

**РАЗГРАНИЧЕНИЕ ПОПУЛЯЦИЙ НАВАГИ  
*ELEGINUS GRACILIS* (GADIDAE) ЗАЛ. ТЕРПЕНИЯ,  
ЮГО-ВОСТОКА И СЕВЕРО-ЗАПАДА О. САХАЛИН  
С ПОМОЩЬЮ БИОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОК**

© 2024 г. **Е.В. Фролов** (spin: 5874-9180),  
**С.В. Новокрещенных** (spin: 9381-1159), **А.В. Метленков**

Сахалинский филиал Всероссийского научно-исследовательского института  
рыбного хозяйства и океанографии (СахНИРО), Россия, Южно-Сахалинск, 693023  
E-mail: s.novokreshennyh@sakhniro.ru

Поступила в редакцию 8.06.2023 г.

Для дифференциации наваги Сахалина, могут быть использованы 3 вида паразитов: *Pyramiscerphalus phocarum* pl., *Nybelinia surmenicola* pl. и *Echinorhynchus gadi*. С практической точки зрения в качестве биологической метки для дифференциации наваги зал. Терпения, юго-востока Сахалина и северо-запада острова целесообразно использовать показатели заражённости *Nybelinia surmenicola* pl. Для определения места вылова наваги (применимо только для районов северо-запада, юго-востока Сахалина и зал. Терпения) необходимо исследовать не менее 100 экз. рыб.

**Ключевые слова:** навага дальневосточная *Eleginus gracilis*, биологические метки, индекс обилия, экстенсивность инвазии, зал. Терпения, юго-восток острова, северо-запад Сахалина.

**ВВЕДЕНИЕ**

Использование паразитов в качестве биологических меток впервые предпринято В. Херрингтоном (Herrington, 1939). Автор использовал для выделения популяций окуней р. *Sebastes* специфичную копеподу – *Sphyrion lumpi*. Попытка в дальнейшем была признана неудачной по причине проблем систематики – на момент исследований три близкородственных вида морских окуней р. *Sebastes*, симпатрически распределяющихся в районе исследований, были объединены под именем *S. marinus* (Бакай, 2021). В развитии теории о паразитах-индикаторах принимали участие как отечественные (Мамаев и др., 1959; Ахмеров, 1963; Коновалов, 1967), так и зарубежные исследователи (Gibson, 1972; Moser, 1991; Mosquera et al, 2003; Mattiucci 2006; Reed et al., 2012). В работе К. Маккензи (Mackenzie et al., 2014) приводится список требований к паразиту, который может быть использован в каче-

стве биологической метки для разграничения локальных стад рыб.

Теория успешно применяется на практике (Бакай, 2021; Poblete et al., 2022).

Актуальность исследований продиктована регулярными обращениями контролирующих органов с просьбой определить место реального вылова наваги, изъятый из продажи.

С.Н. Сафроновым (1986) на основании анализа многолетнего материала на Сахалине выделено 4 популяции наваги: Татарского пролива, зал. Терпения, северо-восточного Сахалина, Сахалинского залива. Несмотря на проделанную работу, определение места вылова наваги ихтиологическими методами, подразумевает морфометрический анализ, что занимает значительное время. В настоящее время основные районы промысла наваги на Сахалине сосредоточены в зал. Терпения, на юго-востоке острова (близ с. Стародубское), и на северо-западе (близ с. Трамбаус)

*Цель работы* – оценить возможность использования гельминтов в качестве биологических меток для разграничения наваги зал. Терпения (включая нагульную навагу юго-восточного Сахалина) и наваги северо-западного побережья острова.

*Задачи:*

Выделить гельминтов, соответствующих требованиям к биологическим меткам.

Оценить возможность использования паразитов для разграничения наваги зал. Терпения, юго-восточного Сахалина и наваги северо-западного побережья острова.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В работе использованы материалы, собранные сотрудниками сектора прибрежных и пресноводных рыб Сахалинского филиала ФГБНУ «ВНИРО», а также сотрудниками лаборатории микробиологии, паразитологии и генетики этой же организации в зимний период (январь-февраль) с 2018 по 2023 гг. Для определения локализации паразитов использованы, в том числе, материалы, собранные лабораторией болезней рыб с 1989 по 2016 гг. Объём выборки, составил 3760 экз. наваги. Паразитологические вскрытия выполнены по стандартной методике (Быховская-Павловская, 1985).

