

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

ХабаровскНИРО 75 лет

УДК 597.553.2–154.343.087(265.53)

С.Е. Кульбачный, Н.В. Колпаков, О.А. Кудревский\*

Хабаровский филиал ВНИРО (ХабаровскНИРО),  
680038, г. Хабаровск, Амурский бульвар, 13а**ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
АКУСТИЧЕСКИХ МЕТОК ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ МИГРАЦИЙ  
СИБИРСКОГО ТАЙМЕНЯ *HUSCHO TAIMEN* (SALMONIDAE)  
В БАССЕЙНЕ РЕКИ ТУГУР  
(СЕВЕРО-ЗАПАДНАЯ ЧАСТЬ ОХОТСКОГО МОРЯ)**

На примере сибирского тайменя *Huscho taimen* р. Тугур успешно апробирован метод акустического мечения крупных рыб в реке средней величины. Отработан алгоритм анестезии сибирского тайменя и внедрения в его полость тела акустической метки. Для успешного завершения мечения общая продолжительность всего процесса, включая анестезию, не должна превышать 5 мин. Наилучшие результаты дает мечение рыб длиной от 110 до 130 см, которые легко переносят наркоз. В 2017–2019 гг. с помощью акустической аппаратуры зарегистрировано 25 из 29 помеченных рыб, что свидетельствует о высокой эффективности метода (86,2 %). Расстояние от точки выпуска до точки регистрации метки изменялось от 0,2 до 39,8 км. Некоторые рыбы практически полностью пересекали контролируемый буями участок реки, что свидетельствует о довольно высоком миграционном потенциале сибирского тайменя. При всем индивидуальном разнообразии вариантов миграционной активности выделялись группы рыб с двумя разными стратегиями поведения — резиденты и кочевники. Крайние из наблюдаемых вариантов: нахождение на одном месте в течение более 2 мес. и перемещение на расстояние более 30 км в течение суток. Показано изменение дальности перемещений тайменя в разные месяцы: в августе радиус индивидуальной активности сокращался, а в сентябре увеличивался. В целом отмечено сезонное увеличение интенсивности перемещений тайменя в реке — в мае и сентябре, что связано с нагульными миграциями. В мае таймень откармливается на скоплениях покатной молоди кеты *Oncorhynchus keta* и преднерестовых особей голяна *Rhynchocypris lagowskii*, в сентябре — на мигрирующих к нерестилищам производителей кеты. При наличии сезонной и индивидуальной изменчивости в течение суток наиболее интенсивные перемещения таймень обычно совершает в сумерках и ночью, менее выраженные и продолжительные, но тоже с довольно высокой амплитудой — в утренние и дневные часы. Можно полагать, что основной откорм тайменя происходит

\* Кульбачный Сергей Евгеньевич, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией, e-mail: kulbachnyi@mail.ru; Колпаков Николай Викторович, доктор биологических наук, руководитель филиала, e-mail: kolpakov\_nv@mail.ru; Кудревский Олег Александрович, ведущий инженер, e-mail: seafrog@bk.ru.

Kulbachny Sergey E., Ph.D., head of laboratory, Khabarovsk branch of VNIRO (KhabarovskNIRO), 13a, Amursky Boulevard, Khabarovsk, 680038, Russia, e-mail: kulbachnyi@mail.ru; Kolpakov Nikolay V., D.Biol., director of branch, Khabarovsk branch of VNIRO (KhabarovskNIRO), Khabarovsk branch of VNIRO (KhabarovskNIRO), 13a, Amursky Boulevard, Khabarovsk, 680038, Russia, e-mail: kolpakov\_nv@mail.ru; Kudrevsky Oleg A., leading engineer, Khabarovsk branch of VNIRO (KhabarovskNIRO), 13a, Amursky Boulevard, Khabarovsk, 680038, Russia, e-mail: seafrog@bk.ru.

в сумеречное и темное время суток, пищевая активность в светлое время суток несет поддерживающую функцию.

**Ключевые слова:** акустическое мечение, сибирский таймень, река Тугур, северо-западная часть Охотского моря, распределение.

DOI: 10.26428/1606-9919-2020-200-671-687.

**Kulbachnyi S.E., Kolpakov N.V., Kudrevskiy O.A.** First results of acoustic tags using for studies of migrations of siberian taimen *Hucho taimen* (Salmonidae) in the Tugur River basin (northwestern Okhotsk Sea) // *Izv. TINRO*. — 2020. — Vol. 200, Iss. 3. — P. 671–687.

Method of acoustic tagging of large-sized fish in a medium river is successfully tested for the case of siberian taimen *Hucho taimen* in the Tugur River. Algorithm of fish anesthesia and acoustic tag input into its body cavity is developed. For successful tagging, total duration of the process, including anesthesia, should not exceed 5 minutes. The best results of tagging are obtained for fish with a body length of 110–130 cm, which tolerate anesthesia easily. In 2017–2019, 25 out of 29 tagged fish were registered by acoustic equipment that indicates high efficiency of the method (86.2 %). Distance from the release point to the point of tag registration varied from 0.2 to 39.8 km. Some fish crossed almost completely the buoy-controlled section of the river that indicates a rather high migration potential of siberian taimen. On the background of high individual diversity of migration activity, two principally different behavioral strategies are distinguished — «residents» staying in one place up to 2 months and «nomads» migrating to a distance up to 30 km per day. The radius of taimen migration increases usually in May and September and decreases in August. The seasonal increasing is associated with feeding migrations: taimen feed on downstream juveniles of chum salmon *Oncorhynchus keta* and prespawning minnows *Rhynchocypris lagowskii* in May and on chum adults migrating to spawning grounds in September. During twilight and at night, the migrations are usually more active, but they are less visible and shorter in the morning and afternoon. Correspondingly, the main feeding of taimen is assumed in the twilight and dark time, whereas a supporting feeding in the daytime.

**Key words:** acoustic tagging, siberian taimen, Tugur River, northwestern Okhotsk Sea, fish migration.

## Введение

В настоящее время в России существенно увеличился интерес к рыболовному туризму и спортивному рыболовству. На Дальнем Востоке обитает ряд привлекательных для трофейной рыбалки видов рыб, один из них — сибирский таймень *Hucho taimen*. Эта крупная рыба обладает естественной низкой численностью (величина общего допустимого улова (ОДУ) на 2021 г. в реках Тугуро-Чумиканского района — 19,8 т), поэтому резкое увеличение промысловой нагрузки может отрицательно сказаться на ее численности. Для организации рационального использования ресурсов необходимы знания по биологии тайменя, в том числе по особенностям его внутривидовой дифференциации и миграций в бассейнах рек. Исследования биологии сибирского тайменя немногочисленны, обычно основаны на небольшом числе проанализированных особей и в ряде случаев существенно устарели [Берг, 1948; Никольский, 1956; Подлесный, 1958; Матвеев и др., 1996; Золотухин и др., 2000; Заделенов, 2007; Журавлев, 2012; Михеев, Огородов, 2015]. Наши данные по биологии сибирского тайменя реки Тугур пока представлены лишь в одной краткой заметке [Кульбачный, Кульбачная, 2018]. Одним из эффективных методов исследований внутривидовой дифференциации рыб и других животных, а также получения самых разнообразных данных по их биологии и образу жизни стало мечение [Кагановский, 1949; Андреев, 1968; Новиков, 1968, 1970; Шунтов, 1972; Скалкин, 1973; Чупахин, 1973; Швецов, 1974; Андреев и др., 1978; Рикер, 1979; Поддубный, Малинин, 1988; Токранов, 1994; Михайлов и др., 2003; Пасечник, Шмигирилов, 2008; Колпаков, 2018]. Вместе с тем наши многочисленные эксперименты по мечению крупных половозрелых особей сибирского тайменя в бассейне р. Тугур с помощью навесных пластиковых меток до последнего времени результатов практически не давали (возможно, из-за утери меток тайменями в процессе перемещений в реке, в том числе во время нереста).

