

ТОПОГРАФИЯ ОРГАНОВ МОЧЕВЫДЕЛЕНИЯ У БАЙКАЛЬСКОЙ НЕРПЫ

Т.Е. Помойницкая, кандидат биологических наук

Н.И. Рядинская, доктор биологических наук, профессор

Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, Иркутск, Россия

E-mail: konkova.t@bk.ru

Ключевые слова: ластоногие, байкальская нерпа, мочевыделительная система, множественные почки, пресноводные млекопитающие.

Реферат. Мочевыделительная система водных млекопитающих играет важную роль в поддержании гомеостаза организма. Особенности в строении и топографии органов мочевого выделения связаны со средой обитания и адаптацией к ней организма водных животных. Интерес к изучению особенностей топографии органов и строения организма в целом, а также органов мочеобразования и мочевого выделения в частности, представляет байкальская нерпа, учитывая ее пресноводный образ жизни. Была поставлена цель – описать видовые особенности топографии почек, мочеточников, мочевого пузыря и мочеиспускательного канала у самца и самки байкальской нерпы. Объектом исследований служили как живые особи, так и тушки байкальской нерпы (*Phoca sibirica*) в возрасте от полутора до трёх лет. Животных обследовали в ООО «Аквариум байкальской нерпы» и в ОГБУ «Иркутская городская станция по борьбе с болезнями животных». Кадаверный материал добывался по программе Росрыболовства РФ, а также научно-исследовательских опытно-конструкторских и технологических разработок (НИОКР и НИОКТР) от 2014, 2017, 2020 гг. Материалом исследования служили органы мочевыделительной системы: почки, мочеточники, мочевой пузырь, мочеиспускательный канал. Исследования проводились посредством применения различных анатомических методов: аутопсия кадаверного материала с осмотром и фиксацией синтопии, скелетотопия, голотопия и анатомическое препарирование, ультразвуковая диагностика и мультиспиральная компьютерная томография.

TOPOGRAPHY OF THE URINARY ORGANS OF THE BAIKAL SEAL

T.E. Pomoinitskaya, Candidate of Biological Sciences

N.I. Ryadinskaya, Doctor of Biological Sciences, professor

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

E-mail: konkova.t@bk.ru

Keywords: pinnipeds, Baikal seal, urinary system, multiple kidneys, freshwater mammals.

Abstract. The urinary system of aquatic mammals plays an important role in maintaining the body's homeostasis. Features in the structure and topography of the urinary organs are associated with the habitat and adaptation of the organism of aquatic animals to it. Interest in studying the features of the topography of organs and the structure of the organism as a whole, as well as the organs of urine formation and excretion in particular, is presented by the Baikal seal, given its freshwater lifestyle. The goal was to describe the species-specific features of the topography of the kidneys, ureters, bladder and urethra in male and female Baikal seals. The object of the study was both live individuals and carcasses of the Baikal seal (*Phoca sibirica*) aged from 1.5 to 3 years. The animals were examined at the Baikal Seal Aquarium LLC and the Irkutsk City Animal Disease Control Station. The cadaver material was collected under the program of the Russian Federal Agency for Fisheries, as well as research and development, experimental design and technological developments (R&D and R&D) from 2014, 2017, 2020. The study material was the organs of the urinary system: kidneys, ureters, bladder, urethra. The studies were carried out using various anatomical methods: autopsy of cadaver material with examination and fixation of syntopy, skeletonotopy, holotopy and anatomical dissection, ultrasound diagnostics and multispiral computed tomography.

Мочевыделительная система водных млекопитающих играет важную роль в поддержании гомеостаза организма. Особенности в

строении и топографии органов мочевого выделения связаны со средой обитания и адаптацией к ней организма водных животных. Нетипичное для

большинства наземных хищников строение почек обеспечивает поддержание жизненно необходимого водно-солевого баланса, устраняя избыточную солевую нагрузку у морских ластоногих и сохраняя осмотически активные вещества пресноводных млекопитающих. Морфологию и топографию органов мочевого выделения ластоногих описывали В.В. Володина, А.Е. Кузин, A.S. Blix, R.M. Ortiz, однако данные исследования носят отрывочный характер и не отражают полную морфологическую картину [1, 5, 11, 12]. Учитывая малую изученность вопроса о строении и топографии мочевого выделительной системы ластоногих в целом и отсутствие литературных данных о топографии мочевого выделительной системы байкальской нерпы, а также всё больший интерес и распространённость океанариумов и нерпинариев, данные исследования будут вносить вклад в сравнительно-видовую морфологию водных млекопитающих, а также использоваться при проведении диагностических мероприятий при лечении или диспансеризации байкальской нерпы. Являясь представителем парвотряда ластоногих, байкальская нерпа представляет интерес к изучению особенностей топографии органов и строения организма в целом, а также органов мочеобразования и мочевого выделения в частности, принимая во внимание ее пресноводный образ жизни.

