



Устойчивость уникального паттерна сеймосенсорной системы байкальской каменной широколобки (*Paracottus knerii*, Cottidae) при колонизации этим видом системы реки Енисей

В.Г. Сиделева

Зоологический институт Российской академии наук, Университетская наб. 1, 199034 Санкт-Петербург, Россия; e-mail: ichthyo@zin.ru; vsideleva@gmail.com

Представлена 15 августа 2022; после доработки 24 августа 2022; принята 1 сентября 2022.

РЕЗЮМЕ

Изучение паттернов сеймосенсорной системы у каменной широколобки *Paracottus knerii* (Dybowski, 1874) из озера Байкал выявило уникальность и видоспецифичность ее признаков. Это проявляется в автономности надглазничного, подглазничного и предкрышечно-нижнечелюстного сенсорных каналов, а также в наличии разрывов внутри них. Это строение системы существенно отличается от такового у видов рода *Cottus* Linnaeus, 1758, которое показано на примере *Cottus sibiricus* Wapachowski, 1889. У этого вида все сенсорные каналы, кроме предкрышечно-нижнечелюстного, соединены в единую систему. Такое строение системы существенно отличается от байкальского *P. knerii*. У особей *P. knerii* из реки Енисей и её притоков в целом сохраняется байкальский паттерн сеймосенсорной системы, содержащий автономные сенсорные каналы. Сравнительный анализ признаков сеймосенсорной системы у байкальских и енисейских подкаменщиков показал, что ее преобразования идут в разных направлениях. У байкальской формы происходит увеличение числа разрывов в подглазничном сенсорном канале и затылочной комиссуре. Это приводит к увеличению числа автономных сегментов сенсорных каналов. У енисейской формы *P. knerii*, напротив, число разрывов внутри сенсорных каналов уменьшается при сохранении их автономности. У енисейских рыб (в отличие от байкальских) надглазничный канал в большинстве случаев не имеет разрывов, его пред- и посткорональные части соединены между собой. Надглазничные каналы левой и правой сторон не соединяются в виде буквы «V», они связаны между собой посредством узкой корональной комиссуры, как это имеет место у видов рода *Cottus*. Туловищный канал (CLL) у большинства речных подкаменщиков длиннее, чем у байкальских особей. В каудальной части CLL имеет несколько автономных сегментов, что не встречается у байкальских рыб.

Ключевые слова: озеро Байкал, подкаменщик, река Енисей, сеймосенсорная система, *Paracottus knerii*

Stability of unique pattern of lateral line system of Baikal stone sculpin (*Paracottus knerii*, Cottidae) after colonization by this species of Yenisei River system

V.G. Sideleva

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

Submitted August 15, 2022; revised August 24, 2022; accepted September 1, 2022.

ABSTRACT

The study of the lateral line system in the stone sculpin *Paracottus knerii* (Dybowski, 1874) from Lake Baikal revealed pattern uniqueness and species specificity. This is demonstrated in autonomy of the supraorbital, infraorbital, and preoperculo-mandibular sensory canals, as well as in the presence of gaps inside them. The pattern of the

lateral line differs significantly from that in the species of the genus *Cottus* Linnaeus, 1758, which is illustrated by the example of *Cottus sibiricus* Warpachowski, 1889. In this particular species, all sensory canals, except for the preoperculo-mandibular canal, are connected as a single system. The *C. sibiricus* pattern of the system is significantly different from the Baikal *P. knerii*. As a whole, in the individuals of *P. knerii* from the Yenisei River System, the Baikal pattern of the lateral line system is retained, containing autonomous sensory canals. Comparative analysis of transformations of the lateral line system in the Baikal and Yenisei stone sculpins showed that the transformations go in different directions. In the Baikal form, there is an increase in the number of gaps in the infraorbital sensory canal and the occipital commissure. This leads to an increase in the autonomy of separate segments of the sensory canal. On the contrary, in the Yenisei form *P. knerii*, number of breaks inside the sensory canals decreases, while preserving their autonomy. In Yenisei fishes (unlike the Baikal ones), the supraorbital canal does not have gaps in most cases, its pre- and post-coronal parts are interconnected. The supraorbital canals of the left and right sides do not connect in the form of a letter "V", they are interconnected by a narrow coronal commissure, as is in species of the genus *Cottus*. The trunk canal (CLL) in most river sculpins is longer than in Baikal individuals. In the caudal part, the CLL has several autonomous segments, which is not found in Baikal fish.