Всего за период исследований с 2018 по 2023 гг. не полному паразитологическому вскрытию было подвергнуто 650 экз. наваги, из них с осмотром органов желудочно-кишечного тракта вскрыто 400 экз. (табл. 1). Рыба вылавливалась на прибрежных участках северо-западного (с. Трамбаус) и юго-восточного побережий (п. Стародубское) Сахалина и в зал. Терпения (рис. 1). Выборки наваги с юго-восточного побережья и с зал. Терпения были объединены, так как согласно работе С.Н. Сафронова (1986), они относятся к единой популяции зал. Терпения.

В работе использован непараметрический критерий Манна-Уитни, рассчитанный по формуле:

$$U = n_1 \times n_2 + \frac{n_x \times (n_x + 1)}{2} - T_x$$

где  $n_1$  – количество элементов в первой выборке,  $n_2$  – количество элементов во второй выборке,  $T_x$  – большая из двух ранговых сумм,  $n_x$  – количество элементов в выборках. В качестве характеристики заражённости использованы экстенсивность (Э, %) (процент заражённых рыб); амплитуда интенсивности (АИ) (минимальное и максимальное число паразитов в одной рыбе) и индекс обилия (И.О.), рассчитанный по формуле  $И.О. = n/N$ , где  $n$  – число обнаруженных гельминтов,  $N$  – число вскрытых рыб. В работе использовано следующее сокращение: pl. – Pleroceroïd (личинка цестод).

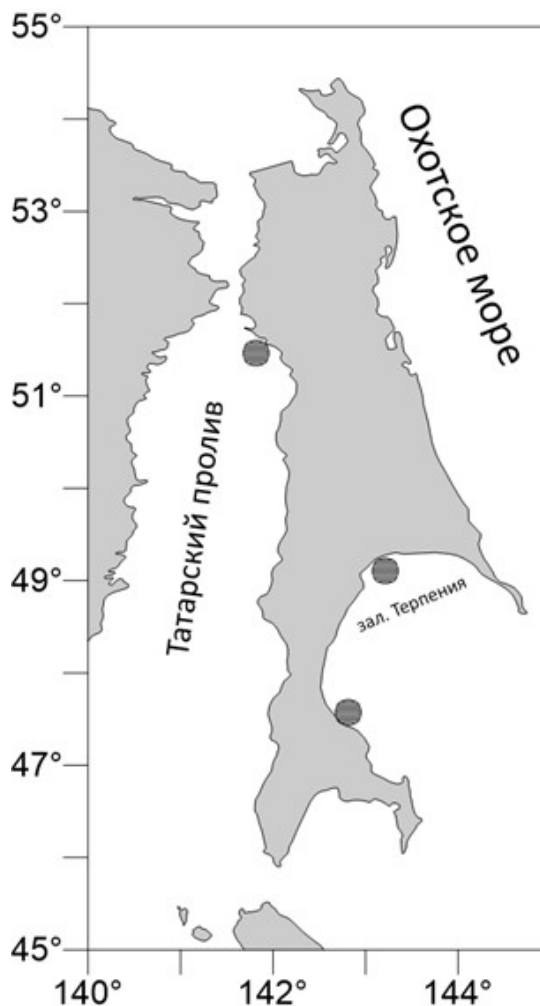


Рис. 1. Районы сбора материала по наваге с 2018 по 2023 гг.

Таблица 1. Объём паразитологических исследований наваги Сахалина

Год исследований	Район исследований					
	зал. Терпения, юго-восточное побережье			северо-западное побережье		
	Кол-во исслед. рыб, экз.	Масса тела, г	Длина АВ, см	Кол-во исслед. рыб, экз.	Масса тела, г	Длина АВ, см
2018	100/100*	$\frac{21,5-298}{70}$	$\frac{14,3-31}{20,4}$	50/50	$\frac{21,5-113,5}{57,2}$	$\frac{18,9-24}{18,9}$
2019	50/50	$\frac{50-225}{113,2}$	$\frac{19,9-31,3}{24,5}$	50/50	$\frac{82-340}{162}$	$\frac{22,5-35,9}{27,7}$
2020	50/25	$\frac{75-450}{158}$	$\frac{22,4-32,7}{26,6}$	50/25	$\frac{65-460}{148,5}$	$\frac{21,5-36}{26,9}$
2021	**	**	**	100/50	$\frac{93-355}{180,7}$	$\frac{24,6-36}{29,2}$
2022	100/25	$\frac{60,9-236}{109,4}$	$\frac{20,5-28,5}{20,4}$	**	**	**
2023	**	**	**	100/25	$\frac{55-270}{110,2}$	$\frac{21,2-35}{25,1}$

Примечание: \* – мышцы, полость/органы ЖКТ; \*\* – вскрытие не проводилось.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Требованиям, предъявляемым К. Маккензи (Mackenzie et al., 2014) к биологическим меткам, соответствуют три вида паразитов наваги Сахалина: *Pyramicocephalus phocarum* pl. (Fabricius, 1780) Monticelli, 1890; *Nybelinia surmenicola* pl. Okada in Dollfus, 1929 и *Echinorhynchus gadi* Zoega in Müller, 1776. Для сравнения заражённости наваги северо-западного и юго-восточного Сахалина необходимо ответить на ряд вопросов. Есть ли различия в заражённости самок и самцов, какова межгодовая динамика численности паразитов, а так же выяснить зависимость заражённости паразитами от линейных размеров рыб. Результаты исследования позволяют утверждать, что заражённость между самцами и самками наваги не имеет существенных различий (табл. 2). Дальнейший анализ заражённости проводится нами без половой дифференциации рыб.

