную полую вену байкальской нерпы в возрастном аспекте. При помощи анатомических методов исследования (препарирования с инъекцией монтажной пеной, изготовления коррозионных препаратов, морфометрии) был изучен бассейн краниальной полой вены байкальской нерпы. Наружная и внутренняя яремные вены собирают кровь от головы. У байкальской нерпы на уровне атлантно-осевого сустава глубокая шейная вена с венами мощного дорсального венозного коллектора вливается в наружную и внутреннюю яремные вены. Венозная сеть дорсального коллектора начинается от чешуи затылочной кости и доходит до уровня 3-4 межреберья. Вены дорсального коллектора на уровне с 1-го по 3-е ребро анастомозируют с сегментами непарной вены. Приняв вены дорсального коллектора, внутренняя и наружная яремные вены анастомозируют и образуют длинные петли, которые формируют мощную замкнутую петлистую сеть на уровне плечевого ствола. В вентральной трети части шеи и вентро-латеральной части грудной клетки на уровне 4-5-го шейных позвонков до 6-7-го межреберья формируется мощный вентро-латеральный коллектор посредством левой подключичной, плечевой, глубокой шейной, наружной грудной, подмышечной и поверхностной плечевой вен. На уровне плечевого ствола ветви вентро-латерального коллектора соединяются с сетью яремных вен и непарной веной посредством связи с дорсальным стволом. Краниальная полая вена собирает кровь из левой и правой подключичных вен, вены сети яремных вен, а также непарной вены и ампулообразно расширяется в 1,78 раза у новорожденных нерп, в 1,65 раза у нерп других возрастов.

**Ключевые слова:** байкальская нерпа, краниальная полая вена, непарная вена, эпидуральная вена, венозные коллекторы.

Original article

## The system of the cranial vena cava of the Baikal seal (*Pusa sibirica*, Phocidae) under the age-related aspect

Inna V. Anikienko

Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, Molodezhny, Irkutsk Region, Russia

[babushcinai@mail.ru](mailto:babushcinai@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0001-7358-7699>

**Abstract.** The aim of the study was to investigate the venous outflow into the cranial vena cava of the Baikal seal under the age-related aspect. Using anatomical research methods (dissection with injection of polyurethane foam, production of corrosion preparations, morphometry), the system of the cranial vena cava of the Baikal seal was studied. The external and internal jugular veins collect blood from the head. In Baikal seal, at the level of the atlanto-axial joint the deep cervical vein with veins of the extensive dorsal venous sinus flows into the external and internal jugular veins. The venous network of the dorsal sinus begins from the squama of the occipital bone and reaches the 3-4 intercostal space level. The veins of the dorsal sinus at the level of the 1st to 3rd rib anastomose with segments of the azygos vein. Having assumed veins of the dorsal sinus, the internal and external jugular veins anastomose and form long loops that form a powerful closed looped network at the level of the brachiocephalic trunk. In the ventral third of the neck and the ventro-lateral part of the chest at the level of the 4-5 cervical vertebrae up to the 6-7 intercostal space, an extensive ventro-lateral sinus is formed by means of the left subclavian, brachiocephalic, deep cervical, external thoracic, axillary and superficial brachial veins. At the level of the brachiocephalic trunk, the branches of the ventro-lateral sinus are connected with the network of jugular veins and the azygos vein by means of communication with the dorsal trunk. The cranial vena cava collects blood from the left and right subclavian veins, the vein of the jugular vein network, as well as the azygos vein and expands in an ampulla-like manner by 1.78 times at newborn seals, by 1.65 times at seals of other age groups.

**Keywords:** Baikal seal, cranial vena cava, azygos vein, epidural vein, venous sinuses.

**Введение.** Венозное русло благодаря особенностям строения стенки вен характеризуется большей емкостью, чем артериальное. Анатомические особенности венозного русла были описаны у разных видов наземных млекопитающих [1-4]. У млекопитающих, способных к нырянию в воду, венозная система значительно увеличивает емкость вен за счет расширения отдельных сосудов, появления синусов (пазух) и сплетений. Наиболее изучены особенности венозного русла у отдельных представителей ластоногих и дельфинов [5-13]. У байкальской нерпы, представителя пресноводных ластоногих, были изучены морфологические особенности каудальной поллой вены, а также интраорганного венозного оттока печени и селезенки [14-16]. Отсутствие сведений об анатомических особенностях венозного оттока в краниальную полую вену у бай-

кальской нерпы послужило предпосылкой для проведения настоящего исследования. Знание морфологических особенностей венозного русла байкальской нерпы имеет большое значение в практической ветеринарии при лечении необычных пациентов нерпинариев, поскольку оно необходимо для оценки его возможностей при компенсаторной перестройке.