Анализ литературы [Lucas, Baras, 2000; Neupel et al., 2006; Cooke et al., 2013; Teo et al., 2013; Thorstad et al., 2013] показал, что одним из современных подходов, перспективных в этом плане, служит использование акустических меток, помещаемых в полость тела рыбы. Такая метка не теряется, не влияет на поведение рыбы и не подвергает ее внешним воздействиям (зацепы и т.д.). Акустическое оборудование не подлежит сертификации, так как акустический сигнал — это звуковой сигнал сверхвысокой частоты (20–1000 кГц). В отличие от радиоволн, распространение акустического сигнала в водной среде ограничено только мощностью источника сигнала (метки-трансммиттера) и шумами самой среды. В условиях реки обнаружить сигнал акустической метки, работающей на частоте 70–200 кГц, можно на любых глубинах. Использование гидроакустического метода не ограничивается временем года (открытой водой), поиск меток возможен и подо льдом.

В настоящей работе представлены результаты апробации данного метода на примере сибирского тайменя р. Тугур, а также первичный анализ полученных данных по его распределению и миграциям в бассейне реки.

### Материалы и методы

Работы выполнены сотрудниками ХабаровскНИРО в рамках договоров с компаниями «ЦОТЭКС» и «ЦИТЭКС», организующими спортивно-любительское рыболовство в бассейне р. Тугур. Заказчиком предоставлено оборудование, основные технические характеристики которого приведены в табл. 1. Для мечения сибирского тайменя использованы акустические метки (производство фирмы Lotek, Канада), представляющие собой индукционную систему в стеклянной оболочке (рис. 1). Каждая метка создает сигнал на определенной частоте, позволяя исследователю различать меченых особей. Размеры метки 16 x 80 мм, масса 35 г, дискретность подачи сигнала 10 с, дальность обнаружения 500 м. Метка в ходе хирургической операции помещалась в брюшную полость тайменя, что в дальнейшем исключало ее потерю.



Рис. 1. Акустическая метка (а) и хирургический степлер (б) для шивания кожи  
Fig. 1. Acoustic tag (a) and skin stapler (b)

Для снижения стресса и предотвращения повреждений во время операции применяли анестезию с помощью гвоздичного масла (*Cariophyllia cetheroleum*, *Oleum Caryophylli*), которое ранее использовалось при анестезии многих видов рыб [Руководство..., 2011; Пьянова и др., 2012], в том числе близкородственного сахалинского тайменя *Parahucho perryi* [Коуржил и др., 2008]. Для анестезии рыб выдерживали в живорыбном ящике в растворе гвоздичного масла в концентрации 0,07 мл/л. Наступление III фазы анестезии (положение тела — кверху брюхом, подвижность и дыхание отсутствуют, оборонительные рефлексы, в том числе акустический, отсутствуют) [Пьянова и др., 2012] происходило в среднем через 1,5–2,5 мин (рис. 2).

Операция по внедрению метки в брюшную полость длилась 1,5–2,5 мин (рис. 3), после чего таймень выводился из анестезии (рис. 4) и выпускался. Для

Таблица 1

Технические характеристики оборудования, использованного для акустической телеметрии перемещений сибирского тайменя

Table 1

Technical characteristics of equipment for acoustic telemetry of siberian taimen movements

Оборудование	Характеристики		
Мобильный приемник гидроакустических сигналов Lotek MAP 600 RT-A	Максимальное число гидрофонов, шт.	2	
	Максимальное количество меток, шт.	Более 10000	
	Рабочая частота, кГц	76 или 200	
	Дальность обнаружения метки, м	до 500	
	Интерфейс к ПК	RS232	
	Максимальная длина кабеля гидрофона, м	600	
	Поддержка меток	Обычные метки (ID), метки с датчиками температуры и глубины	
	Встроенная память, МВ	SSD промышленного типа, до 512	
	Питание, В	12	
	Потребляемая мощность, Вт	9	
	Рабочая температура, °С	От -40 до 85	
	Габариты, см	26,9 x 25,4 x 14,0	
	Масса, кг	3,3	
Гидрофон для приемника MAP 600 Lotek LHP-1LT	Максимальная рабочая глубина, м	40	
	Рабочая частота, кГц	65,5/76,8	
	Чувствительность	-171 dB re 1V/mPa	
Автономный приемник-дatalogгер сигналов с акустических меток Lotek WHS3250L	Рабочая частота, кГц	76	
	Длина, мм	580	
	Диаметр, мм	60	
	Масса, кг	1,7	
	Плавучесть	Отрицательная	
	Время работы, сут	165	
	Максимальная глубина, м	200	
	Карта памяти SD, Гб	2	
	Питание, литиевые батарейки, шт.	4	
	Акустическая метка для рыб Lotek MM-M-16-50	Тип	Обычная (ID)
Диаметр, мм		16	
Длина, мм		80	
Масса, г		35	
Срок службы, сут			
76 кГц, дискретность подачи сигнала 10 с		1080	



Рис. 2. Сибирский таймень под действием анестезии (фаза III)

Fig. 2. Siberian taimen under anesthesia (phase III)

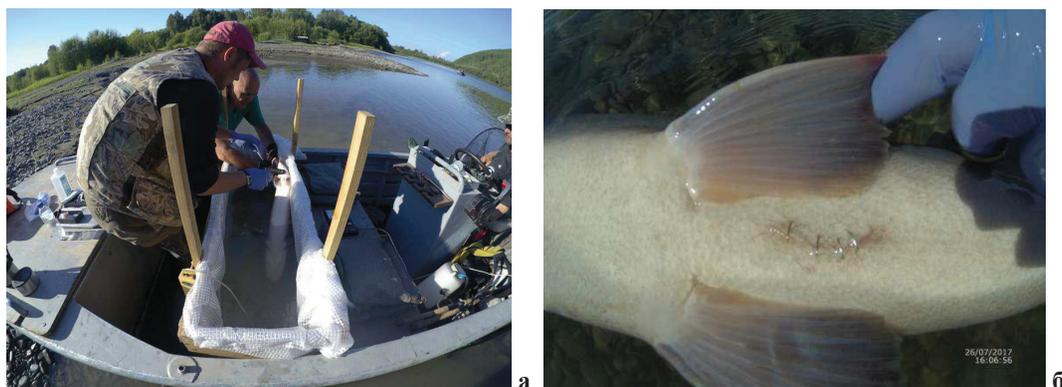


Рис. 3. Операция по размещению метки в брюшной полости тайменя (а) и внешний вид послеоперационного шва (б)

Fig. 3. Surgery operation for acoustic tag input into a body cavity of siberian taimen (а) and general view of postoperative suture (б)



Рис. 4. Последовательные фазы вывода сибирского тайменя из анестезии

Fig. 4. Successive phases of siberian taimen release from anesthesia

успешного завершения мечения общая продолжительность всего процесса не должна превышать 5 мин. Наилучшие результаты дает мечение рыб длиной от 110 до 130 см, которые легко переносят наркоз. Особи длиной до 110 см входят в анабиоз до 15 мин, а особи длиной более 130 см тяжелее отходят от наркоза. Рыб отлавливали с использованием удебных снастей. Всего в 2017–2019 гг. в бассейне р. Тугур помечено 29 экз. сибирского тайменя длиной 99–158 см и массой 8,6–46,0 кг (табл. 2, рис. 5).

Таблица 2  
Данные по мечению сибирского тайменя в бассейне р. Тугур в 2017–2019 гг.