Keywords: Lake Baikal, sculpin, Yenisei River, lateral line system, *Paracottus knerii*

ВВЕДЕНИЕ

В пресных водах Северной Евразии и Америки распространены коттоидные рыбы, в основном рода *Cottus* Linnaeus, 1758 (Scott and Crossman 1973; Goto et al. 2015). Род *Cottus* богат в видовом отношении и насчитывает около 90 видов. Все виды обитают на каменисто-песчаном дне, активны в темное время суток; днем рыбки прячутся под камнями. За эту особенность они получили название «подкаменщики». Трофические ниши этих рыб обширны, пищевыми объектами служат разнообразные бентосные беспозвоночные и личинки насекомых. В обнаружении и поимке пищевых объектов доминирующую роль у подкаменщиков играет сейсмочувствительная система (Coombs and Janssen 1989). Несмотря на видовое обилие, трансконтинентальное распространение и разнообразие мест обитания, виды рода *Cottus* имеют единый тип строения сейсмочувствительной системы. Она состоит из сенсорных каналов, которые, кроме предкрышечно-нижнечелюстного, соединены между собой в единую систему (Сиделева [Sideleva] 1982). От сенсорных каналов отходят кожные каналы, каждый из которых открывается наверху одной порой. Внутривидовые различия касаются числа и размеров пор в отдельных сенсорных каналах, ширины просветов каналов в костях черепа и величины фонтанелей.

В отличие от подкаменщиков рода *Cottus* колоссальное разнообразие строения сейсмочувствительной системы демонстрируют эндемичные

коттоидные рыбы из озера Байкал. По строению системы их можно разделить на 3 группы: 1) система состоит из прерывистых сенсорных каналов; 2) система имеет вид последовательно соединенных между собой огромных полостей; 3) система не имеет сенсорных каналов, она представлена линиями наружных невроматов (Sideleva 2003). Сейсмочувствительную систему, состоящую из сенсорных каналов, сходную с таковой у видов рода *Cottus*, имеют только 9 видов из 33 известных для Байкала. Один из байкальских видов – *Paracottus knerii* (Dybowski, 1874) (каменная широколобка) (Рис. 1) из соответствующего монотипического рода, имеет сейсмочувствительную систему, состоящую из сенсорных каналов. Этот вид обитает на каменистых грунтах литорали озера Байкал. Помимо Байкала, он распространен в притоках озера и бассейне реки Енисей, включая многочисленные притоки, Красноярское водохранилище и озеро Агата Верхнее (плато Путорана) (Коряков и Сиделев [Korjakov and Sidelev] 1976). Водоемы, в которые расселился *P. knerii*, отличаются от озера Байкал по ряду гидрологических характеристик, а также по составу фауны бентосных беспозвоночных, которые составляют пищевой спектр каменной широколобки.

Как показали экспериментальные исследования пищевого поведения байкальского *P. knerii*, при обнаружении и поимке пищевых беспозвоночных из шести сенсорных систем подкаменщики использовали сейсмочувствительную систему. Ослепленные рыбки (в отсутствие зрения) быстро улавливали волны, исходящие от



Рис. 1. Каменная широколобка (*Paracottus knerii*) в естественном биотопе южного Байкала, глубина 5 м.

Fig. 1. Stone sculpin (*Paracottus knerii*) in the native biotope of South Baikal, depth 5 m.

амфипод при их движении, поворачивались к ним фронтальным краем головы и легко ловили своих жертв (Janssen et al. 1999). В условиях Байкала особи *P. knerii* питались в темное время суток, активно разыскивая пищевые объекты; в основном это были различные виды донных амфипод. Сейсмосенсорная система *P. knerii* из озера Байкал имеет уникальный, видоспецифичный паттерн, отличающийся от такового всех видов рода *Cottus*.