Учитывая вышеописанное, была поставлена цель – описать видовые особенности топографии почек, мочеточников, мочевого пузыря и мочеиспускательного канала у самца и самки байкальской нерпы.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследований служили как живые особи, так и тушки байкальской нерпы (*Phoca sibirica*) в возрасте от полутора до трех лет. В ходе диспансеризации животных обследовали в ООО «Аквариум байкальской нерпы», а также в ОГБУ «Иркутская городская станция по борьбе с болезнями животных». Кадаверный материал добывался по программе Росрыболовства РФ, а также научно-исследовательских опытно-конструкторских и технологических разработок (НИОКР и НИОКТР) от 2014, 2017, 2020 гг.

Материалом исследования служили органы мочевого выделительной системы от 25 байкальских нерп: почки, мочеточники, мочевого пузыря, мочеиспускательный канал. Настоящие исследования проводились благодаря применению различных анатомических методов, которые включают аутопсию кадаверного материала с осмотром и фиксацией синтопии, скелетотопии и голотопии и анатомическое препарирование. Топографические данные органов мочевого выделительной системы байкальской нерпы уточняли проведением ультразвуковой диагностики и мультиспиральной компьютерной томографии (как с введением контрастного вещества, так и без него).

Анатомическая терминология употреблялась в соответствии с Международной ветеринарной анатомической номенклатурой под редакцией Н.В. Зеленецкого от 2022 г. [4].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Мочевыделительная система байкальской нерпы состоит из мочеобразующего органа: почек, а также мочевого выделительных: мочеточников, мочевого пузыря и мочеиспускательного канала. С помощью мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) были определены размеры отделов и областей брюшной полости, которые выражают видовые анатомические особенности в строении тела байкальской нерпы 1,5 лет (рис. 1) [6].

Мочевыделительная система занимает два отдела брюшной полости: поясничную и пушечную область мезогастрия, правый и левый пах и срамную область гипогастрия, а также тазовую полость.

Почки байкальской нерпы относятся к множественному типу, имеют форму боба. Каждая почка состоит из нескольких десятков почечек. Множественный тип строения почек имеют моржи, тюлени, также он описан у некоторых медведей [11–13]. Почка имеет дорсальную и вентральную поверхности, два конца – краниальный и каудальный, два края – латеральный и медиальный. На медиальном крае располагаются почечные ворота, из которых выходят мочеточник и почечные вены, а входит почечная артерия [1–3, 7–10].