Анализ межгодовой динамики численности свидетельствует о сложности практического использования в качестве био-

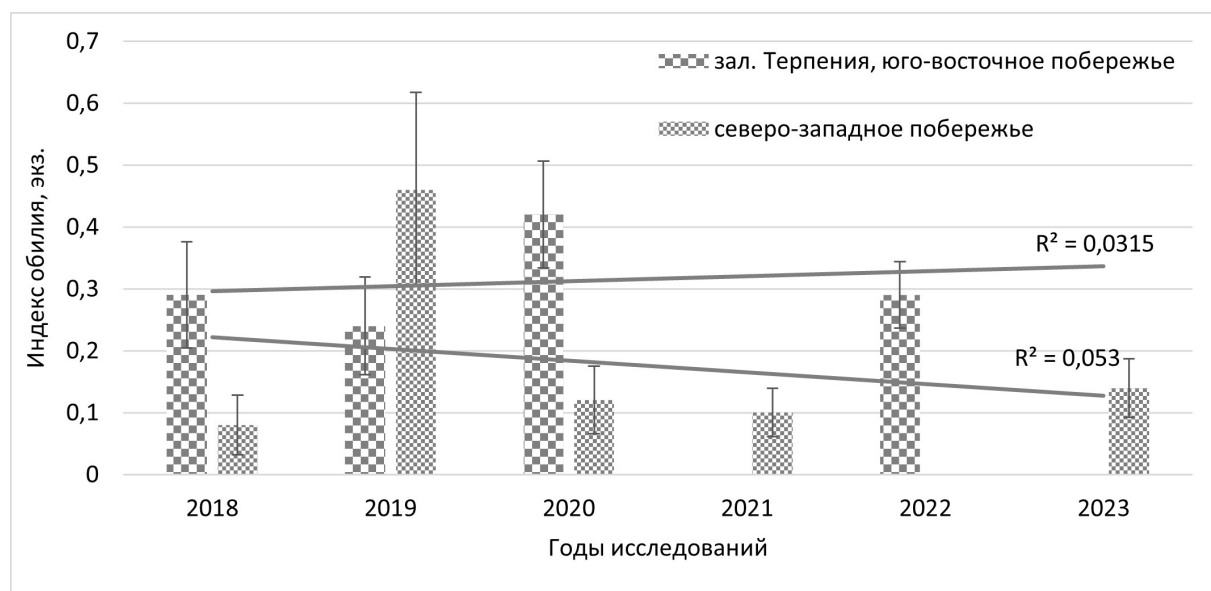
логических меток таких паразитов как *Pyramicocephalus phocarum* pl. и *Echinorhynchus gadi*. Заражённость этими паразитами хотя и была различной, но в 2019 и в 2020 гг. имела разнонаправленный характер (рис. 2, 3).

Корреляции между заражённостью и размерами наваги, отмеченные ранее (Стексова, Белоносова, 1999; Вялова, Виноградов, 2003) нами не зарегистрированы (рис. 4, 5), что позволяет провести сравнение среднемноголетних значений заражённости наваги, не дифференцируя рыб на размерные или возрастные группы.

Заражённость наваги паразитами северо-запада и зал. Терпения включая юго-восток достоверно различна (табл. 3). Но, несмотря на значимые достоверные различия ( $p=0,05$ ), использование в качестве биологических меток таких паразитов как *Pyramicocephalus phocarum* pl. и *Echinorhynchus gadi* на практике затруднено в силу необходимости полноценного полного вскрытия и статистического сравнения с имеющимися рядами данных.