В ситуации адаптации озерной байкальской каменной широколобки к речным условиям реки Енисей и её притоков возникает вопрос: сохраняется ли у речной формы *P. knerii* уникальный байкальский паттерн сейсмосенсорной системы, или он преобразуется? Исследованию этой проблемы и посвящена настоящая статья.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалом для настоящей работы послужили сборы автора статьи *P. knerii* из литорали озера Байкал, выполненные вблизи поселка Большие Коты 11–16 июля 2009 г. (16 экз., *SL* 74–87 мм). Экземпляры *P. knerii* из реки Енисей собраны вблизи города Красноярск в июле 2009 г. (25 экз., *SL* 46–90 мм). Собранные образцы для анестезии были помещены в воду с гвоздичным маслом, затем зафиксированы в 4% растворе формальдегида, а после вымачивания в проточной воде переведены в 70% алкоголь. Помимо

сборов, использованы ихтиологические коллекции Зоологического института РАН: ZIN 10605, 16 экз., р. Енисей, вблизи г. Красноярска, 5 июня 1894 г., коллектор Киборт; ZIN 46230, 43 экз., оз. Байкал, о. Большой Ушканий, у берега под камнями, 27 июня 1976 г., коллектор В.Г. Сиделева; ZIN 46232, 4 экз., оз. Байкал, пролив Малое Море, глубина 20 м, 16 июня 1976 г., коллектор В.Г. Сиделева; ZIN 51336, оз. Байкал у пос. Большие Коты, глубина 2–5 м, июль 1996 г., коллектор В.Г. Сиделева.

Дополнительный материал: *Cottus sibiricus*. Лектотип – ZIN 6328, *SL* 72 мм, р. Енисей у г. Минусинск, 1876 г. Паралектотипы – ZIN 6208, р. Енисей, 1881 г.; ZIN 6330, р. Абакан, приток р. Енисей, 1876 г., ZIN 41250, 2 экз., р. Кизирг, система р. Енисей, Саяны, 29 июня 1915; ZIN 56235, р. Енисей у г. Минусинск, 1876 г.

Сейсмосенсорная система у коттоидных рыб изучена с помощью введения в сенсорные каналы цветного раствора гематоксилина Делафильда (методика Якубовского [Jakubovskiy] 1970). Для обозначения каналов использованы названия, разработанные А.В. Нееловым [Neelov] (1979) для сейсмосенсорной системы морских коттоидных рыб: надглазничный сенсорный канал (*CSO*), подглазничный канал (*CIO*), заглазничный (темпоральный) канал (*CT*), предкрышечно-нижнечелюстной канал (*CPM*), туловищный (латеральный) канал (*CLL*), корональная комиссура (*CMC*), затылочная комиссура (*CMT*).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Нативные виды подкаменщиков (*Cottus sibiricus* и *Cottus* sp. из видовой группы «*Cottus poecilopus*»), обитающие в системе реки Енисей, имеют сейсмодатчик систему, типичную для видов рода *Cottus*, у которой все сенсорные каналы головы, кроме СРМ, образуют единую систему. Такое строение системы показано на примере *Cottus sibiricus* из Верхнего Енисея (Рис. 2).

Сейсмодатчик система *Cottus sibiricus*.