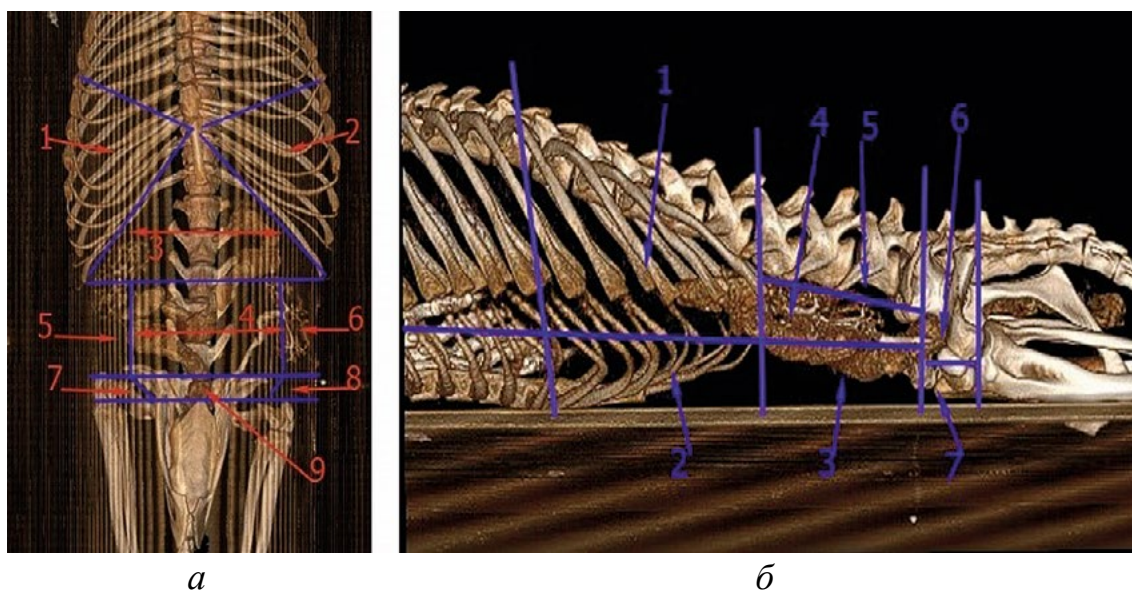


Рис. 1. Отделы брюшной полости у байкальской нерпы в возрасте 1,5 лет. Мультиспиральная компьютерная томография: *а* – снимок вентральной поверхности: 1 – правое подреберье; 2 – левое подреберье; 3 – область мечевидного хряща; 4 – пупочная область; 5 – правая подвздошная область; 6 – левая подвздошная область; 7 – правая паховая область; 8 – левая паховая область; 9 – срамная область; *б* – вид с левого бока: 1 – левое подреберье; 2 – область мечевидного хряща; 3 – пупочная область; 4 – левая подвздошная область; 5 – поясничная область; 6 – левая паховая область; 7 – срамная область

Sections of the abdominal cavity of a Baikal seal at the age of 1.5 years. Multislice computed tomography. *a* – photograph of the ventral surface: 1 – right hypochondrium; 2 – left hypochondrium; 3 – area of the xiphoid cartilage; 4 – umbilical region; 5 – right iliac region; 6 – left iliac region; 7 – right groin area; 8 – left groin area; 9 – pudendal area. *б* – view from the left side: 1 – left hypochondrium; 2 – area of the xiphoid cartilage; 3 – umbilical region; 4 – left iliac region; 5 – lumbar region; 6 – left groin area; 7 – pudendal area

Согласно делению брюшной полости на отделы почки байкальской нерпы располагаются в поясничной области мезогастрия экстраперитониально между большой и малой поясничными мышцами и париетальным листком брюшины по обе стороны позвоночного столба. Скелетотопически краниальный конец почки располагается на уровне 2-го поясничного позвонка, каудальный конец – 4–5-го поясничных позвонков, симметрично относительно друг друга.

На дорсальной поверхности левой и правой почек лежат большая и малая поясничные мышцы. Краниомедиально от обеих почек располагаются надпочечники. Медиально вдоль левой и правой почек в каудальном направлении проходят мочеточники.

Левая почка краниальным концом граничит с донной частью желудка. Начальная часть

ободочной кишки, идущая почасовой стрелке, граничит с краниальным концом, латеральным краем (а при смещении и вентральной поверхностью) и каудальным концом левой почки, тогда как каудальный конец правой почки граничит с конечной частью ободочной кишки, которая проходит против часовой стрелки. Медиальный край и вентральная поверхность левой почки граничит с подвздошной, нисходящей частью двенадцатиперстной и тощей кишками (рис. 2).

К вентральной поверхности правой почки прилегает правая латеральная доля печени. Восходящая часть двенадцатиперстной и подвздошной кишки проходят по медиальному краю правой почки. У самок каудально от почек располагаются яичники. Морфометрические показатели множественных почек у байкальской нерпы в возрасте от полутора до трех лет представлены в табл. 1.