Table 2  
Data on tagging of siberian taimen in the Tugur River basin, 2017–2019

Дата	№	Место мечения	Координаты		Длина, см	Масса, кг	Пол
			С.ш.	В.д.			
26.07.2017	196	Ассыни	53°04,631'	136°02,060'	106	8,6	–
26.07.2017	197	«	53°04,932'	136°02,376'	108	11,3	–
27.07.2017	198	Конин	53°07,820'	136°06,863'	107	10,1	–
01.08.2017	199	Ассыни	53°04,630'	136°02,072'	125	17,0	–
01.08.2017	200	«	53°04,742'	136°02,165'	100	8,7	–
02.08.2017	201	Муникан	53°15,487'	136°07,475'	141	23,4	–
03.08.2017	202	Конин	53°11,632'	136°05,718'	105	10,6	–
05.08.2017	203	Муникан	53°16,188'	136°06,982'	125	19,0	–
03.08.2018	204	«	53°16,991'	136°06,642'	147	27,2	–
05.08.2018	205	Конин	53°09,268'	136°05,288'	123	19,1	–
06.08.2018	206	Муникан	53°15,478'	136°07,394'	109	11,8	–
06.08.2018	29500	«	53°18,616'	136°05,648'	136	25,4	Самец
23.09.2018	29600	Конин	53°05,129'	136°03,244'	151	46,0	Самка
08.10.2018	29700	«	53°16,933'	136°09,539'	130	22,4	Самец
15.05.2019	207	«	53°08,343'	136°05,615'	114	14,5	–
19.05.2019	29800	«	53°05,063'	136°03,229'	158	39,9	–
19.05.2019	29900	«	53°05,024'	136°03,142'	131	23,6	–
20.05.2019	208	«	53°07,766'	136°06,904'	99	11,3	–
21.05.2019	209	«	53°06,803'	136°06,121'	108	15,4	–
21.05.2019	210	«	53°06,678'	136°06,077'	103	10,9	–
23.05.2019	211	«	53°05,109'	136°03,232'	115	19,1	–
23.05.2019	212	«	53°05,213'	136°03,299'	132	26,8	–
23.05.2019	213	«	53°05,202'	136°03,286'	123	21,3	–
23.05.2019	214	«	53°05,099'	136°03,228'	103	11,8	–
23.05.2019	215	«	53°05,074'	136°03,237'	114	15,4	–
24.05.2019	216*	«	53°06,199'	136°05,816'	121	20,0	–
24.05.2019	217	Муникан	53°18,049'	136°05,873'	136	21,8	–
27.05.2019	218	«	53°18,767'	136°05,725'	126	20,4	–
27.05.2019	219	«	53°18,875'	136°05,723'	140	23,4	–

\* Выловлен рыбаками через 2,5 мес. (10.08.2019) неподалеку от места выпуска, в притоке р. Конин.

Обнаружение меток осуществляли как с помощью мобильного оборудования при перемещении на лодке по реке (рис. 6), так и с использованием стационарных гидроакустических буев (рис. 7). Три бую установили в р. Конин в районе впадения притока Ассыни (№ 1), выше по течению (№ 2), а также в районе впадения притока Муникан (№ 3) (см. рис. 5). Расстояние между буюми 1 и 2 — 13,2 км, между буюми 1 и 3 — 34,2 км. Поиск меток в мобильном режиме проводили 2, 4 августа и 25 сентября в 2017 г., 5, 6, 8, 9, 13 и 14 августа в 2018 г. и 22–24 августа в 2019 г. Стационарные бую работали в 2018 г. в период с 05.08 по 10.10, в 2019 г. — с 19.05 по 13.10.

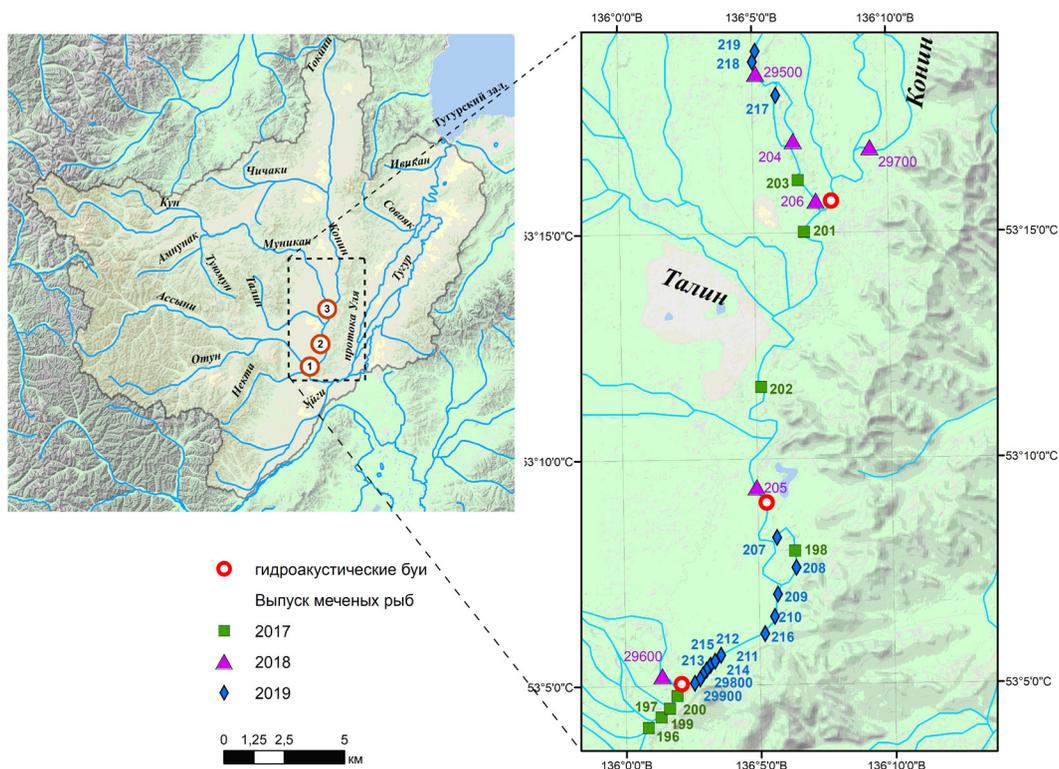


Рис. 5. Места выпуска меченых тайменей в 2017–2019 гг. и размещение гидроакустических буев в бассейне р. Тугур: 1 — устье р. Ассыни; 2 — основное русло р. Конин; 3 — устье р. Муникан

Fig. 5. Release points of tagged taimens in 2017–2019 and acoustic buoys arrangement in the Tugur River basin: 1 — mouth of Assyni River; 2 — main channel of Konin River; 3 — mouth of Munikan River



Рис. 6. Мобильное оборудование для приема сигналов от акустических меток (а) и поиск гидроакустических сигналов при помощи компьютерной системы и наушников (б)

Fig. 6. Mobil equipment for receiving signals from acoustic tags (a) and searching for sonar signals using a computer system and headphones (b)



Рис. 7. Внешний вид гидроакустических буев (а) и их установка в реке (б)  
Fig. 7. General view of acoustic buoys (а) and their mounting in river (б)

### Результаты и их обсуждение

**Краткая характеристика р. Тугур.** Образуется в результате слияния рек Конин (189 км) и Ассыни (110 км). Конин протекает по Конинской низменности в направлении с севера на юг; после слияния с Ассыни русло поворачивает, поток направляется с юга на север по Тугуро-Немиленской низменности (рис. 5). От места слияния рек Конин и Ассыни до впадения в губу Асман (Тугурский залив Охотского моря) длина р. Тугур составляет 175 км. Площадь ее водосбора 11900 км<sup>2</sup>. Бассейн р. Тугур характеризуется наличием высоких горных хребтов. Климат в бассейне реки континентальный с резкими колебаниями годовых и суточных значений температуры. Близость Охотского моря (60–100 км), доступ к которому не прегражден горными цепями, обуславливает выпадение большого количества атмосферных осадков. В связи с этим здесь часто наблюдаются сильные паводки: весенние — от таяния снегов, летние и особенно осенние вызваны затяжными дождями [Ярмолюк, 1957; Энциклопедия..., 1995\*].