**Материал и методы исследования.** Исследования краниальной поллой вены проводились у особей байкальской нерпы, добытых по разрешениям на вылов в научно-исследовательских целях № 032015031172 (2015), № 032021031373 (2021) и № 0320220311974 (2022). Отлов животных осуществлялся крупноячеистыми капроновыми сетями. Во время экспедиций в 2021 и 2022 гг. в работе было использовано оборудование Центра коллективного пользования «Научно-экспе-

диционный центр Байкал» (<https://ckp-rf.ru/catalog/ckp/3213559>). Также исследованию подвергались погибшие особи байкальской нерпы с акватории оз. Байкал, доставленные в ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ для установления причины смерти. Исследование бассейна краниальной полости вены проводили у 4 новорожденных нерп, 10 сеголеток (до года), 10 неполовозрелых особей (от 1 года до 4 лет) и 10 половозрелых особей (старше 4 лет).

Для изучения архитектоники венозных сосудов применяли анатомическое препарирование, в том числе с предварительной инъекцией монтажной пеной. Для инъектирования венозных сосудов монтажную пену вводили в каудальную полую вену, эпидуральную вену или правый же-

лудочек сердца. У новорожденных нерп инъекцию пены проводили через пупочные артерию и вену, при этом наливались как венозные, так и артериальные сосуды. Для получения коррозионных препаратов ткани органов удаляли раствором щелочи (NaOH; ЗАО «Реактив», Россия). Для морфометрии сосудов использовали цифровой штангенциркуль Shahe 5422-200 (Китай). Данные представлены в виде средней арифметической  $\pm$  стандартная ошибка среднего.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Наружная и внутренняя яремные вены отходят от головы и идут вдоль сонных артерий на уровне пищевода (рис. 1).

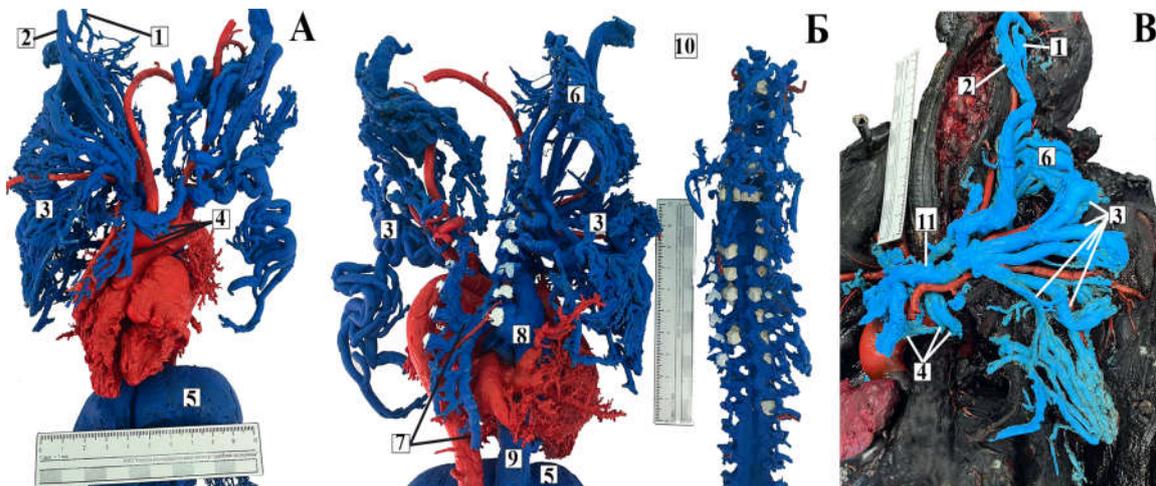


Рисунок 1. Бассейн краниальной полости вены байкальской нерпы. Вены новорожденной нерпы (А – вентральная сторона, Б – дорсальная сторона бассейна краниальной полости вены и связанная с ней вентральная сторона эпидуральной вены; В – вены сеголетка левой стороны): 1 – внутренняя яремная вена; 2 – наружная яремная вена; 3 – вены вентро-латерального коллектора; 4 – внутренние грудные вены; 5 – печеночный синус; 6 – вены дорсального коллектора; 7 – непарная вена; 8 – краниальная полая вена; 9 – каудальная полая вена; 10 – эпидуральная вена; 11 – левая подключичная вена