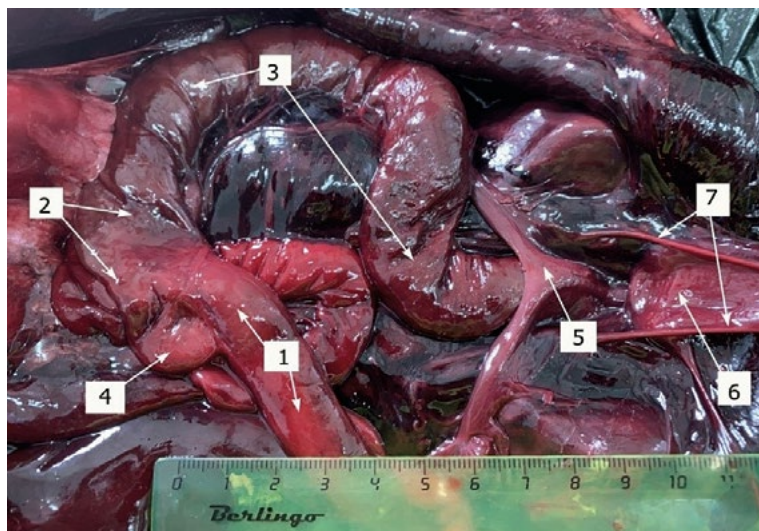


Рис. 2. Синтопия левой почки самки байкальской нерпы в возрасте трёх лет: 1 – подвздошная кишка; 2 – слепая кишка; 3 – ободочная кишка; 4 – двенадцатиперстная кишка; 5 – матка; 6 – мочевого пузыря; 7 – мочеточники
Syntopy of the left kidney of a female Baikal seal at the age of 3 years: 1 – ileum; 2 – cecum; 3 – colon; 4 – duodenum; 5 – uterus; 6 – bladder; 7 – ureters

Таблица 1

Морфометрические показатели множественных почек у байкальской нерпы в возрасте от полутора до трех лет
Morphometric indicators of multiple kidneys in the Baikal seal at the age of 1.5 to 3 years

Параметр	Длина, мм		Ширина в области ворот почек, мм		Толщина в средней трети почки, мм	
	Правая почка	Левая почка	Правая почка	Левая почка	Правая почка	Левая почка
Особь от 1,5 до 3 лет	103,4±3,05	102,6±3,03	42,2±1,84	42,7±0,38	26,6±0,74	28,5±0,32

Мочеточник байкальской нерпы – мышечный орган, имеющий трубкообразное строение, парный. Мочеточник подразделяется на брюшную часть, тазовую часть и внутристеночную часть, проходя в поясничной области мезогастрия, правом и левом паху гипогастрия и тазовой полости (рис. 3).

Выйдя из ворот почек, мочеточники, направляясь в тазовую полость, проходят в забрюшинном пространстве под большой и малой поясничными мышцами вдоль позвоночного столба. Затем, пересекая наружные подвздошные артерии, переходят на вентральную поверхность прямой кишки. На уровне 2–3-го

крестцовых позвонков мочеточники впадают в дорсальную стенку мочевого пузыря, образуя острый угол – 18–25° (рис. 3). Такая топография характерна для самок байкальской нерпы. Топография мочеточников у самцов имеет свои особенности. Войдя в полость таза по вентро-латеральной поверхности прямой кишки, мочеточники направляются каудально и перекрещиваются с семяпроводами на уровне шейки мочевого пузыря. Далее мочеточники направляются каудально и впадают в стенку мочевого пузыря, образуя угол 80–110°. В табл. 2 представлены морфометрические показатели мочеточников у байкальской нерпы.

Таблица 2

Морфометрические показатели мочеточников у байкальской нерпы в возрасте от полутора до трех лет
Morphometric parameters of the ureters in the Baikal seal at the age of 1.5 to 3 years

Параметр	Длина, см		Диаметр, мм	
	Правый мочеточник	Левый мочеточник	Правый мочеточник	Левый мочеточник
Особь от 1,5 до 3 лет	24,3±0,25	26,7±0,45	3,1±0,45	3,4±0,25