**Результаты мечения.** Сибирский таймень — рыба пресноводная, предпочитает реки с быстрым течением, встречается и в озерах. Достигает массы 80 кг и более [Линдберг, Дулькейт, 1929; Берг, 1948; Никольский, 1956; Золотухин и др., 2000]. Половозрелым таймень становится в возрасте 4+ по достижении длины 40–50 см [Никольский, 1956]. Нерест тайменя проходит в мае–июне в горных и полугорных притоках, где затем он держится в течение всего лета, а осенью скатывается в русло Тугура на зимовку [Кульбачный, Кульбачная, 2018]. В период с середины мая по начало октября метились посленерестовые и пропускающие нерест особи на стадии нагула (табл. 2).

Всего в 2017–2019 гг. с помощью акустической аппаратуры было зарегистрировано 25 из 29 помеченных рыб (86,2 %). Данные по распределению регистраций разных меток по годам, месяцам и районам представлены в табл. 3. Анализ данных табл. 3 показывает:

— расстояние от точки выпуска до точки регистрации метки изменялось от 0,2 до 39,8 км. Некоторые рыбы (№ 204, 29500) практически полностью пересекали контролируемый буями участок реки, что говорит о довольно высоком миграционном потенциале сибирского тайменя;

\* Энциклопедия Хабаровского края и Еврейской автономной области. Хабаровск: Восток-пресс, 1995. 327 с.

Таблица 3

Данные по регистрации меченых особей сибирского тайменя в р. Тугур в 2017–2019 гг.

Таблица 3

Data on registered tagged individuals of siberian taimen in the Tugur River, 2017–2019

Номер метки	Регистрация												Расстояние от места выпуска, км		
	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Год	Координаты	Буй						
196				2								2017	N53°05,042' E136°03,243'	М	1,0
199				2									N53°04,838' E136°02,163'	М	0,4
200				4									N53°03,559' E136°00,984'	М	2,0
198					25								N53°05,026' E136°03,392'	М	1,0
196					15								N53°04,838' E136°02,163'	1	0,4
198				08									N53°06,753' E136°06,139'	М	2,3
				13									N53°06,630' E136°06,036'	М	2,6
199				13									N53°04,763' E136°02,182'	М	0,3
203				5–31	1–30	1–3							N53°04,838' E136°02,163'	1	0,4
					25								N53°04,838' E136°02,163'	1	37,5
204					1								N53°04,838' E136°02,163'	1	39,8
						10							N53°15,425' E136°07,702'	3	5,6
205				05								2018	N53°09,351' E136°05,256'	М	0,2
				08									N53°06,601' E136°06,015'	М	7,8
				13									N53°06,339' E136°05,879'	М	8,3
				19–20	19								N53°04,838' E136°02,163'	1	13,7
				06									N53°15,413' E136°07,551'	М	14,9
206				14									N53°11,180' E136°05,746'	М	0,4
					6, 15								N53°04,838' E136°02,163'	1	34,8
					14								N53°09,077' E136°05,504'	2	21,6
29500				09									N53°16,004' E136°07,054'	М	7,5
						5–10							N53°15,425' E136°07,702'	3	10,2
196		22											N53°15,425' E136°07,702'	3	34,7
197		29											N53°15,425' E136°07,702'	3	33,9
198				22									N53°06,381' E136°05,917'	М	3,1
		23–30	1										N53°15,425' E136°07,702'	3	5,6
204			2		28								N53°04,838' E136°02,163'	1	39,8
													N53°07,917' E136°06,835'	М	31,1

Окончание табл. 3  
Table 3 finished

Номер метки	Регистрация										Буй	Расстояние от места выпуска, км
	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Год	Координаты				
205	25	9, 16			17-18	3-7	2019	N53°09,077' E136°05,504'			2	0,4
		18, 27	2-4	22				N53°09,343' E136°05,216'			M	0,2
207				24				N53°15,425' E136°07,702'			3	22,7
		22, 25, 26						N53°08,050' E136°05,753'			M	0,9
208				23				N53°15,425' E136°07,702'			3	25,8
					6			N53°06,707' E136°06,096'			M	2,3
209	21-31	1-11, 14-23	16		21, 23, 27-30	1, 3, 8, 9		N53°04,838' E136°02,163'			1	8,4
		25						N53°04,838' E136°02,163'			1	6,3
210	21	10-24						N53°15,425' E136°07,702'			3	27,9
211	23	29-30	1		9-30	1-13		N53°04,838' E136°02,163'			1	6,0
				22				N53°15,425' E136°07,702'			3	32,8
212	23	16-30	1-5, 30	1-18, 27-31	1-4, 10, 14-15, 21-25	1-4, 8-12		N53°11,419' E136°05,796'			M	19,1
213	23-24		29-30	1				N53°04,838' E136°02,163'			1	1,6
				24				N53°06,779' E136°06,104'			M	4,7
214	22-23				5-7	6		N53°04,838' E136°02,163'			1	1,4
215	23	12-13		31	9			N53°04,838' E136°02,163'			1	1,3
216	24							N53°04,838' E136°02,163'			1	5,1
217		16, 18, 20-24	2, 4-5					N53°15,425' E136°07,702'			3	9,0
219				24				N53°08,241' E136°05,508'			M	33,7
29500				23				N53°06,427' E136°05,893'			M	38,9
29600					4-5, 16-17			N53°04,838' E136°02,163'			1	1,4
29800	19, 25	13						N53°04,838' E136°02,163'			1	1,3
				22				N53°09,413' E136°05,187'			M	12,7
29900	19-25							N53°04,838' E136°02,163'			1	1,2

Примечание. М — регистрация мобильной группой.

— распределение рыб по величине радиуса индивидуальной активности бимодально (табл. 3, рис. 8), т.е. четко выделяются особи с двумя разными стратегиями поведения — резиденты и номады (кочевники). К первой группе можно отнести рыб длиной 123–132 см № 199 (2018 г.) и № 212 (2019 г.), которые в течение нескольких месяцев регистрируются на одной точке (соответственно 0,3–0,4 и 1,6 км от места выпуска). Кроме того, рыба № 198 в августе 2018 г. за 6 сут сместилась на 0,3 км, зарегистрированная скорость перемещений № 205 в августе 2018 г. составляла 0,1, 2,5 и 0,9 км/сут. Суточные перемещения особей второй группы (кочующих) в реке в некоторых случаях достигают заметных величин. Так, таймень № 204 длиной 147 см с 1 по 2 июля спустился по р. Конин от бую № 3 до бую № 1 (34,2 км/сут). Рыба № 209 длиной 108 см с 23 по 25 июня 2019 г. прошла от бую № 1 к бую № 3 (17,1 км/сут). Рыба № 211 длиной 115 см 23.05 с 7 ч 30 мин до 12 ч 15 мин прошла по р. Конин до бую № 3 32,8 км (скорость 164 км/сут  $\approx$  7 км/ч)! Рыба № 216 длиной 121 см за 3 ч утром 24.05 прошла 5,1 км (41 км/сут). Следует отметить, что одна и та же особь может менять дальность и скорость своих перемещений. Например, рыба № 206 в августе 2018 г. перемещалась со средней скоростью 1,8 км/сут (14,5 км за 8 сут), а в сентябре (в период хода кеты) — до 13,2 км/сут (за сутки, 14–15.09);

— наблюдается сезонная динамика числа зарегистрированных меток. Например, в 2019 г. буй в районе устья р. Ассыни (№ 1) зафиксировал максимальное число меток в мае (9) и сентябре (8) (рис. 9). На наш взгляд, активизация перемещений тайменей в мае и сентябре связана с нагульными миграциями. В мае таймень откармливается на скоплениях покатной молоди кеты *Oncorhynchus keta* (рис. 10, а) и преднерестовых особей голяна *Rhynchocypris lagowskii*, в сентябре — на производителях кеты (рис. 10, б).