Наружная яремная вена латерально граничит с грудинно-щитовидным мускулом. На уровне атлантно-осевого сустава вторая глубокая шейная вена вместе с корнями мощного дорсального венозного коллектора (в его формировании принимают участие позвоночная и эпидуральная вены) вливаются в наружную и внутреннюю яремные вены. Сеть дорсального коллектора простирается от чешуи затылочной кости до уровня 3-4-го межреберья. На уровне 1-3-го ребра вены дорсального коллектора также связаны с

сегментами непарной вены, имея связь с краниальной полую веной.

Мощные венозные шейные сплетения, связанные с краниальной полую веной, описаны у обыкновенного дельфина [9]. У обыкновенного тюленя, ларги и кольчатой нерпы Галанцев В.П. описал обширное венозное сплетение со множественными анастомозами в области шеи [7], в то время как у байкальской нерпы нами обнаружен дорсальный коллектор, имеющий связь через эпидуральную вену с краниальной полую веной. Эпидуральная по-

звоночная вена располагается в позвоночном канале под надкостницей дорсально над твердой оболочкой спинного мозга, в зарубежных источниках литературы данная вена часто описывается как экстрадуральная внутривозвоночная вена. R.J. Harrison, J.D.W. Tomlinson (1956) указывали на возможную связь экстрадуральной вены и правой непарной вены у ластоногих [8]. Nordgarden U. с соавторами (2000) при помощи доплеровской флоуметрии подтвердили наличие такой связи [11]. Позднее было описано возможное функциональное назначение связи данной вены и венозных сплетений шеи у тюленей. С одной стороны, она может обеспечивать адекватный венозный возврат во время нормального дыхания при всплытии, с другой стороны, выполнять роль шунта через который ретроградный венозный поток может направляться в краниальную полую вену через непарную вену [5, 12].

Приняв вены дорсального коллектора, внутренняя яремная вена байкальской нерпы соединяется с наружной яремной веной мощными анастомозами в виде петель, далее они обе резко опускаются вентрально к трахее. Наружная яремная вена на уровне 3-4 шейных позвонков разделяется на два ствола, которые опять соединяются и формируют петлю, от первой ветви которой разветвляется по магистральному типу 5 крупных вен, анастомозирующих по ходу между собой и формирующих замкнутые петли. От этих

длинных петель формируется венозная сеть на уровне плечевого ствола.

В вентральной трети части шеи и вентро-латеральной части грудной клетки на уровне 4-5-го шейных позвонков до 6-7-го межреберья формируется мощный вентро-латеральный коллектор. Данный коллектор образуется посредством левой подключичной, плечевой, первой глубокой шейной, наружной грудной, подмышечной и поверхностной плечевой вен и соединяется посредством мощных анастомозов с дорсальным коллектором. На уровне плечевого ствола ветви коллектора соединяются с сетью анастомозов яремных вен и непарной веной посредством связи с дорсальным стволом сети яремных вен. Вентро-латеральный коллектор закрывают поверхностная и глубокая грудная мышцы. Внутри коллектора между петлями яремных вен и самим коллектором проходят сосуды, собирающие кровь от атланта-акромиальной мышцы.

На уровне артериального плечевого ствола из сети яремных вен правой стороны кровь собирается двумя венами (рис. 2): правой подключичной веной, а также отдельной веной, идущей из указанной сети. Правая подключичная вена у новорожденных нерп имеет диаметр  $4,54 \pm 0,73$  мм, длину  $9,07 \pm 0,35$  мм, у сеголеток –  $8,62 \pm 0,37$  мм,  $19,81 \pm 1,08$  мм, у неполовозрелых нерп –  $11,97 \pm 0,86$  мм,  $23,71 \pm 1,61$  мм, у половозрелых нерп –  $14,98 \pm 0,67$  мм,  $30,26 \pm 1,36$  мм соответственно.