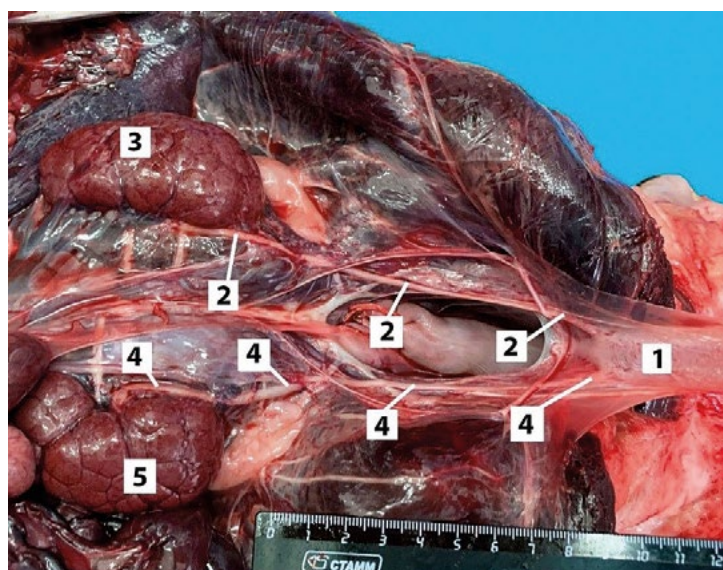


Рис. 3. Топография органов мочевого выделения самца байкальской нерпы: 1 – мочевой пузырь; 2 – левый мочеточник; 3 – левая почка; 4 – правый мочеточник; 5 – правая почка

Topography of the urinary organs of the Male Baikal seal: 1 – bladder; 2 – left ureter; 3 – left kidney; 4 – right ureter; 5 – right kidney

Мочевой пузырь байкальской нерпы – полый мышечный эластичный орган. В опорожненном состоянии имеет форму вытянутого треугольника. Орган имеет верхушку, тело и шейку, которая продолжается мочеиспускательным каналом.

Располагается мочевой пузырь в брюшной полости, а именно в пупочной области мезогастрия и лонной области гипогастрия. Вентральная поверхность находится в непосредственном контакте с брюшной стенкой, дорсальная по-

верхность мочевого пузыря у самок граничит с маткой, у самцов – с петлями тонкой кишки. В опорожненном состоянии расположен экстраперитонеально, при наполнении смещается и залегает мезоперитонеально. Скелетотопически расположен на уровне от 4–5-го поясничных до 4-го крестцового позвонков.

Морфометрические показатели мочевого пузыря у байкальской нерпы в возрасте от полутора до трех лет представлены в табл. 3.

Таблица 3

Морфометрические показатели мочевого пузыря у байкальской нерпы в возрасте от полутора до трех лет
Morphometric parameters of the bladder in the Baikal seal at the age of 1.5 to 3 years

Параметр	Длина, см	Ширина, см
Особь от 1,5 до 3 лет	6,8±0,32	1,6±0,56

Мочеиспускательный канал самца байкальской нерпы является полым мышечным органом, который функционально подразделяется на мочевыводящую и мочеполовую части.

Мочевыводящая часть мочеиспускательного канала самца байкальской нерпы очень короткая и берет начало от шейки мочевого пузыря и заканчивается в месте впадения семяпроводов. Затем мочеиспускательный канал продолжается как мочеполовой: выводит не только мочу, но и проводит сперму. В области

4-го крестцового позвонка в него открывается проток предстательной железы.

Залегают уретра в рыхлой соединительной ткани в тазовой полости на уровне 4-го крестцового позвонка, дорсальной поверхностью тесно граничит с прямой кишкой.

Мочеиспускательный канал самки байкальской нерпы расположен в полости таза, начинается от шейки мочевого пузыря, дорсальной стенкой граничит с влагалищем. Впадает в мо-

чеполовое преддверие на уровне 4-го крестцового: 1–2-го хвостового позвонков.

Благодаря проведению мультиспиральной компьютерной томографии брюшной и тазовой полостей были обнаружены особенности топографии мочевыделительной системы байкальской нерпы, которые были не видны при

проведении аутопсии. Было выявлено, что левая почка расположена ниже на уровне 3–5-го поясничных позвонков. Также установлено, что меняется локализация мочевого пузыря в наполненном состоянии: он опускается в полость таза, по данным вскрытий расположен в брюшной полости (рис. 4).