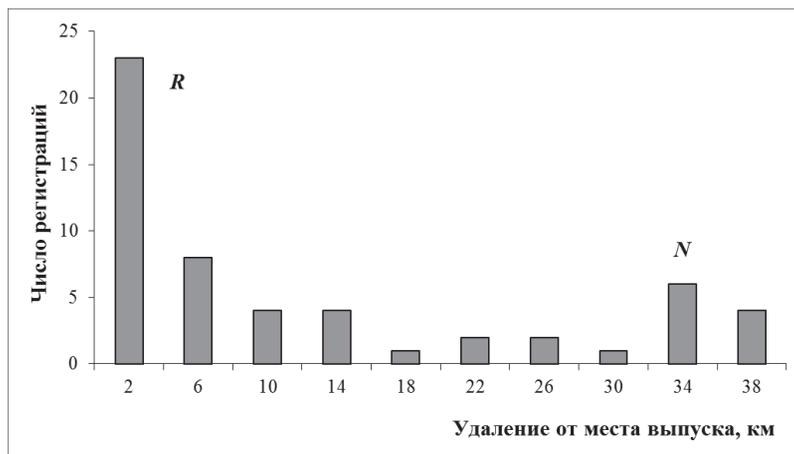


Рис. 8. Распределение числа регистраций меченых рыб в зависимости от расстояния от места выпуска: *R* — резиденты; *N* — кочевники

Fig. 8. Frequency of registered tagged taimens in dependence on distance from release points: *R* — residents; *N* — nomads

Сила принимаемого буюм сигнала от метки пропорциональна расстоянию до рыбы, что позволяет выявить суточную динамику перемещений тайменя в реке. При этом, по-видимому, резкую смену величины сигнала при нахождении рыбы в пределах дальности обнаружения (в радиусе 500 м) можно трактовать как пищевую активность, охоту. На рис. 11 показаны варианты суточной динамики силы сигнала от метки № 199. При наличии сезонной и индивидуальной изменчивости наиболее интенсивные перемещения таймень обычно совершал в сумерках и ночью, менее выраженные и продолжительные, но тоже с довольно высокой амплитудой изменения силы сигнала наблюдались в утренние и дневные часы. Можно полагать, что основной

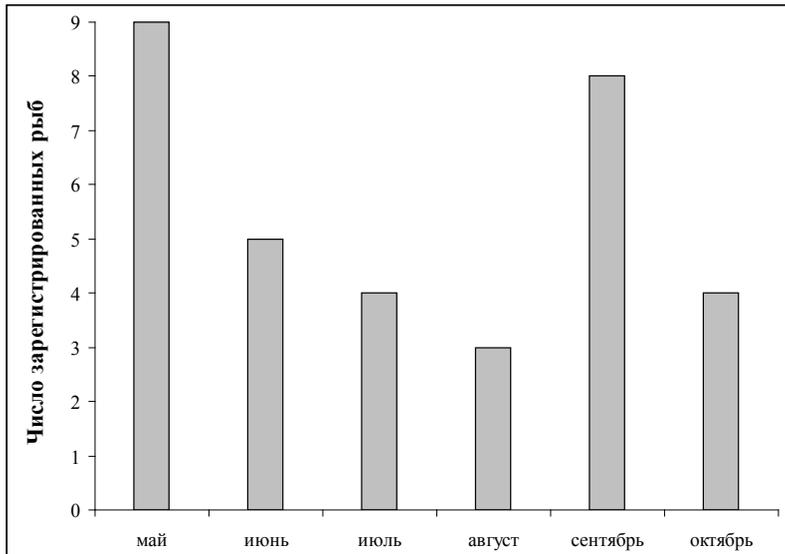


Рис. 9. Сезонная динамика числа зарегистрированных акустических меток на буюе 1 (р. Ассыни) в 2019 г.

Fig. 9. Seasonal dynamics of the tags registered by buoy 1 (Assyni River) in 2019

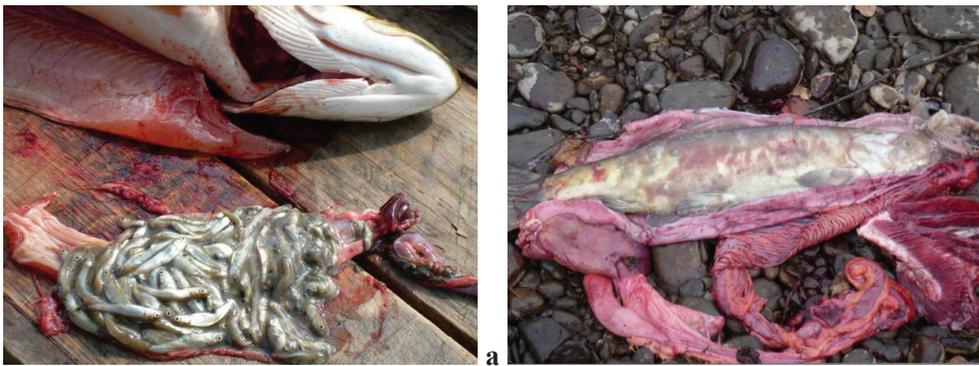


Рис. 10. Содержимое желудков тайменя в р. Тугур: **а** — покотная молодеь кеты (май); **б** — половозрелая самка кеты в брачном наряде (сентябрь)

Fig. 10. Stomach contents for siberian taimen in the Tugur River: **a** — downstream-migrating chum juveniles (May); **b** — matured chum female with nuptial changes (September)

откорм тайменя происходит в сумеречное и темное время суток, пищевая активность в светлое время суток несет поддерживающую функцию [Чучукало, 2006].

### Заклучение

По результатам выполненных работ можно констатировать, что успешно апробирован метод акустического мечения крупных рыб в реке средней величины. Отработан алгоритм анестезии сибирского тайменя и внедрения в его полость тела акустической метки. Для успешного завершения мечения общая продолжительность всего процесса, включая анестезию, не должна превышать 5 мин. Наилучшие результаты дает мечение рыб длиной от 110 до 130 см, которые легко переносят наркоз.

Метод показал довольно высокую эффективность: в 2017–2019 гг. с помощью акустической аппаратуры было зарегистрировано 25 из 29 помеченных рыб (86,2 %). Расстояние от точки выпуска до точки регистрации метки изменялось от 0,2 до 39,8 км. Некоторые рыбы практически полностью пересекали контролируемый буюями участок реки, что говорит о довольно высоком миграционном потенциале сибирского тайменя.