**Таблица 2.** Заражённость наваги зал. Терпения, юго-восточного и северо-западного Сахалина (2018–2023 гг.)

Вид гельминта/район исследований	зал. Терпения, юго-восточное побережье					
	Самки			Самцы		
	Кол-во	И.О.	Ошибка	Кол-во	И.О.	Ошибка
<i>Pyramicocephalus phocarum</i> pl.	121	0,26	0,06	179	0,33	0,05
<i>Nybelinia surmenicola</i> pl.	121	0,01	0,01	179	0	0
<i>Echinorhynchus gadi</i>	70	4,51	0,92	130	4,45	0,62
Вид гельминта/район исследований	северо-западное побережье					
	Самки			Самцы		
	Кол-во	И.О.	Ошибка	Кол-во	И.О.	Ошибка
<i>Pyramicocephalus phocarum</i> pl.	100	0,08	0,03	250	0,20	0,04
<i>Nybelinia surmenicola</i> pl.	86	0,86	0,20	214	1,14	0,14
<i>Echinorhynchus gadi</i>	46	7,30	1,12	154	9,46	0,90



**Рис. 2.** Межгодовая динамика численности *Pyramicocephalus phocarum* pl.

Анализируя таблицы 2, 3 и рисунки 2–6, можно утверждать, что только цестоды *Nybelinia surmenicola* pl. могут быть использованы в качестве биологических меток для дифференциации наваги северо-запада и зал. Терпения (включая юго-восток Сахалина) в практическом аспекте. Заражённость наваги

сравниваемых локальных стад отличается существенно (табл. 4).

У наваги зал. Терпения и юго-востока из 300 экз. рыб только в одной отмечен экземпляр *Nybelinia surmenicola* pl. У наваги северо-запада, паразит встречался регулярно, а индекс обилия варьировался от 0,34 до 1,52.

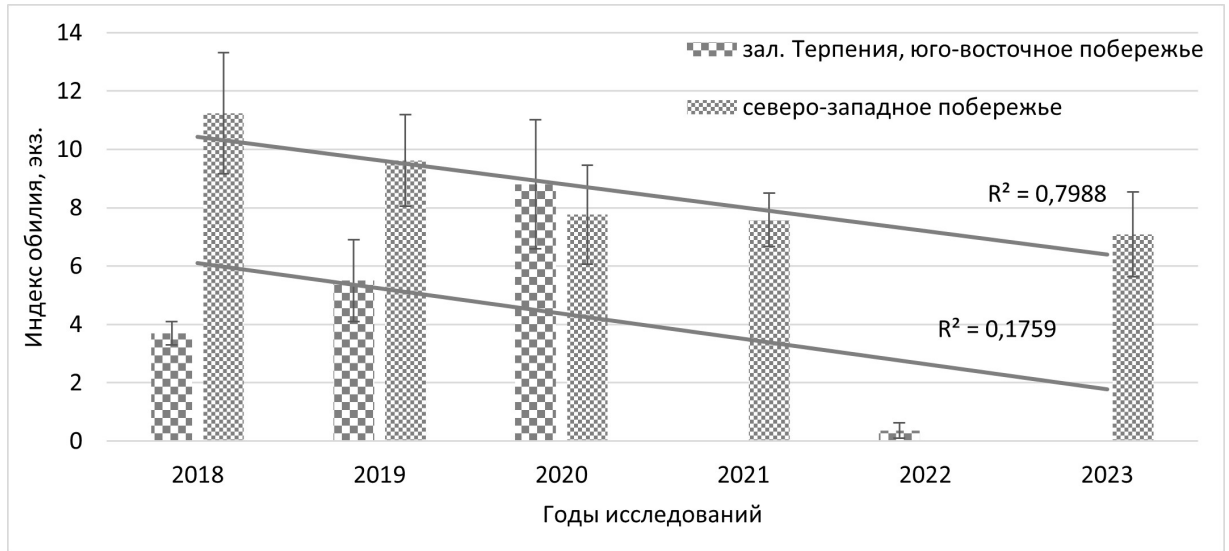


Рис. 3. Межгодовая динамика численности *Echinorhynchus gadi*.