Надглазничный сенсорный канал (CSO) имеет узкий просвет в лобной кости, он связан с соседними каналами головы: подглазничным и темпоральным. Надглазничные каналы левой и правой сторон соединяет корональная комиссура, которая посередине содержит одну пору. Надглазничный канал имеет маленькие фонтанели в костях и открывается наружу тремя очень мелкими порами, расположенными в передней, предкорональной части канала (Сиделева [Sideleva] 2015). Подглазничный канал (CIO) открывается восемью–девятью порами, вторая и третья поры CIO расположены на концах коротких кожных канальцев; они наиболее крупные, щелевидные; последние восьмая и девятая поры очень маленькие, находятся на кожных канальцах, направленных внутрь CIO. Темпоральный канал (CT) впереди соединен с CSO и CIO, в постериорной части он переходит в туловищный (CLL) канал. CT открывается наружу тремя порами, находящимися на концах длинных кожных канальцев, отходящих от канала в его нижней части. Темпоральные каналы левой и правой сторон связывает затылочная комиссура, которая содержит три поры: две – по краям, и одну – посередине. Предкрышечно-нижнечелюстные каналы (СРМ) левой и правой сторон соединены между собой на подбородке и открываются одной общей порой. В каждом канале выше пятой поры обычно находится дополнительная пора меньших размеров, чем основная. За счёт этой поры СРМ содержит 11 пор. Туловищный канал (CLL) полный, в передней части проходит по срединной линии тела, под грудным плавником прогибается вниз; начиная с вертикали первых лучей второго спинного плавника направление канала возвращается к медиально-латеральному. CLL доходит до ос-

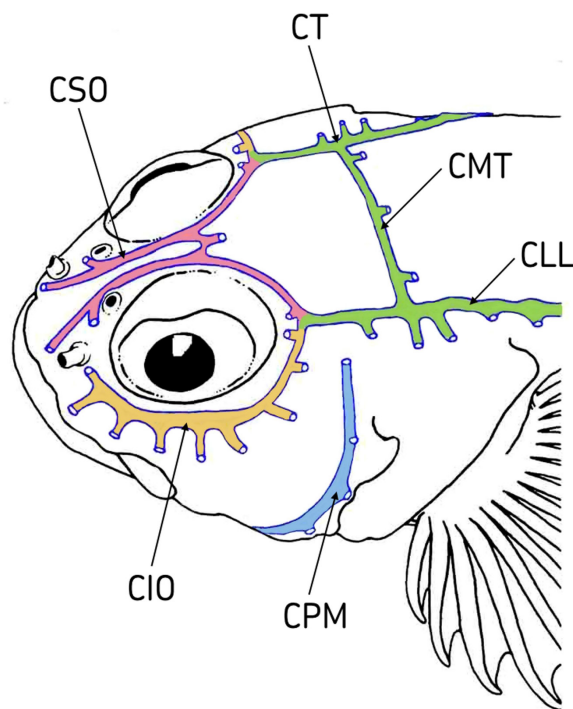


Рис. 2. Топография сенсорных каналов, кожных канальцев и пор сейсмодатчик системы головы сибирского подкаменщика (*Cottus sibiricus*) из системы реки Енисей. Обозначения сенсорных каналов: CSO – надглазничный канал; CIO – подглазничный канал; CT – заглазничный (темпоральный) канал; СРМ – предкрышечно-нижнечелюстной; CLL – туловищный канал; СМС – корональная комиссура; СМТ – затылочная комиссура;

Fig. 2. Topography of sensory canals, dermal canaliculi and pores of the lateral line system of Siberian sculpin (*Cottus sibiricus*) from Yenisei River system. Abbreviations of sensory canals: CSO, supraorbital canal; CIO, infraorbital canal; CT, postorbital (temporal) canal; СРМ, preoperculo-mandibular; CLL, trunk canal; СМС, coronal commissure; СМТ, occipital commissure.

нования лучей *хвостового плавника* и открывается наружу 35–39 мелкими порами; иногда последний сегмент CLL заходит на срединный луч *хвостового плавника*.

Сейсмодатчик система *P. knerii* из озера Байкал. Паттерн сейсмодатчик системы байкальской формы *P. knerii* представляет собой сенсорные каналы, не соединенные в единую систему (Рис. 3). Сенсорные каналы только частично проходят в костях черепа, большая их часть расположена под кожей. Наличие разрывов между каналами способствует их дробности и обособленности. У байкальского *P. knerii* автономными являются надглазничный, под-