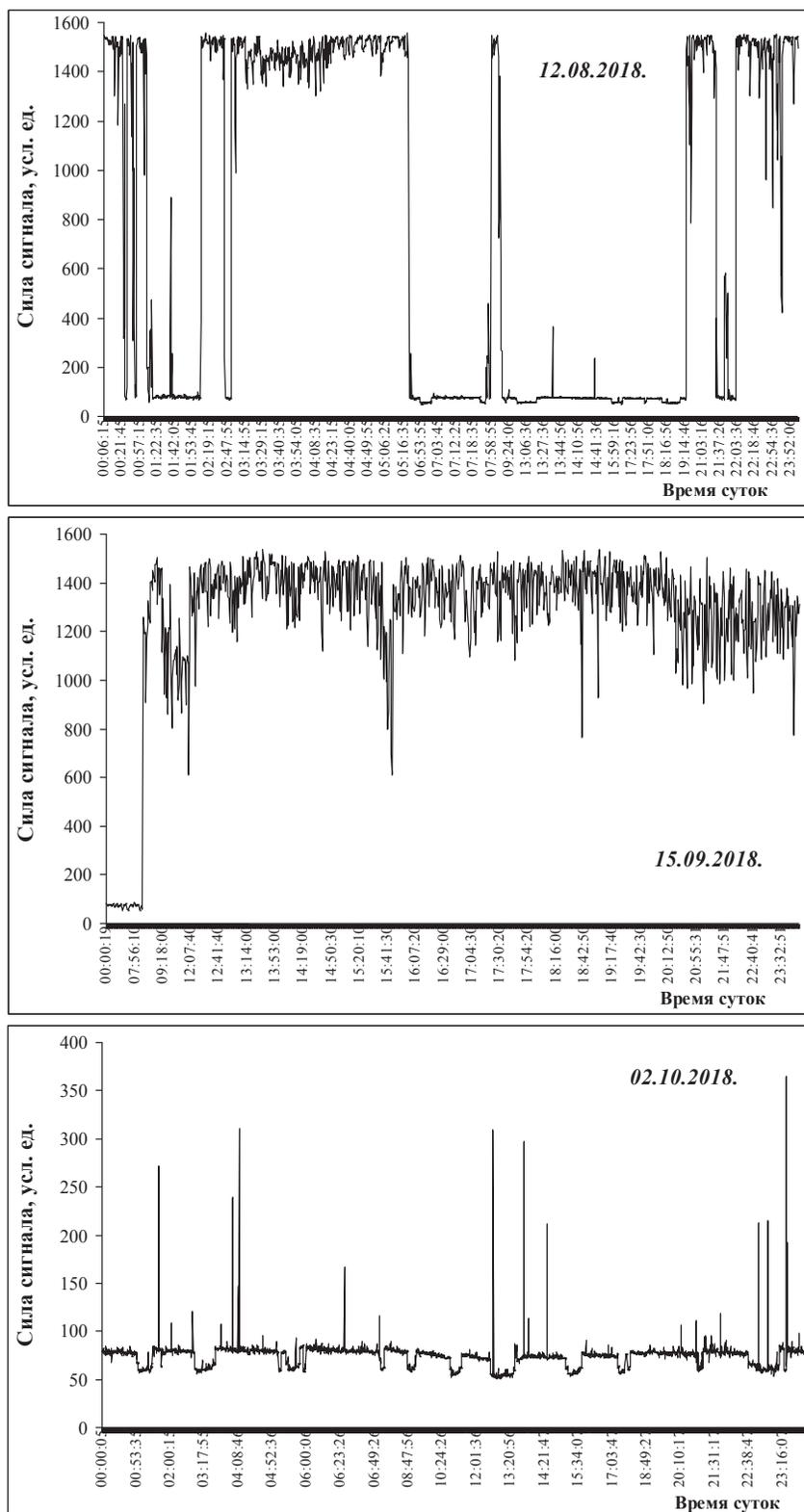


Рис. 11. Варианты суточной динамики активности тайменя № 199 в 2018 г. по данным буя № 1 (р. Ассыни)

Fig. 11. Variants of daily dynamics for migrating activity of taimen № 199, by data of buoy 1 (Assyni River) in 2018

При всем индивидуальном разнообразии вариантов миграционной активности были выделены группы рыб с двумя разными стратегиями поведения — резиденты и кочевники. Крайние из наблюдаемых вариантов: нахождение на одном месте в течение более 2 мес. и перемещение на расстояние более 30 км в течение суток. На примере нескольких рыб показано изменение дальности перемещений в разные месяцы: в августе радиус индивидуальной активности сокращался, а в сентябре — увеличивался. В целом отмечено сезонное увеличение интенсивности перемещений тайменя в реке — в мае и сентябре, что связано с нагульными миграциями. В мае таймень откармливается на скоплениях покатной молодежи кеты и преднерестовых особей голяна, в сентябре — на мигрирующих к нерестилищам производителей кеты.

При наличии сезонной и индивидуальной изменчивости в течение суток наиболее интенсивные перемещения таймень обычно совершает в сумерках и ночью, менее выраженные и продолжительные, но тоже с довольно высокой амплитудой — в утренние и дневные часы. Можно полагать, что основной откорм тайменя происходит в сумеречное и темное время суток, пищевая активность в светлое время суток несет поддерживающую функцию.

### Финансирование работы

Исследование выполнено в рамках договоров с ООО «ЦОТЭКС» №№ 24/н-17 от 12.05.2017, 06/н-18 от 20.03.2018, ООО «ЦИТЭКС» 05/2н-19 от 26.04.2019, №05/27н-20 от 22.04.2020.

### Соблюдение этических стандартов

Все применимые международные, национальные и/или институциональные принципы ухода и использования животных были соблюдены. Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

### Информация о вкладе авторов

С.Е. Кульбачный и О.А. Кудревский выполнили работы по отлову, мечению и регистрации рыб. Н.В. Колпаков и С.Е. Кульбачный провели обработку, анализ и обобщение полученного материала, а также подготовили рукопись статьи. Все соавторы приняли участие в обсуждении полученных результатов.

### Список литературы

- Андреев В.Л. Результаты мечения сельди в заливе Ныйво (северо-восточный Сахалин) в 1963 году // Изв. ТИНРО. — 1968. — Т. 65. — С. 257–258.
- Андреев В.Л., Булгакова Т.И., Челноков Ф.Г. Метод оценки некоторых параметров популяции морских котиков по материалам мечения // Тр. ВНИРО. — 1978. — Т. 128. — С. 23–37.
- Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. Ч. 1 : моногр. — 4-е изд., испр. и доп. — М. ; Л. : АН СССР, 1948. — 468 с. (Определители по фауне СССР, изд. ЗИН АН СССР, т. 27.)
- Журавлев В.Б. К методике изучения численности популяций редких и исчезающих видов рыб // Вестн. НГАУ. — 2012. — № 2 (23), ч. 2. — С. 20–27.
- Заделенов В.А. Таймень в водоемах Красноярского региона // Рыб. хоз-во. — 2007. — № 5. — С. 90–93.
- Золотухин С.Ф., Семенченко А.Ю., Беляев В.А. Таймени и ленки Дальнего Востока России : моногр. — Хабаровск : ХфТИНРО, 2000. — 128 с.
- Кагановский А.Г. Результаты мечения одноперого терпуга // Изв. ТИНРО. — 1949. — Т. 29. — С. 177–178.
- Колпаков Н.В. Эстуарные экосистемы северо-западной части Японского моря: структурно-функциональная организация и биоресурсы : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2018. — 428 с.
- Коуржил Я., Микодина Е.В., Микулин А.Е. и др. Влияние гвоздичного масла разных концентраций на анестезию взрослого сахалинского тайменя *Hucho perryi* // Проблемы и

перспективы использования водных биоресурсов Сибири в XXI веке : мат-лы Всерос. конф. с междунар. участием, посвящ. 100-летию Енисейской ихтиологической лаборатории (ФГБНУ «НИИЭРВ»). — Красноярск : ИПК СФУ, 2008. — С. 97–101.

**Кульбачный С.Е., Кульбачная А.В.** Некоторые особенности биологии сибирского тайменя *Hucho taimen* (Salmonidae) из бассейна реки Тугур (Хабаровский край) // Вопр. ихтиол. — 2018. — Т. 58, № 5. — С. 629–632. DOI: 10.1134/S0042875218050144.