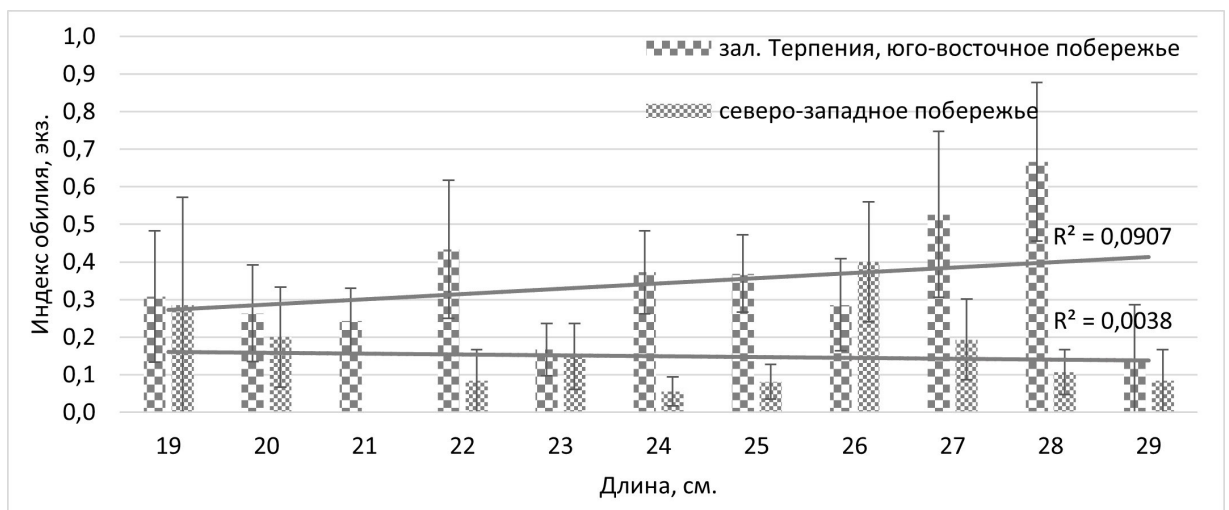


Рис. 4. Заражённость (И.О.) разновозрастной наваги *Pyramicosephalus phocarum* pl.

Таким образом, цестода *Nybelinia surmenicola* pl. может быть использована в качестве биологической метки для дифференциации наваги Сахалина (рис. 7). Кроме того, идентификация паразита на уровне рода не затруднительна, в той связи, что локализуется *Nybelinia surmenicola* pl. преимущественно в стенках желудка наваги (рис. 8) в отличие от, например, *Pyramicosephalus phocarum* pl.

Таким образом, для определения места вылова наваги (применимо только для районов се-

веро-запада, юго-востока Сахалина и зал. Терпения) необходимо исследовать не менее 100 экз. рыб (рис. 9). При вскрытии рыбы, фиксировать наличие или отсутствие белых цист в стенках желудка рыбы, а так, же их количество.

Далее, подсчитать экстенсивность инвазии и индекс обилия. Если экстенсивность инвазии будет лежать в диапазоне от 20 до 100%, а индекс обилия будет составлять более чем 0,3 то можно с уверенностью утверждать, что рыба выловлена на северо-западе Сахалина.

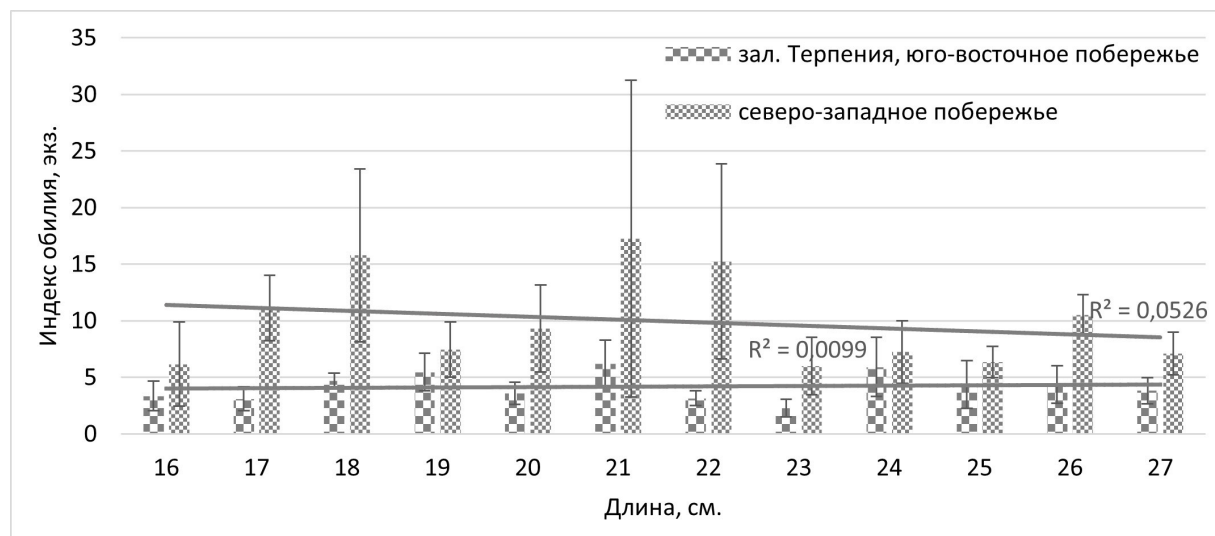


Рис. 5. Заражённость (И.О.) разноразмерной наваги *Echinorhynchus gadi*.