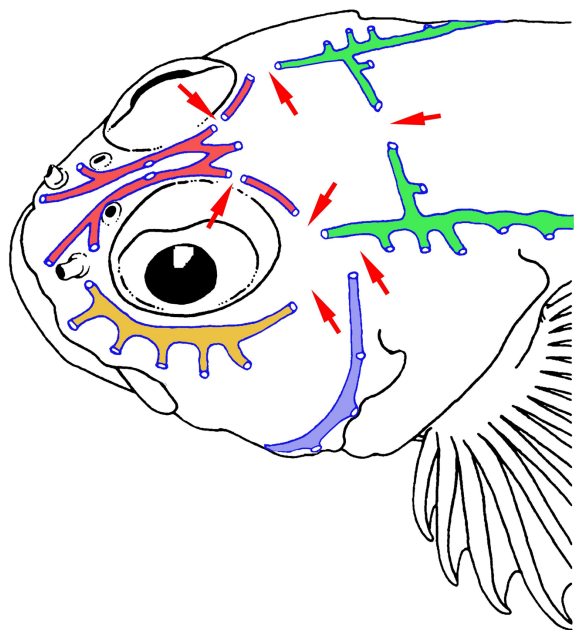


Рис. 3. Топография сенсорных каналов, кожных канальцев и пор сейсмосенсорной системы каменной широколобки (*Paracottus knerii*) из озера Байкал. Стрелками указаны места разрывов сенсорных каналов.

Fig. 3. Topography of sensory canals, dermal canaliculi, and pores of the lateral line system of stone sculpin (*Paracottus knerii*) from Lake Baikal. The arrows indicate points of gaps in sensory canals.

глазничный и предкрышечно-нижнечелюстной каналы, так как они не имеют связи с другими сенсорными каналами (Рис. 3). Надглазничный канал отделен от подглазничного и темпорального. При этом внутри канала присутствует разрыв, который делит его на две части: переднюю предкорональную и заднюю посткорональную. В месте, где обычно расположена корональная комиссура, предкорональные части левого и правого подглазничных каналов соединены между собой в виде буквы «V». Посткорональный участок *CSO* представляет собой автономный сегмент с порами на концах. Общее число пор в надглазничном канале 6, из них 4 поры находятся в предкорональной, и 2 поры – в посткорональной части. Такое строение надглазничного канала уникально и не встречается у других видов пресноводных коттоидных рыб. Подглазничный сенсорный канал отделен от надглазничного и темпорального и имеет 7 (редко 8) пор. Темпоральный сенсорный канал в передней части отделен от надглазничного и подглаз-

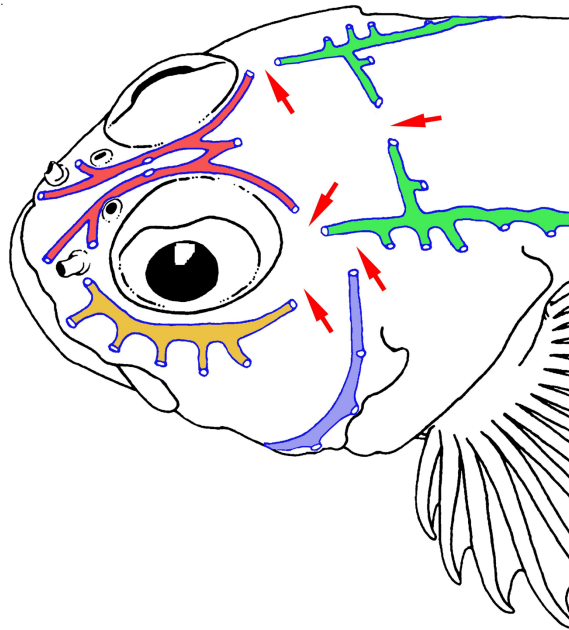


Рис. 4. Топография каналов, кожных канальцев и пор сейсмосенсорной системы *Paracottus knerii* из системы реки Енисей:

Fig. 4. Topography of sensory canals, dermal canaliculi, and pores of the lateral line system of stone sculpin (*Paracottus knerii*) from Yenisei River system.