**Линдберг Г.У., Дулькейт Г.Д.** Материалы по рыбам Шантарского моря : Изв. ТОНС. — 1929. — Т. 3, вып. 1. — 139 с.

**Матвеев А.Н., Пронин Н.М., Самусенок В.П.** Экология тайменя водоемов бассейна озера Байкал // Ихтиологические исследования озера Байкал и водоемов его бассейна в конце XX столетия. — Иркутск : ИГУ, 1996. — С. 86–104.

**Михайлов В.И., Бандурин К.В., Горничных А.В., Карасев А.Н.** Промысловые беспозвоночные шельфа и материкового склона северной части Охотского моря : моногр. — Магадан : МагаданНИРО, 2003. — 284 с.

**Михеев П.Б., Огородов С.П.** О поимке сибирского тайменя *Hucho taimen* в Нижнекамском водохранилище // Вопр. ихтиол. — 2015. — Т. 55, № 6. — С. 732–733. DOI: 10.7868/S0042875215060120.

**Никольский Г.В.** Рыбы бассейна Амура : моногр. — М. : АН СССР, 1956. — 551 с.

**Новиков Н.П.** Мечение угольной рыбы (*Anoplopoma fimbria* (Pall.)) в Беринговом море и у тихоокеанского побережья Камчатки // Вопр. ихтиол. — 1968. — Т. 8, вып. 5. — С. 955–957.

**Новиков Н.П.** Результаты мечения белокорого палтуса в Беринговом море // Изв. ТИНРО. — 1970. — Т. 74. — С. 328–329.

**Пасечник О.И., Шмигирилов А.П.** Оценка численности амурской кеты *Oncorhynchus keta* (Walbaum, 1792) по результатам мечения // Пресноводные экосистемы бассейна реки Амур. — Владивосток : Дальнаука, 2008. — С. 294–303.

**Поддубный А.Г., Малинин Л.К.** Миграции рыб во внутренних водоемах : моногр. — М. : Агропромиздат, 1988. — 224 с.

**Подлесный А.В.** Рыбы Енисея, условия их обитания и использование // Изв. ВНИОРХ. — 1958. — Т. 44. — С. 97–178.

**Пьянова С.В., Сафронов А.С., Дудин К.В., Микодина Е.В.** Анестетик «гвоздичное масло» в аквакультуре осетровых рыб: итоги и новые данные // Вопр. рыб-ва. — 2012. — Т. 13, № 2(50). — С. 421–432.

**Рикер У.Е.** Методы оценки и интерпретация биологических показателей популяций рыб : моногр. — М. : Пищ. пром-сть, 1979. — 408 с. (Пер. с англ.)

**Руководство по применению анестетика «гвоздичное масло» в аквакультуре / сост. Е.В. Микодина, М.А. Седова, С.В. Пьянова и др. — М. : ВНИРО, 2011. — 64 с. (Сер. Аквакультура, вып. 6.)**

**Скалкин В.А.** О миграциях обыкновенного кальмара (*Todarodes pacificus* Steenstrup) в Японском море // Изв. ТИНРО. — 1973. — Т. 91. — С. 100–105.

**Токранов А.М.** Распределение и численность северной дальневосточной широколобki *Megalocottus platycephalus platycephalus* (Cottidae) в эстуарии р. Большая (западная Камчатка) // Вопр. ихтиол. — 1994. — Т. 34, № 1. — С. 127–129.

**Чухахин В.М.** Результаты мечения горбуши у о. Итуруп в 1969 и 1971 гг. // Изв. ТИНРО. — 1973. — Т. 91. — С. 68–71.

**Чучукало В.И.** Питание и пищевые отношения нектона и нектобентоса в дальневосточных морях : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2006. — 484 с.

**Швецов Ф.Г.** Результаты мечения двухлинейной камбалы в районе западного побережья о-ва Парамушир // Изв. ТИНРО. — 1974. — Т. 93. — С. 117–119.

**Шунтов В.П.** Морские птицы и биологическая структура океана : моногр. — Владивосток : Дальиздат, 1972. — 378 с.

**Ярмолюк В.А.** Тугуро-Немиленское междуречье // Вопросы географии Дальнего Востока. — Хабаровск : Хабар. кн. изд-во, 1957. — С. 92–101.

**Cooke S.J., Midwood J.D., Thiem J.D. et al.** Tracking animals in freshwater with electronic tags: past, present and future : Animal Biotelemetry. — 2013. — Vol. 1, № 5. — 19 p. DOI: 10.1186/2050-3385-1-5.

**Heupel M.R., Semmens J.M., Hobday A.J.** Automated acoustic tracking of aquatic animals: scales, design and deployment of listening station arrays // Mar. Freshw. Res. — 2006. — Vol. 57. — P. 1–13. DOI: 10.1071/MF05091.

**Lucas M.C., Baras E.** Methods for studying spatial behavior of freshwater fishes in the natural environment // *Fish Fish.* — 2000. — Vol. 1, Iss. 4. — P. 283–316.

**Teo S.L.H., Sandstrom P.T., Chapman E.D. et al.** Archival and acoustic tags reveal the post-spawning migrations, diving behavior, and thermal habitat of hatchery-origin Sacramento River steelhead kelts (*Oncorhynchus mykiss*) // *Environ. Biol. Fish.* — 2013. — Vol. 96. — P. 175–187. DOI: 10.1007/s10641-011-9938-4.

**Thorstad E.B., Rikardsen A.H., Alp A., Økland F.** The use of electronic tags in fish research — an overview of fish telemetry methods // *Turkish J. Fish. Aquat. Sci.* — 2013. — Vol. 13. — P. 881–896. DOI: 10.4194/1303-2712-v13\_5\_13.

## References

**Andreev, V.L.,** The results of tagging herring in Nyyvo Bay (northeastern Sakhalin) in 1963, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1968, vol. 65, pp. 257–258.

**Andreev, V.L., Bulgakova, T.I., and Chelnokov, F.G.,** Method for assessing some parameters of the fur seal population based on tagging materials, *Tr. Vses. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1978, vol. 128, pp. 23–37.

**Berg, L.S.,** *Ryby presnykh vod SSSR i sopredel'nykh stran* (Fish of Freshwaters of the USSR and Adjacent Countries), Leningrad: Akad. Nauk SSSR, 1948, 4<sup>th</sup> ed., part 1. [*Opredeliteli po faune SSSR* (Keys to Fauna of the USSR), Leningrad: Zool. Inst. Akad. Nauk SSSR, vol. 27.]

**Zhuravlev, V.B.,** To the technique of study in the number of populations of rare and extinct species, *Vestn. NGAU*, 2012, no. 2(23), part 2, pp. 20–27.

**Zadelyonov, V.A.,** Taimen *Hucho taimen* in reservoirs of Krasnoyarsk Region, *Rybn. Khoz.*, 2007, no. 5, pp. 90–93.

**Zolotukhin, S.F., Semenchenko, A.Yu., and Belyaev, V.A.,** *Taymeni i lenki Dal'nego Vostoka Rossii* (Taimen and Lenki of the Far East of Russia), Khabarovsk: KhFTINRO, 2000.

**Kaganovsky, A.G.,** Labeling results for one-feather rasp, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1949, vol. 29, pp. 177–178.

**Kolpakov, N.V.,** *Estuarnye ekosistemy severo-zapadnoi chasti Yaponskogo morya: strukturno-funktional'naya organizatsiya i bioresursy* (Estuarine Ecosystems of the Northwestern Sea of Japan: Structural and Functional Organization and Bioresources), Vladivostok: TINRO-tsentr, 2018.

