

ПРОМРЫБОЛОВСТВО

УДК 639.2.081.4:598.2(265.5)

Ю.Б. Артюхин¹, А.В. Винников², Д.А. Терентьев³, О.И. Ильин^{3*}¹ Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН, 683028, г. Петропавловск-Камчатский, просп. Рыбаков, 19а;² Чукотский филиал Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра, 689000, г. Анадырь, ул. Отке, 56;³ Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, 683000, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Набережная, 18СТРИМЕРНЫЕ ЛИНИИ — ЭФФЕКТИВНОЕ СРЕДСТВО
ОТПУГИВАНИЯ МОРСКИХ ПТИЦ НА ДОННОМ ЯРУСНОМ
ПРОМЫСЛЕ

Приводятся результаты исследований, выполненных с целью сокращения прилова морских птиц и повышения рентабельности ярусного промысла. Наблюдения проводились в 2004–2008 гг. в 9 рейсах на среднетоннажных судах преимущественно на промысле тихоокеанской трески в прикамчатских водах. Статистический анализ полученных данных выполнен на основе построения моделей множественной линейной регрессии. Определены основные факторы, влияющие на моделируемые показатели — частоту атак птиц на крючки с наживой и удельный улов рыб. Показано, как в зависимости от применения средств отпугивания изменяются поведение и прилов птиц, количественный и качественный состав уловов рыб. Полученные результаты свидетельствуют о высокой эффективности парных стримерных линий. Предлагается широкое внедрение их в практику при добыче донными ярусами рыбных ресурсов дальневосточных морей.

Ключевые слова: донный ярусный промысел, прилов морских птиц, стримерные линии, дальневосточный рыбохозяйственный бассейн России.

Artukhin Yu.B., Vinnikov A.V., Terentiev D.A., Il'in O.I. Streamer lines — effective seabird scarer for demersal longline fishery // *Izv. TINRO*. — 2013. — Vol. 175. — P. 277–290.

Methods for reducing incidental bycatch of seabirds and increasing of the longline fishery profitability were tested in 9 cruises of medium-tonnage fishing-boats conducted in 2004–2008, mainly for pacific cod fishing at Kamchatka. Seabird behavior was observed during 411 longline settings and their bycatch was calculated for 395 retrievals of longlines (2.7 mln hooks). The experimental data are analyzed by a linear regressive model and the main factors affecting on frequency of seabird attacks on baited hooks, the bird bycatch, and

* Артюхин Юрий Борисович, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией, e-mail: artukhin@mail.kamchatka.ru; Винников Андрей Владимирович, кандидат биологических наук, директор, e-mail: kamchatka62@mail.ru; Терентьев Дмитрий Анатольевич, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, e-mail: terentiev.d.a@kamniro.ru; Ильин Олег Игоревич, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник, e-mail: ilin@kamniro-avacha.kamchatka.ru.

Artukhin Yury B., Ph.D., head of laboratory, e-mail: artukhin@mail.kamchatka.ru; Vinnikov Andrey V., Ph.D., director, e-mail: kamchatka62@mail.ru; Terentiev Dmitry A., Ph.D., leading researcher, e-mail: terentiev.d.a@kamniro.ru; Il'in Oleg I., Ph.D., researcher, e-mail: ilin@kamniro-avacha.kamchatka.ru.

the catch of fish are defined. The streamer lines are the strongest factor influencing on the seabird behavior. When the pair streamer was applied, frequency of northern fulmar attacks became in 5 times lower (on average 1.2 attack/minute vs 6.0 attack/minute without scarer), and frequency of gull attacks was in almost 9 times lower (1.2 and 10.4 attacks per minute, respectively). As the result, mortality of fulmars declined from 0.046 to 0.005 birds per 1000 hooks and mortality of gulls — from 0.030 to 0.004 birds per 1000 hooks. The total catch of fish in cases of longline setting with the streamer lines was in 4–12 % higher, and the catch of pacific cod was in 0.5–14.0 % higher. The birdscarer had no effect on species composition of the catches. Wide application of streamer lines for demersal longline fishery in the Far-Eastern Seas of Russia is recommended.

Key words: demersal longline fishery, seabird bycatch, streamer line, Far-Eastern Seas of Russia.

Введение

В 2003 г. авторами были начаты научно-практические исследования, направленные на сокращение прилова морских птиц на донном ярусном промысле в дальневосточном рыбохозяйственном бассейне (Винников, Терентьев, 2003; Артюхин и др., 2004; Vinnikov et al., 2004). Данная проблема имеет два основных аспекта: природоохранный (гибель птиц в прилове на ярус может негативно отразиться на состоянии их популяций) и экономический (срывая наживу с крючков, птицы снижают рентабельность ярусного промысла). Первые результаты проведенных экспериментальных работ (Артюхин и др., 2006; Artukhin et al., 2006) показали, что для решения этой проблемы перспективно применение специальных средств отпугивания птиц — стримерных линий (стримеров). Чтобы получить весомые доказательства эффективности использования стримеров, в последующие годы тестирование этих приспособлений продолжили, расширив сбор параметров промысловых условий, включив географию, сезонность, типы судов-ярусоловов и др.