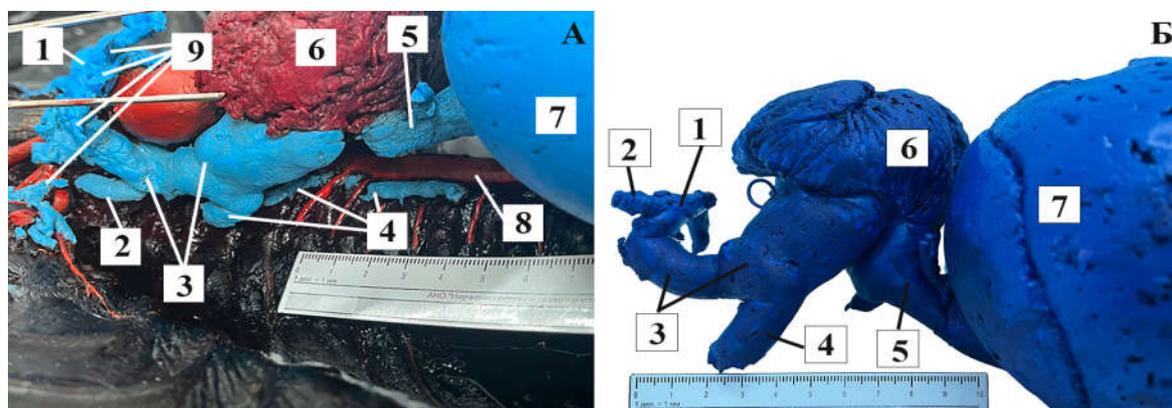


Рисунок 2. Краниальная и каудальная полые вены байкальской нерпы (А – сеголетка, Б – неполовозрелой особи): 1 – левая подключичная вена; 2 – правая подключичная вена; 3 – краниальная полая вена; 4 – непарная вена; 5 – каудальная полая вена; 6 – правое предсердие; 7 – печеночный синус; 8 – грудная аорта; 9 – внутренние грудные вены

Вены от вентро-латерального коллектора левой стороны на уровне 1-го ребра собираются в левую подключичную вену, которая следует по сегментальной плоскости над аортой, делает наклон в каудальном направлении и заканчивается на уровне 1-2-го межреберья. Левая подключичная вена у нерп всех возрастов имела большую длину в сравнении с правой подключичной и составляла у новорожденных нерп  $41,13 \pm 1,22$  мм, у сеголеток –  $58,20 \pm 1,51$  мм, у неполовозрелых нерп –  $70,77 \pm 2,89$  мм, у половозрелых –  $89,55 \pm 4,40$  мм. Внутренние грудные вены байкальской нерпы следуют параллельно внутренней грудной артерии, количество вен варьирует от 3 до 5. Кровь из данных вен также собирается в левую подключичную вену.

Левая и правая подключичные вены одновременно вливаются в краниальную полую вену диаметром  $8,66 \pm 1,28$  мм у новорожденных животных,  $13,96 \pm 0,93$  мм у сеголеток,  $20,02 \pm 1,26$  мм у неполовозрелых нерп,  $25,89 \pm 1,28$  мм у половозрелых нерп. Кроме данных вен краниальная полая вена собирает кровь от отдельной вены, идущей из сети яремной вены, а также непарной вены. После вхождения

непарной вены в краниальную полую вену последняя ампулообразно расширяется и имеет диаметр у новорожденных нерп  $15,43 \pm 1,74$  мм, у сеголеток –  $23,05 \pm 1,27$ , у неполовозрелых нерп –  $33,22 \pm 1,16$ , у половозрелых –  $42,77 \pm 2,08$  мм.

**Заключение.** У байкальской нерпы формируются два мощных венозных коллектора: дорсальный и вентро-латеральный, которые связаны как между собой, так и с сетью яремных вен, непарной веной и краниальной полую вену. У исследованных животных отмечается асимметрия венозного русла правой и левой сторон, заключающаяся в том, что кровь с правой стороны собирается в правую подключичную вену и вену, идущую непосредственно из сети яремных вен, а с левой стороны – только в левую подключичную вену, имеющую большую длину в сравнении с правой подключичной веной у байкальских нерп всех возрастов. Краниальная полая вена собирает кровь из левой и правой подключичных вен, вены, следующей из сети яремных вен, а также непарной вены. Краниальная полая вена ампулообразно расширяется в 1,78 раза у новорожденных нерп, у нерп других возрастов – в 1,65 раза.