ничного каналов, в задней части он соединен с туловищным каналом и имеет 4 поры. В темпоральных каналах левой и правой сторон в месте расположения третьей поры отходят сегменты затылочной комиссуры, которая открывается четырьмя порами. Вследствие разрыва комиссуры соединение между темпоральными каналами отсутствует. Предкрышечно-нижнечелюстные каналы не соединены между собой, на подбородке каждый канал открывается самостоятельной порой. Всего *СРМ* содержит 10 пор. Туловищный канал короткий, оканчивается на вертикали первых лучей второго спинного плавника, число пор варьирует от 11 до 17.

Сейсмосенсорная система *Paracottus knerii* из реки Енисей. В строении сейсмосенсорной системы речной формы *P. knerii* сохраняется автономность таких же трех сенсорных каналов (надглазничного, подглазничного и предкрышечно-нижнечелюстного), как у байкальской популяции, а также присутствует разрыв в середине затылочной комиссуры (Рис. 4).

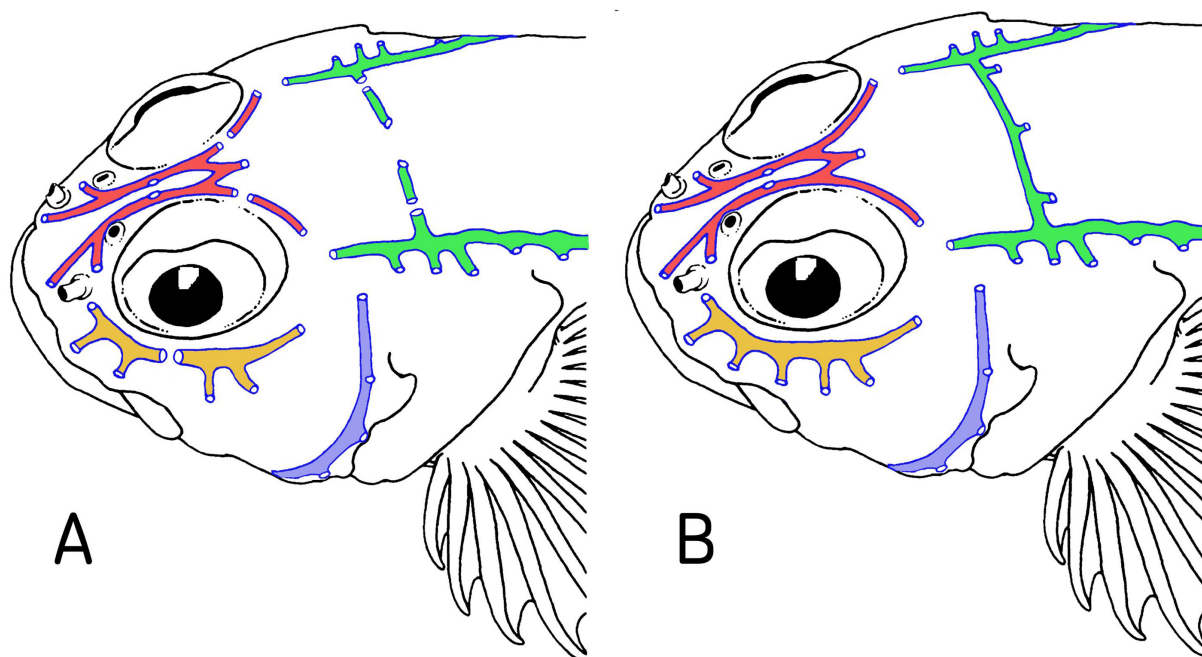


Рис. 5. Модификации сейсмодатчика системы каменной широколобки: А – *P. knerii* из озера Байкал; В – *P. knerii* из реки Енисей.

Fig. 5. Modifications of the lateral line system of stony sculpin: А – *P. knerii* from lake Baikal; В – *P. knerii* from Yenisei River.