Таблица 3. Заражённость наваги зал. Терпения, юго-восточного и северо-западного Сахалина *Pyramicocephalus phocarum* pl. и *Echinorhynchus gadi* (2018–2023 гг.)

Район исследований	<i>Pyramicocephalus phocarum</i> pl.			<i>Echinorhynchus gadi</i>		
	И.О.	Ошибка	p	И.О.	Ошибка	p
зал. Терпения, юго-восточное побережье	0,30	0,04	0,05	4,36	0,51	0,05
северо-западное побережье	0,16	0,03		8,96	0,74	

Таблица 4. Заражённость наваги зал. Терпения, юго-восточного и северо-западного Сахалина *Nybelinia surmenicola* pl. (2018–2023 гг.)

Год	зал. Терпения, юго-восточное побережье				северо-западное побережье			
	Э, %	И.О.	Ошибка	АИ, экз	Э, %	И.О.	Ошибка	АИ, экз
2018	1	0,01	0,01	1	32	0,84	0,22	1–7
2019	0	0	0	0	54	1,52	0,34	1–11
2020	0	0	0	0	20	0,34	0,12	1–4
2021	–	–	–	–	62	1,42	0,31	1–11
2022	0	0	0	0	–	–	–	–
2023	–	–	–	–	35	1,11	0,22	1–12

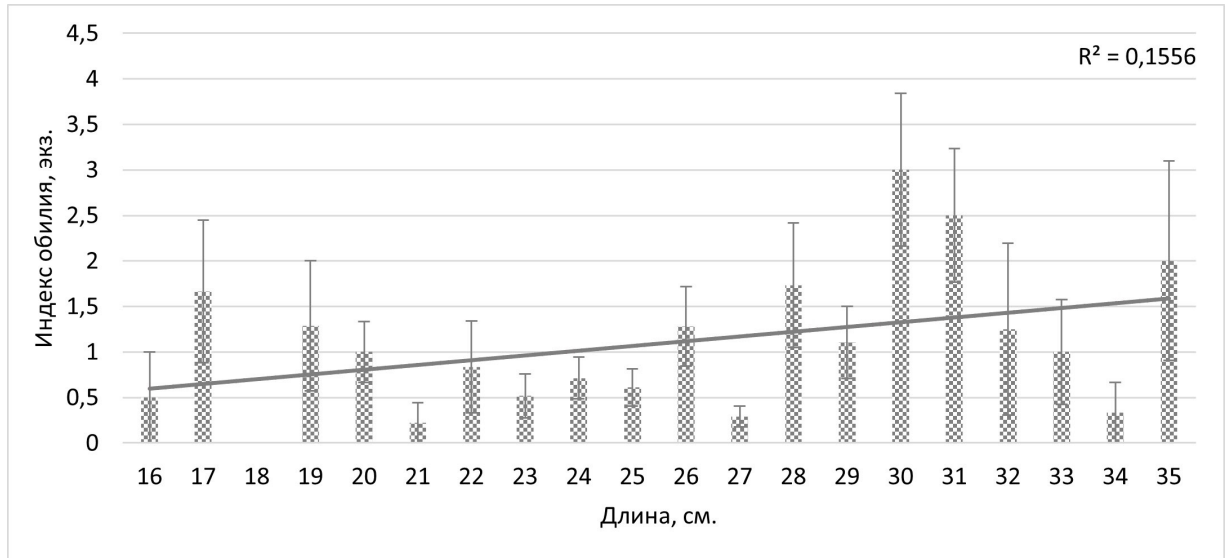


Рис. 6. Заражённость (И.О.) разновозрастной наваги *Nybelinia surmenicola* pl. выловленной на северо-западном побережье.

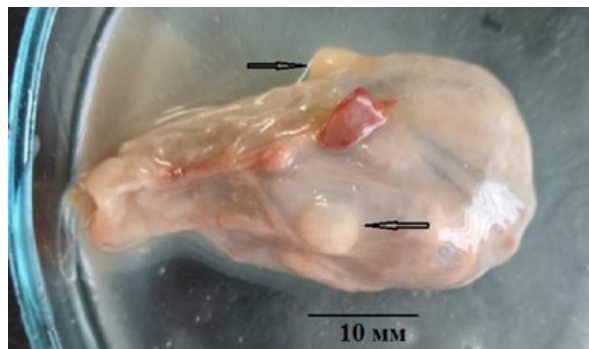


Рис. 7. Цестоды *Nybelinia surmenicola* pl. (указаны стрелками) в стенках желудка наваги.