#### Список источников

1. Эпидуральное позвоночное венозное сплетение шейного отдела позвоночного столба у телят / Д.С. Былинская [и др.] // Иппология и ветеринария. 2019. № 4 (34). С. 63-66. EDN: XPWVCN
2. Теленков В.Н., Хонин Г.А., Приступа О.А. Вены и сфинктерные системы органов мочеполового аппарата пушных зверей // Вестник Омского ГАУ. 2020. № 4 (40). С. 110-117. EDN: ZGXMNE
3. Korim F., Kuricova M., Eberlova L. (2023). Anatomical characteristics of duplicated caudal vena cava in cats – a case report // Animals. 2023. Vol. 13 (10). Pp. 1585–1595. doi: 10.3390/ani13101585. EDN: MQIXOC
4. Evolutionary specializations in the venous anatomy of the two-toed sloth (*Choloepus didactylus*): insights from CT-scan 3D reconstructions / P. Martre, B. Mulot, E. Roussel, A. Leclerc // Animals. 2024. Vol. 14 (12). Pp. 1768-1780. doi: 10.3390/ani14121768. doi: 10.3390/ani14121768. EDN: OPGDHM
5. Blix A.S. The venous system of seals, with new ideas on the significance of the extradural intravertebral vein // J Exp Biol. 2011. Vol. 214. Pt 21. Pp. 3507-3510. doi: 10.1242/jeb.056127. EDN: PKTVOP
6. Costidis A., Rommel S.A. Vascularization of air sinuses and fat bodies in the head of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*): morphological implications on physiology // Frontiers in Physiology. 2012. Vol. 3. Pp. 1-23. doi: 10.3389/fphys.2012.00243. EDN: RKSTWN.
7. Galantsev V.P. Adaptational changes in the venous system of diving mammals // Canadian Journal of Zoology. 1991. Vol. 69 (2). Pp. 414–419. doi: 10.1139/z91-065
8. Harrison R.J., Tomlinson J.D.W. Observations on the venous system in certain Pinnipedia and Cetacea // Proceedings of the Zoological Society of London. 1956. Vol. 126 (2). Pp. 205–234. doi: 10.1111/j.1096-3642.1956.tb00433.x
9. Possible thermoregulatory functions of the internal vertebral venous plexus in man and various other mammals: Evidence from comparative anatomical studies / P.V.J.M. Hoogland, W. Vorster, R.J.M. Groen, S.H. Kotzé // Clinical Anatomy. 2012. Vol. 25. Pp. 452–460. doi: 10.1002/ca.21274
10. Meningeal Lymphatic and Glymphatic Structures in a Pelagic Delphinid (*Delphinus delphis*) / O.N. Jackson [et al.] // Animals. 2025. Vol. 15. Pp. 729-758. doi: 10.3390/ani15050729. EDN: EMNGXM

11. On the direction and velocity of blood flow in the extradural intravertebral vein of harp seals (*Phoca groenlandica*) during simulated diving/ U. Nordgarden, L.P. Folkow, L. Walloe, A.S. Blix // *Acta Physiol Scand.* 2000. Vol. 168 (2). Pp. 271-276. doi: 10.1046/j.1365-201x.2000.00652.x
12. Intravascular pressure profiles in elephant seals: hypotheses on the caval sphincter, extradural vein and venous return to the heart / P.J. Ponganis [et al.]// *Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol.* 2006. Vol. 145 (1). Pp. 123-30. doi: 10.1016/j.cbpa.2006.05.012 EDN: LjqSPZ
13. Tift M.S., Нькстдт L.A., Ponganis P.J. Anterior vena caval oxygen profiles in a deep-diving California sea lion: arteriovenous shunts, a central venous oxygen store and oxygenation during lung collapse // *J Exp Biol.* 2018. Vol. 221(1). P. jeb163428. doi: 10.1242/jeb.163428
14. Система каудальной полой вены у новорождённой байкальской нерпы / И.В. Аникиенко, Н.И. Рядинская, Е.А. Петров, О.П. Ильина // *Иппология и ветеринария.* 2024. № 1(51). С. 47-56. doi: 10.52419/2225-1537/2024.1.47-56. EDN: LCYDLZ
15. Сайванова С.А., Рядинская Н.И. Венозное русло селезенки байкальской нерпы // *Вестник ИрГСХА.* 2016. № 77. С. 110-117. EDN: XIBWOB
16. Табакова М.А., Рядинская Н.И. Система печеночных вен байкальской нерпы // *Вестник КрасГАУ.* 2018. № 5 (140). С. 258-264. EDN: YQNVAL