Основное отличие сейсмодатчика системы енисейской каменной широколобки от байкальской состоит в строении надглазничного и туловищного каналов. У большинства особей енисейских подкаменщиков (в отличие от байкальских) надглазничный канал единый, в нем соединены пред- и посткорональные сегменты. Левая и правая стороны надглазничного канала соединены между собой посредством узкой корональной комиссуры, посередине которой имеется одна пора. Надглазничный канал открывается наружу четырьмя порами (у байкальской формы их 6). Такое строение надглазничного канала типично для енисейской каменной широколобки, так как встречается у 94% изученных экземпляров (Гончаров [Goncharov] 2015).

Туловищный канал у енисейского *P. knerii* неполный, но в отличие от байкальской формы он протяженнее, и его длина варьирует в широких пределах. У енисейских рыб туловищный канал доходит до вертикали последних лучей второго спинного плавника (у байкальских особей – до первых лучей D2). У 28% изученных

экземпляров из Енисея в конце туловищного канала имеются 2–3 автономных сегмента. Число пор в туловищном канале (без учета пор в автономных сегментах) достигает 19.

Сравнительный анализ изменчивости сейсмодатчика системы. У байкальской формы *P. knerii* наблюдалась вариабельность в строении надглазничного, подглазничного сенсорных каналов и затылочной комиссуры. У 12% рыб (из 84 изученных) пред- и посткорональная части надглазничного канала были соединены между собой, у большинства особей соединения присутствовали только с одной стороны. В подглазничном канале у 17% особей в месте нахождения пятой подглазничной поры имел место разрыв канала с одной стороны, у 2% подкаменщиков разрывы СИО наблюдались в обоих каналах. В результате разрыва подглазничный канал состоял из двух автономных сегментов. У 3.5% рыб в затылочной комиссуре помимо разрыва посередине, присутствовали дополнительные разрывы в каждом сегменте. В этом случае комиссура состояла из четырех сегментов и содержала 6 пор.

У енисейской формы *P. knerii* изменчивость сейсмосенсорной системы наблюдалась в надглазничном, предкрышечно-нижнечелюстном и туловищном каналах, а также в затылочной комиссуре. У 2% изученных рыб в надглазничном канале обнаружено отделение предкорональной от посткорональной части. Еще у 2% рыб отсутствовала корональная комиссура, в результате этого надглазничные каналы левой и правой сторон не соединялись между собой. В предкрышечно-нижнечелюстном канале у 6% экземпляров *P. knerii* из р. Базаиха (приток Енисея) обнаружено сближение каналов левой и правой сторон на подбородке, их подбородочные поры находились по краям одного углубления (Гончаров [Goncharov] 2015). Изменчивость туловищного канала заключалась в его протяженности и числе пор. В 34% случаев в каудальной части *CLL* присутствовали несколько автономных сегментов. У 12% енисейских подкаменщиков в затылочной комиссуре отсутствовал разрыв, в этом случае комиссура соединяла темпоральные каналы. При отсутствии разрыва в середине комиссуры появлялся кожный каналец с порой на конце. Такое строение затылочной комиссуры типично для сейсмосенсорной системы пресноводных *Cottus*.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сравнительный анализ паттернов сейсмосенсорной системы у *P. knerii* из озера Байкал и системы реки Енисей показал их большое сходство. Уникальное строение сейсмосенсорной системы, свойственное *P. knerii* из озера Байкал, в большой степени сохранилось у енисейской речной формы этого вида. У обеих форм каменной широколобки присутствовали автономность надглазничного, подглазничного и предкрышечно-нижнечелюстного сенсорных каналов.

Между тем выявлены различия в паттернах сейсмосенсорной системы у байкальской и енисейской форм. Различия заключаются в строении надглазничного и туловищного сенсорных каналов. У енисейских рыб (в отличие от байкальских) надглазничный канал в большинстве случаев не имел разрывов, его пред- и посткорональные части соединены между собой.

Надглазничные каналы левой и правой сторон не образуют соединение в виде буквы «V», они связаны между собой посредством узкой корональной комиссуры, как у видов рода *Cottus* (см. *C. sibiricus*). Туловищный канал у большинства речных подкаменщиков в каудальной части имеет несколько автономных сегментов, что не встречается у байкальских рыб.