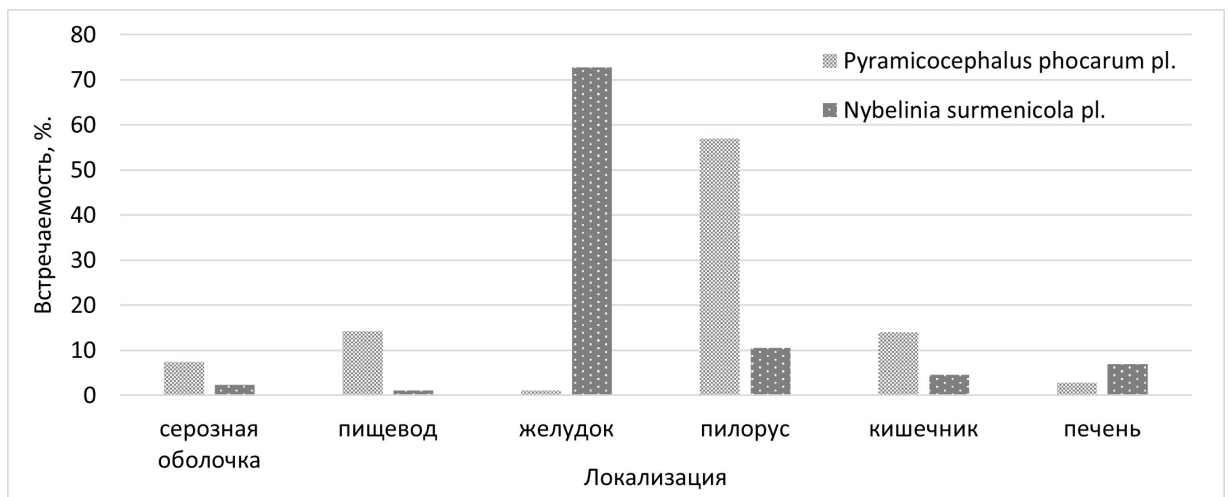


Рис. 8. Локализация *Nybelinia surmenicola* pl. и *Pyramicocephalus phocarum* pl. (n рыб =3760).

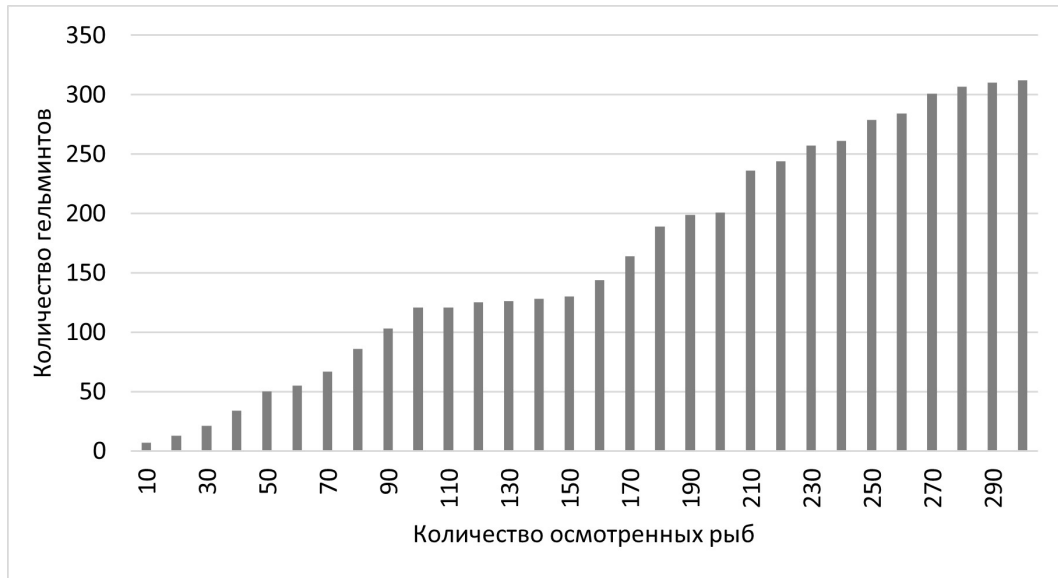


Рис. 9. Кривая накопления цестод *Nybelinia surmenicola* pl. в стенках желудка наваги.

## ВЫВОДЫ

Для дифференциации наваги Сахалина, могут быть использованы три вида паразитов: *Pyramicocephalus phocarum* pl., *Nybelinia surmenicola* pl. и *Echinorhynchus gadi*. В качестве биологической метки для дифференциации наваги зал. Терпения, юго-востока Сахалина и северо-запада острова целесообразно использовать показатели заражённости (И.О.) и (Э, %) *Nybelinia surmenicola* pl.

### Благодарности

Авторы выражают благодарности за вылов, доставку и выполнение биологических анализов наваги В.А. Сафроненко и А.П. Прохорову.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Ахмеров А.Х. Гельминты как биологический индикатор локальных стад амурских проходных лососей (*Oncorhynchus*) // Вопр. ихтиологии. 1963. Т. 3. С. 536–555.