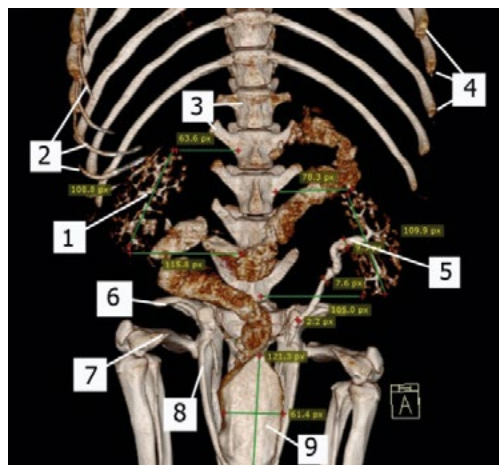


Рис. 4. Мочевыделительная система байкальской нерпы в возрасте полутора лет. Мультиспиральная компьютерная томография с контрастным веществом (Омнипак):

1 – правая почка; 2 – реберные хрящи; 3 – первые поясничные позвонки; 4 – ребра; 5 – мочеточник; 6 – наружный бугор повздошной кости; 7 – бедренная кость; 8 – лонная кость; 9 – мочевого пузырь

The urinary system of the Baikal seal at the age of 1.5 years. Multislice computed tomography with contrast agent (Omnipaque): 1 – right kidney; 2 – costal cartilages; 3 – first lumbar vertebrae; 4 – ribs; 5 – ureter; 6 – external tubercle of the iliac bone; 7 – femur; 8 – pubic bone; 9 – bladder

ВЫВОДЫ

1. Мочевыделительная система байкальской нерпы занимает два отдела брюшной полости: поясничную и пупочную область мезогастрия, правый и левый пах и срамную область гипогастрия, а также тазовую полость.

2. Почки байкальской нерпы расположены в поясничной области мезогастрия экстраперитонеально по обе стороны позвоночного столба. Скелетотопически краниальный конец почки располагается на уровне 2-го поясничного позвонка, каудальный конец – 4–5-го поясничных позвонков, симметрично относительно друг друга.

3. Мочеточник подразделяется на брюшную часть, тазовую часть и внутривенечную часть, проходит в поясничной области мезогастрия, правом и левом паху гипогастрия и тазовой полости. Скелетотопически залегает на уровне

от 3–4-го поясничных позвонков до 4-го крестцового позвонка.

4. Располагается мочевой пузырь в брюшной полости, а именно в пупочной области мезогастрия и лонной области гипогастрия. Скелетотопически расположен на уровне от 4–5-го поясничных до 4-го крестцового позвонков.

5. Мочевыводящая часть мочеиспускательного канала самца байкальской нерпы очень короткая и берет начало от шейки мочевого пузыря и заканчивается в месте впадения семяпроводов. Скелетотопически расположена в области 4-го крестцового позвонка. Мочеиспускательный канал самки байкальской нерпы расположен в полости таза, начинается от шейки мочевого пузыря, дорсальной стенкой граничит с влагалищем. Впадает в чеполовое преддверие на уровне 4-го крестцового – 1–2-го хвостового позвонков.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Володина В.В. Морфофункциональное состояние органов и тканей каспийского тюленя (*Phoca Caspia*, Gmelin, 1788) в современных экологических условиях: дис. ... канд. биол. наук. – Астрахань, 2014. – 205 с.
2. Гладкая Т.Е. Анатомические особенности почек байкальской нерпы // Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК: мат-лы студ. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 80-летию ФГБОУ ВПО ИРГСХА. Иркутск, – 2014. – № 3. – С. 27–31.
3. Гладкая Т.Е. Экстраорганный кровоснабжение почек байкальской нерпы // Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК: мат-лы регион. студ. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 70-летию Победы в Великой Отечественной войне и 100-летию со Дня рождения А.А. Ежевского. – 2015. Иркутск, – № 3. – С. 30–34.
4. Зеленовский Н.В. Международная ветеринарная анатомическая номенклатура на латинском и русском языках. *Nomina Anatomica Veterinaria*. (пятая редакция): справ.; пер. и рус. терминология Н.В. Зеленовского. – СПб.: Лань, 2013. – 400 с.
5. Кузин А.Е. Северный морской котик. – М.: Совет по морским млекопитающим, 1999. – 396 с.
6. Помойницкая Т.Е. Морфологические особенности мочевыделительной системы и ее кровеносного русла байкальской нерпы в постнатальном онтогенезе: дис. ... канд. биол. наук. – Ставрополь, 2022. – 165 с.
7. Помойницкая Т.Е. Анатомические особенности мочеточников и их кровоснабжение у байкальской нерпы // Иппология и ветеринария. – 2021. – № 3 (41). – С. 167–171.
8. Помойницкая Т.Е. Венозное русло почек байкальской нерпы в различные периоды онтогенеза // Научные исследования и разработки к внедрению в АПК: мат-лы междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых. Иркутск, – 2020. – С. 217–223.
9. Помойницкая Т.Е. Рядинская Н.Н. Интраорганный протоковый система почек байкальской нерпы // Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК: мат-лы регион. студ. науч.-практ. конф. Иркутск, – 2017. – С. 459–465.
10. Помойницкая Т.Е. Кровоснабжение почек байкальской нерпы // Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК: мат-лы регион. студ. науч.-практ. конф. Иркутск, – 2016. – № 2. – С. 14–20.
11. Blix A.S. The venous system of seals, with new ideas on the significance of the extradural intravertebral vein // *Exp Biol.* – 2011. – № 214. – P. 35–39.
12. Ortiz R.M. Osmoregulation in marine mammals // *J Exp Biol.* – 2001. – № 204. – P. 1831–1844.
13. Hadziselimović H., Cus M. Blood vessels and excretory apparatus of the kidney in some wild animals // *Acta anatomica.* – 1975. – № 91. – P. 71–82.