Различия между байкальскими и енисейскими подкаменщиками обнаружены в направлении преобразований сейсмосенсорной системы. У байкальской формы *P. knerii* преобразования сейсмосенсорной системы идут в основном в направлении появления дополнительных разрывов в подглазничном сенсорном канале и затылочной комиссуре. При этом предкрышечно-нижнечелюстной и туловищный каналы сохраняют стабильное состояние. У енисейской формы *P. knerii* изменения сейсмосенсорной системы происходили в направлении сохранения целостности отдельных сенсорных каналов и отсутствии дополнительных разрывов внутри них. В отличие от байкальских рыб у енисейских подкаменщиков преобразования обнаружены в предкрышечно-нижнечелюстном и туловищном каналах. Предкрышечно-нижнечелюстные каналы левой и правой сторон у некоторых экземпляров на подбородке сближаются и открываются порами в пределах одного общего углубления. Такое состояние предкрышечно-нижнечелюстного канала не обнаружено у байкальской формы.

Туловищный канал у енисейских рыб всегда неполный, но его длина варьирует; он оканчивается на вертикали первых лучей второго спинного плавника, иногда доходит до вертикали последних лучей этого плавника. Помимо разной длины, туловищный канал оканчивается одним или несколькими автономными сегментами.

Таким образом, при расселении *P. knerii* из озера Байкал в речные системы сохраняет уникальное строение сейсмосенсорной системы, но преобразования этой системы идут в другом направлении, чем у байкальских рыб.

БЛАГОДАРНОСТИ

Автор благодарит Е.П. Воронину за помощь в подготовке рисунков. Работа частично профинансирована Госзаказом: 122031100295-3.

ЛИТЕРАТУРА

- Coombs S. and Janssen J. 1989.** Peripheral processing by the lateral line system of the mottled sculpin (*Cottus bairdi*). In: S. Coombs, P. Gorner and H. Munz. (Eds). The mechanosensory lateral line. Neurobiology and evolution. Springer-Verlag, New York: 299–319.
- Goncharov Ya.V. 2015.** The lateral line system of cottoid fishes (Scopraeniformes: Cottidae) from Yenisei river basin. *Ekologiya Yuzhnoy Sibiri i sopredel'nykh territoriy*, **19**: 73–74.
- Goto A, Yokoyama R. and V.G. Sideleva. 2015.** Evolutionary diversification in freshwater sculpins (Cottoidea): a review of two major adaptive radiations. *Environmental Biology of Fishes*, **98**(1): 307–33. <https://doi.org/10.1007/s10641-014-0262-7>
- Janssen J., Sideleva V. and Biga H. 1999.** Use of the lateral line for feeding in two Lake Baikal sculpins. *Journal of Fish Biology*, **2**(3): 69–73. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1999.tb00839.x>
- Korjakov E.A. and Sidelev G.N. 1976.** Sculpins (Cottoidei) from Lake Agata of Putorana Plateau. *Voprosy ikhtiologii*, **3**(16): 553–555.
- Neelov A.V. 1979.** Seismosensory system and classification of sculpin fishes (Cottidae: Myoxocephalinae, Artediellinae). Nauka, Leningrad, 207 p. [In Russian].
- Scott W.B. and Crossman E.J. 1973.** Freshwater Fishes of Canada. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*, **184**: 1–966.
- Sideleva V.G. 1982.** Lateral line system and ecology of Baikal sculpins (Cottoidei). Nauka, Novosibirsk, 247 p. [In Russian].
- Sideleva V.G. 2003.** Endemic fishes of Lake Baikal. Backhuys Publ., Leiden, Netherlands, 270 p.
- Sideleva V.G. 2017.** Redescription of *Cottus sibiricus* and assessment of differences from *Cottus dzungaricus* (Cottidae). *Voprosy ikhtiologii*, **6**(57): 65–673. <http://dx.doi.org/10.1134/S003294521706011X>
- Yakubovsky M.I. 1970.** Methods for detection and staining of the lateral line canal system and bone formations in fish in toto. *Zoologicheskii zhurnal*, **9**(49): 1398–1491.