## References

1. Bylinskaya D.S. et al. Epidural vertebral venous plexus of the cervical spine in calves. *Hippology and Veterinary Medicine.* 2019;4(34):63-66 (In Russ.).
2. Telenkov V.N., Khonin G.A., Pristupa O.A. Veins and sphincteric systems of the urogenital apparatus of fur-bearing animals. *Vestnik of Omsk SAU.* 2020;4(40):110-117 (In Russ.).
3. Korim F., Kuricova M., Eberlova L. Anatomical characteristics of duplicated caudal vena cava in cats – a case report. *Animals.* 2023;13(10):1585–1595. doi: 10.3390/ani13101585
4. Martre P., Mulot B., Roussel E., Leclerc A. Evolutionary specializations in the venous anatomy of the two-toed sloth (*Choloepus didactylus*): insights from CT-scan 3D reconstructions. *Animals.* 2024;14(12):1768-1780. doi: 10.3390/ani14121768
5. Blix A.S. The venous system of seals, with new ideas on the significance of the extradural intravertebral vein. *J Exp Biol.* 2011;214(21):3507-3510. doi: 10.1242/jeb.056127
6. Costidis A., Rommel S.A. Vascularization of air sinuses and fat bodies in the head of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*): morphological implications on physiology. *Frontiers in Physiology.* 2012;3:1-23. doi: 10.3389/fphys.2012.00243
7. Galantsev V.P. Adaptational changes in the venous system of diving mammals. *Canadian Journal of Zoology.* 1991;69(2):414–419. doi: 10.1139/z91-065
8. Harrison R.J., Tomlinson J.D.W. Observations on the venous system in certain Pinnipedia and Cetacea. *Proceedings of the Zoological Society of London.* 1956;126(2):205–234. doi: 10.1111/j.1096-3642.1956.tb00433.x
9. Hoogland P.V.J.M., Vorster W., Groen R.J.M., Kotzé S.H. Possible thermoregulatory functions of the internal vertebral venous plexus in man and various other mammals: Evidence from comparative anatomical studies. *Clinical Anatomy.* 2012;25:452–460. doi: 10.1002/ca.21274
10. Jackson O.N. et al. Meningeal Lymphatic and Glymphatic Structures in a Pelagic Delphinid (*Delphinus delphis*). *Animals.* 2025;15:729-758. doi:10.3390/ani15050729
11. Nordgarden U., Folkow L.P., Walloe L., Blix A.S. On the direction and velocity of blood flow in the extradural intravertebral vein of harp seals (*Phoca groenlandica*) during simulated diving. *Acta Physiol Scand.* 2000;168(2):271-276. doi: 10.1046/j.1365-201x.2000.00652.x
12. Ponganis P.J. et al. Intravascular pressure profiles in elephant seals: hypotheses on the caval sphincter, extradural vein and venous return to the heart. *Comp. Biochem. Physiol. A Mol. Integr. Physiol.* 2006;145(1):123-30. doi: 10.1016/j.cbpa.2006.05.012
13. Tift M.S., Нькстдт L.A., Ponganis P.J. Anterior vena caval oxygen profiles in a deep-diving California sea lion: arteriovenous shunts, a central venous oxygen store and oxygenation during lung collapse. *J Exp Biol.* 2018;221(1): jeb163428. doi: 10.1242/jeb.163428
14. Anikienko I.V., Ryadinskaya N.I., Petrov E.A., Ilyina O.P. The caudal vena cava system in newborn Baikal seal. *Hippology and Veterinary Medicine.* 2024;1(51):47-56 (In Russ.). doi: 10.52419/2225-1537/2024.1.47-56.
15. Sayvanova S.A., Ryadinskaya N.I. The venous bed of the spleen Baikal seals. *Vestnik IrГСХА.* 2016;77:110-117 (In Russ.).
16. Tabakova M.A., Ryadinskaya N.I. The system of hepatic veins in Baikal seals. *Bulliten KrasSAU.* 2018;5(140):258-264 (In Russ.).

**Информация об авторе**

**Инна Викторовна Аникиенко** – кандидат биологических наук, доцент кафедры «Морфология животных и ветеринарная санитария», babushcinai@mail.ru.

**Information about the author**

**Inna V. Anikienko** – Candidate of Science (Biology), Associate professor, Chair of Animal Morphology and Veterinary Sanitation, babushcinai@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 12.03.2025; одобрена после рецензирования 14.04.2025; принята к публикации 13.05.2025.

The article was submitted 12.03.2025; approved after reviewing 14.04.2025; accepted for publication 13.05.2025.