REFERENCES

1. Volodina V.V., *Morphofunctional state of organs and tissues of the Caspian seal (Phoca Caspia, Gmelin, 1788) in modern environmental conditions* (Morphofunctional state of organs and tissues of the Caspian seal (*Phoca Caspia*, Gmelin, 1788) in modern environmental conditions), Candidates thesis, Astrakhan, 2014, 205 p.
2. Gladkaya T.E., *Nauchnye issledovaniya studentov v reshenii aktual'nykh problem APK* (Scientific research of students in solving current problems of the agro-industrial complex), Proceedings of the Conference Title, 2014, No. 3, pp. 27–31. (In Russ.)
3. Gladkaya T.E., *Nauchnye issledovaniya studentov v reshenii aktual'nykh problem APK* (Scientific research of students in solving current problems of the agro-industrial complex), Proceedings of the Conference Title, 2015, No. 3, pp. 30–34.
4. Zelenevskij N.V., *Mezhdunarodnaya veterinarnaya anatomicheskaya nomenklatura na latinskom i russkom yazykah. Nomina Anatomica Veterinaria* (International Veterinary Anatomical Nomenclature in Latin and Russian. *Nomina Anatomica Veterinaria*), Sankt-Peterburg: Lan', 2013, 400 p.
5. Kuzin A.E., *Severnnyy morskoy kotik* (Northern fur seal), Moscow: Council on Marine Mammals, 1999, 396 p.

6. Pomoinitskaya T.E., *Morfologicheskie osobennosti mochevydelitel'noy sistemy i ee krovenosnogo rusla baykal'skoy nerpy v postnatal'nom ontogeneze* (Morphological features of the urinary system and its circulatory system of the Baikal seal in postnatal ontogenesis), Candidates thesis, Stavropol, 2022, 165 p.
7. Pomoinitskaya T.E., *Ippologiya i veterinariya*, Sankt-Peterburg, 2021, No. 3 (41), pp. 167–171. (In Russ.)
8. Pomoinitskaya T.E., *Nauchnye issledovaniya i razrabotki k vnedreniyu v APK* (Scientific research and development for implementation in the agro-industrial complex), Proceedings of the Conference Title, 2020, pp. 217–223. (In Russ.)
9. Pomoinitskaya T.E., *Nauchnye issledovaniya studentov v reshenii aktual'nykh problem APK* (Scientific research of students in solving current problems of the agro-industrial complex), Proceedings of the Conference Title, 2017, pp. 459–465. (In Russ.)
10. Pomoinitskaya T.E., *Nauchnye issledovaniya studentov v reshenii aktual'nykh problem APK* (Scientific research of students in solving current problems of the agro-industrial complex), Proceedings of the Conference Title, 2016, No. 2, pp. 14–20. (In Russ.)
11. Blix A.S., The venous system of seals, with new ideas on the significance of the extradural intravertebral vein, *Exp Biol.*, 2011, No. 214, pp. 35–39.
12. Ortiz R.M., Osmoregulation in marine mammals, *J. Exp. Biol.*, 2001, No. 204, pp. 1831–1844.
13. Hadziselimović H., Cus M., Blood vessels and excretory apparatus of the kidney in some wild animals, *Acta anatomica*, 1975, No. 91, pp. 71–82.