**Kourzhil, I., Mikodina, E.V., Mikulin, A.E., Gamachkova, J., and Lyubaev, V.Ya.,** The effect of clove oil of various concentrations on the anesthesia of adult Sakhalin taimen *Hucho perryi*, in *Mater. Vseros. konf. s mezhdunar. uchastiyem, posvyashch. 100-letiyu Yeniseyskoy ikhtiologicheskoy laboratorii (FGBNU «NIIEV») "Problemy i perspektivy ispol'zovaniya vodnykh bioresursov Sibiri v XXI veke"* (Proc. All-Russ. Conf. Int. Participation, Commem. 100<sup>th</sup> anniversary of the Yenisei ichthyological laboratory (FSBI NIIEV) "Problems and Prospects for the Use of Siberian Aquatic Bioresources in the 21<sup>st</sup> Century"), Krasnoyarsk: IPK SFU, 2008, pp. 97–101.

**Kul'bachnyi, S.E. and Kul'bachnaya, A.V.,** Some features of biology of the siberian taimen *Hucho taimen* (Salmonidae) from the Tugur River basin, *Journal of Ichthyology*, 2018, vol. 58, no. 5, pp. 765–768.

**Lindberg, G.U. and Dulcate, G.D.,** Materials on the fish of the Shantar Sea, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Promysl. Stn.*, 1929, vol. 3, no. 1.

**Matveev, A.N., Pronin, N.M., and Samusenok, V.P.,** Ecology of taimen of reservoirs of the Baikal Lake basin, in *Ikhtiologicheskkiye issledovaniya ozera Baykal i vodoyemov yego basseyna v kontse XX stoletiya* (Ichthyological studies of Lake Baikal and reservoirs of its basin at the end of the 20<sup>th</sup> century), Irkutsk: IGU, 1996, pp. 86–104.

**Mikhailov, V.I., Bandurin, K.V., Gornichnykh, A.V., and Karasev, A.N.,** *Promyslovyye bespozvonochnyye shel'fa i materikovogo sklona severnoy chasti Okhotskogo morya* (Commercial invertebrates of shelf and continental slope of the northern part of the Okhotsk sea), Magadan: Magadan. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr., 2003.

**Mikheev, P.B. and Ogorodov, S.P.,** On the catch of siberian taimen in the Lower Kama Reservoir, *J. Ichthyol.*, 2015, vol. 55, no. 6, pp. 922–923.

**Nikolsky, G.V.,** *Ryby bassejna Amura* (Amur basin fish), Moscow: Akad. Nauk SSSR, 1956.

**Novikov, N.P.,** Tagging of coal fish (*Anoplopoma fimbria* (Pall.)) in the Bering Sea and off the Pacific coast of Kamchatka, *J. Ichthyol.*, 1968, vol. 8, no. 5, pp. 955–957.

**Novikov, N.P.,** Labeling results for white halibut in the Bering Sea, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1970, vol. 74, pp. 328–329.

**Pasechnik, O.I. and Shmigirilov, A.P.**, Estimation of the number of Amur chum salmon *Oncorhynchus keta* (Walbaum, 1792) from labeling results, in *Presnovodnyye ekosistemy basseyna reki Amur*, Vladivostok: Dal'nauka, 2008, pp. 294–303.

**Poddubny, A.G. and Malinin, L.K.**, *Migratsii ryb vo vnutrennikh vodoyemakh* (Inland migration of fish), Moscow: Agropromizdat, 1988.

**Podlesny, A.V.**, Yenisei fish, their living conditions and use, *Izv. Vses. Nauchno-Issled. Inst. Ozern. Rechn. Rybn. Khoz.*, 1958, vol. 44, pp. 97–178.

**Pyanova, S.V., Safronov, A.S., Dudin, K.V., and Mikodina, E.V.**, Anaesthetic “clove oil” in acipenserid aquaculture: summary and new data, *Vopr. Rybolov.*, 2012, vol. 13, no. 2(50), pp. 421–432.

**Ricker, W.E.**, *Computation and Interpretation of Biological Statistics of Fish Populations*, Ottawa: Dep. Environ. Fish. Mar. Serv., 1975.

**Mikodina, E.V., Sedova, M.A., Pyanova, S.V., Kourzhil, J., and Gamachkova, J.**, *Rukovodstvo po primeneniyu anestetika «gvozdichnoye maslo» v akvakul'ture* (Guidelines for the use of clove oil anesthetic in aquaculture), Moscow: VNIRO, 2011, Ser. Aquaculture, Iss. 6.

**Skalkin, V.A.**, On the migration of common squid (*Todarodes pacificus* Steenstrup) in the Sea of Japan, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1973, vol. 91, pp. 100–105.

**Tokranov, A.M.**, Distribution and abundance of the northern Far Eastern broad-headed *Megalocottus platycephalus platycephalus* (Cottidae) in the estuary of the Bolshaya River (western Kamchatka), *Vopr. Ikhtiol.*, 1994, vol. 34, no. 1, pp. 127–129.

**Chupakhin, V.M.**, Labeling results of pink salmon near Fr. Iturup in 1969 and 1971, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1973, vol. 91, pp. 68–71.

**Chuchukalo, V.I.**, *Pitanie i pishchevye otnosheniya nektona i nektobentosa v dal'nevostochnykh moryakh* (Diet and Feeding Interactions among Nekton and Nektobenthos in the Far Eastern Seas), Vladivostok: TINRO-tsentr, 2006.

**Shvetsov, F.G.**, Tagging results for a two-line flounder on the west coast of Paramushir Island, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1974, vol. 93, pp. 117–119.

**Shuntov, V.P.**, *Morskiye ptitsy i biologicheskaya struktura okeana* (Seabirds and the biological structure of the ocean), Vladivostok: Dalizdat, 1972.

**Yarmolyuk, V.A.**, Tuguro-Nemilensk interfluve, in *Voprosy geografii Dal'nego Vostoka*, Khabarovsk: Khabar. Knizhnoye Izd., 1957, pp. 92–101.

**Cooke, S.J., Midwood, J.D., Thiem, J.D., Klimley, P., Lucas, M.C., Thorstad, E.B., Eiler, J., Holbrook, C. and Ebner, B.C.**, Tracking animals in freshwater with electronic tags: past, present and future, *Animal Biotelemetry*, 2013, vol. 1, no. 5. doi 10.1186/2050-3385-1-5

**Heupel, M.R., Semmens, J.M., and Hobday, A.J.**, Automated acoustic tracking of aquatic animals: scales, design and deployment of listening station arrays, *Mar. Freshw. Res.*, 2006, vol. 57, pp. 1–13. doi 10.1071/MF05091

**Lucas, M.C. and Baras, E.**, Methods for studying spatial behavior of freshwater fishes in the natural environment, *Fish Fish.*, 2000, vol. 1, no. 4, pp. 283–316.

**Teo, S.L.H., Sandstrom, P.T., Chapman, E.D., Null, R.E., Brown, K., Klimley, A.P., and Block, B.A.**, Archival and acoustic tags reveal the post-spawning migrations, diving behavior, and thermal habitat of hatchery-origin Sacramento River steelhead kelts (*Oncorhynchus mykiss*), *Environ. Biol. Fish.*, 2013, vol. 96, pp. 175–187. doi 10.1007/s10641-011-9938-4

**Thorstad, E.B., Rikardsen, A.H., Alp, A., and Økland, F.**, The use of electronic tags in fish research — an overview of fish telemetry methods, *Turkish J. Fish. Aquat. Sci.*, 2013, vol. 13, pp. 881–896. doi 10.4194/1303-2712-v13\_5\_13

**Entsiklopediya Khabarovskogo kraja i Yevreyskoy avtonomnoy oblasti** (Encyclopedia of the Khabarovsk Territory and the Jewish Autonomous Region), Khabarovsk: Vostok-press, 1995.

Поступила в редакцию 25.05.2020 г.

После доработки 22.06.2020 г.

Принята к публикации 20.08.2020 г.