Бакай А.И. Сообщества паразитов как индикаторы экологии, внутривидовой и надвидовой структуры морских окуней рода *Sebastes* (Scorpaeniformes: Sebastidae) Атлантического и

Северного Ледовитого океанов: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Москва: ВНИРО, 2021. 48 с.

Быховская-Павловская И.Е. Паразиты рыб. Руководство по изучению. М.: Наука, 1985. 121 с.

Вялова Г.П., Виноградов С.А. Фауна паразитов и динамика их численности у наваги *Eleginus gracilis* Tilesius (Gadidae) в промысловых районах Сахалина // Тр. СахНИРО. 2003. Т. 5. С. 243–250.

Коновалов С.М. Об использовании паразитологических данных для разграничения локальных стад дальневосточных лососей // Паразитолог. сб. ЗИН АН СССР. 1967. Т. 23. С. 236–249.

Мамаев Ю.Л., Парухин А.М., Баева О.М. и др. Гельминтофауна дальневосточных лососей в связи с вопросом о локальных стадах и путях миграции этих рыб. Владивосток: Примориздат, 1959. 74 с.

Сафронов С.Н. Экология дальневосточной наваги *Eleginus gracilis* Tilesius (Gadidae) шельфа Сахалина и Южных Курильских островов: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток, 1986. 23 с.

Стексова В.В., Белоносова Н.В. Особенности заражённости тихоокеанской наваги вос-



точного побережья Сахалина плероцеркоидами *Pyramicocephalus phocarum* // Рыбохоз. исслед. Мирового океана: Тр. междунар. науч. конф. (27–29 сент. 1999 г.). Владивосток, 1999. Ч. 1. С. 113–114.

*Gibson D.I.* Flounder Parasites as Biological Tags. // *Jo. of Fish Biology*, 1972. V. 4. № 1. P. 1–9.

*Herrington W.* Observations on the life history, occurrence and distribution of the redfish parasite *Sphyrion lumpi* // U. S. Dept. Comm. Bur. Fish. 1939. № 7855. P. 1–12.

*Mackenzie K., Abaunza P.* Parasites as Biological Tags. *Stock Identification Methods*. Amsterdam: Elsevier Academic Press, 2014. P. 185–203.

*Moser M.* Parasites as biological tags. // *Parasitology Today*. 1991. V. 7. № 7. P. 182–185.

*Mosquera J., Decastro M., Gómez-Gesteira M.* Parasites as Biological Tags of Fish Populations: Advantages and Limitations // *Theoretical Biology*. 2003. V. 8. № 1. P. 69–91.

*Mattiucci S.* Parasites as biological tags in population studies of demersal and pelagic fish species // *Parassitologia*. 2006. V. 48. P. 23–25.

*Poblete L.G., Saavedra J.C., Céspedes R. et al.* Parasites of *Merluccius australis* as biological tags to determine the hake ecological stocks in the Sea channels of Chilean Patagonia. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 2022. V. 278. P. 108–117.

*Reed C., Mackenzie K., van der Lingen C.D.* Parasites of South African sardines, *Sardinops sagax*, and an assessment of their potential as biological tags // *Bulletin-European Association of Fish Pathologists*. 2012. V. 32. № 2. P. 41–48.

POPULATION BIOLOGY

**DIFFERENTIATION POPULATIONS  
OF THE SAFFRON COD *ELEGINUS GRACILIS* (GADIDAE)  
OF THE CAPE TERPENIYA, SOUTH-EAST  
AND NORTH-WEST OF SAKHALIN ISLAND  
USING BIOLOGICAL TAGS**

© 2024 y. E.V. Frolov, S.V. Novokreschennykh, A.V. Metlenkov

*Sakhalin branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries  
and Oceanography, Russia, Yuzhno-Sakhalinsk, 693023*

To differentiate Sakhalin saffron cod, 3 types of parasites can be used: *Pyramicocephalus phocarum* pl., *Nybelinia surmenicola* pl. and *Echinorhynchus gadi*. From a practical point of view, as a biological label for the differentiation of the navaga hall. It is advisable to use indicators of infection with *Nybelinia surmenicola* l in the south-east of Sakhalin and the north-west of the island. To determine the location of the catch of the navaga (applicable only for the areas of the north-west, south-east of Sakhalin and zal. Patience) it is necessary to examine at least 100 specimens of fish.

*Keywords:* Far eastern saffron cod *Eleginus gracilis*, biological tags, abundance index, extent of invasion, Patience Bay, southeast of the island, northwest of Sakhalin