Цель данной работы — представить результаты статистического анализа собранного материала.

Материалы и методы

Тестирование стримерных линий проводили в 2004–2008 гг. на промысловых судах в 9 рейсах, охвативших период с февраля по декабрь. Наблюдения выполняли 8 предварительно подготовленных специалистов. В основном это были сотрудники КамчатНИРО, ТИНРО-центра и МагаданНИРО, выходявшие в море по программам научно-исследовательских работ и рейсовым заданиям институтов. Наблюдения и сбор материала проводили на среднетоннажных судах-ярусоловах различных типов: СТР, СРТМ-К и ЯМС-1440, осуществлявших преимущественно промысел тихоокеанской трески *Gadus macrocephalus* в западной части Берингова моря (Карагинская подзона и Западно-Берингоморская зона), у тихоокеанского побережья Камчатки и северных Курильских островов (Петропавловско-Командорская подзона и Северо-Курильская зона), в восточной части Охотского моря (Камчатско-Курильская и Западно-Камчатская подзоны).

Во всех рейсах тестировали стримерные линии одной и той же конструкции, разработанной американскими специалистами (Melvin et al., 2001): фал длиной 100 м с парными ответвлениями из ярко-красных эластичных пластиковых трубок, закрепленными через каждые 5 м. Согласно плану исследований, в течение светлого времени одних промысловых суток наблюдатели старались проконтролировать постановку двух ярусных порядков — без средств отпугивания птиц и со стримерами (одиночной или парными линиями), а затем во время выборки просчитать на этих ярусах улов гидробионтов и прилов птиц. При контролируемых постановках регистрировали погодные условия, проводили подсчеты численности птиц и частоты их атак на крючки с наживой. Подробные описания конструкции протестированных стримерных линий, способов их крепления на судах разного типа и протокола наблюдений при постановках и выборках ярусных порядков изложены нами ранее (Артюхин и др., 2006).

Всего за время экспериментальных работ наблюдения за поведением птиц проведены при 411 ярусопостановках, из них 197 — без средств отпугивания птиц, 155 — с одиночной стримерной линией, 59 — с парными стримерными линиями. Уловы рыб и прилов птиц просчитаны при выборке 395 ярусов (2,7 млн крючков), из них 220 — без средств отпугивания, 134 — с одним стримером, 41 — с двумя стримерами.

При статистическом анализе собранного материала использована модель множественной линейной регрессии с полным набором факторов (без учета взаимодействия между ними) с целью определить влияние каждого из факторов в отдельности и совокупное их воздействие на моделируемые показатели — частоту атак птиц на крючки с наживой (модель поведения) и улов гидробионтов (модель промысла). Прилов птиц был эпизодическим явлением и имел большой разброс значений, поэтому в модели поведения моделируемым показателем избрана не смертность птиц на промысле, а частота их нападений на наживленные крючки при постановке ярусных порядков. Оправданность такого подхода при анализе экспериментальных данных продемонстрирована и в других работах по тестированию средств отпугивания птиц (Dietrich et al., 2008; Yokota et al., 2008).

Набор факторов, использованных в обеих моделях, представлен в табл. 1. Среди них — переменные, принимающие количественные значения в некотором интервале, и переменные, имеющие не менее двух качественных уровней. Переменная “тест” принимает значения 0, 1 или 2, что означает отсутствие либо использование при постановке одной или двух стримерных линий. Значимость включения в модель факторов и уравнения множественной регрессии в целом оценивали с помощью F-критерия (Фишер, 1958). Включение фактора в модель считали статистически оправданным при $p < 0,05$ (уровень значимости $\alpha = 0,05$). Расчеты выполнены с помощью пакета “Statistica 5.5” (статистический модуль “GLM”).

Таблица 1

Факторы, включенные в модель множественной линейной регрессии

Table 1

Variables included in the multiple linear regression model

Переменная	Тип
Тест	Качественная
Дата постановки	Непрерывная
Время суток постановки	«
Месяц	Качественная
Географическая широта	Непрерывная
Географическая долгота	«
Рыбопромысловая зона/подзона	Качественная
Глубина моря, м	Непрерывная
Волнение моря, баллы	«
Сила ветра, м/с	«
Температура воздуха, °C	«
Атмосферное давление, мм рт. ст.	«
Атмосферные осадки (есть/нет)	Качественная
Облачность, баллы	Непрерывная
Видимость, км*	«
Тип судна**	Качественная
Наблюдатель*	«
Сброс отходов (есть/нет)*	«

* Включены только в модель поведения птиц.

** Включены только в модель промысла.

Результаты и их обсуждение

Численность у судна и прилов птиц

При всех экспериментальных промысловых операциях около судна присутствовали морские птицы разных видов. По результатам учетов численности ($n = 411$), во время постановки ярусов в секторе с радиусом 100 м позади кормы судна их насчитывали от 3 до 601, в среднем 183 ± 7 (здесь и далее $\pm SE$) особей. Это составляло в среднем примерно четвертую часть от общего числа птиц, державшихся вокруг судна.

Среди птиц, нападавших при ярусопостановках на наживленные крючки, преобладали глупыш *Fulmarus glacialis* и крупные белоголовые чайки рода *Larus*. Именно эти птицы всегда формировали основу кормовых скоплений около судов, и только они встречались в районах промысла в любое время года. Закономерно, что эти виды доминировали и среди птиц, попавшихся на крючки проконтролированных ярусных порядков (табл. 2). Незначительная доля тонкоклювого буревестника *Puffinus tenuirostris* (4,4 %) среди погибших птиц обусловлена сезонным характером его пребывания в дальневосточных морях (Шунтов, 1998); во время проведения наблюдений этих птиц регистрировали у судна только при 97 из 411 ярусопостановок. В целом погибшие птицы были отмечены при выборке 27,3 % проконтролированных ярусов ($n = 395$).

Таблица 2

Видовой состав и количество морских птиц, погибших на ярусах, постановка которых осуществлялась без средств отпугивания птиц и с применением стримерных линий, особи

Table 2

Species composition of seabirds caught by longlines with and without streamer lines, ind.

Вид	Без стримеров	1 стример	2 стримера	Всего
Глупыш <i>Fulmarus glacialis</i>	215	16	3	234
Тонкоклювый буревестник <i>Puffinus tenuirostris</i>	14	2	0	16
Восточносибирская чайка <i>Larus vegae</i>	4	2	0	6
Тихоокеанская чайка <i>L. schistisagus</i>	53	14	1	68
Серокрылая чайка <i>L. glaucescens</i>	3	0	0	3
Бургомистр <i>L. hyperboreus</i>	12	0	0	12
Чайка неопред. <i>Larus</i> sp.	9	2	0	11
Моевка <i>Rissa tridactyla</i>	10	1	0	11
Всего	320	37	4	361

Влияние различных факторов на поведение птиц

Птицы, которые привлекаются промысловыми судами, по характеру распределения в море и кормодобывающему поведению имеют видоспецифические особенности. В связи с этим моделировалась частота атак не только для всех видов в совокупности, но и в отдельности для самых массовых птиц — глупыша и чаек *Larus* spp. Вследствие сравнительной редкости и сезонной периодичности появления у судов буревестников и соответственно меньшего объема собранного материала мы не рассматриваем эту группу отдельно.

Результаты множественного регрессионного анализа (табл. 3) показывают, что такие параметры, как глубина моря, атмосферные осадки, облачность, видимость и сброс отходов, не являлись статистически значимыми факторами, объясняющими частоту нападений птиц на крючки с наживой при ярусопостановках. Что касается остальных факторов, то некоторые из них могут оказывать существенное влияние на поведение одних птиц и не быть статистически значимыми для других.

Модель поведения глупыша объясняет 68,9 % общей дисперсии интенсивности атак птиц этого вида. Статистически оправданным является включение в модель линейной множественной регрессии следующих показателей: тест, дата и время постановки контрольного яруса, температура воздуха, наблюдатель (человеческий фактор), месяц, волнение моря и атмосферное давление. Увеличение показателей температуры, балльности волнения моря и даты контрольной ярусопостановки в среднем приводило к

Statistical significance of variables in the model of seabird behavior

Фактор	Глупыш ($R^2 = 0,689$, $p = 0,000$, $n = 201$)		Чайки ($R^2 = 0,598$, $p = 0,000$, $n = 201$)		Все птицы ($R^2 = 0,759$, $p = 0,000$, $n = 201$)	
	Доля дисперсии, %	p-уровень	Доля дисперсии, %	p-уровень	Доля дисперсии, %	p-уровень
Тест	29,06	0,000	15,53	0,000	32,21	0,000
Дата постановки	9,61	0,000	2,92	0,000	8,77	0,000
Время суток	3,69	0,000	1,82	0,005	0,01	0,783
Месяц	4,77	0,000	0,42	0,765	1,36	0,045
Широта	0,60	0,066	3,62	0,000	3,24	0,000
Долгота	0,69	0,049	0,05	0,643	0,05	0,540
Зона/подзона	1,16	0,090	6,11	0,000	3,31	0,000
Глубина моря	0,31	0,190	0,00	0,905	0,13	0,336
Волнение моря	2,74	0,000	16,36	0,000	14,55	0,000
Сила ветра	0,13	0,389	2,02	0,003	1,42	0,001
Температура	7,52	0,000	0,37	0,204	1,30	0,002
Давление	2,63	0,000	1,05	0,034	2,62	0,000
Осадки	0,36	0,158	0,01	0,825	0,06	0,506
Облачность	0,57	0,075	0,14	0,427	0,47	0,066
Видимость	0,00	0,894	0,19	0,362	0,08	0,433
Наблюдатель	5,05	0,000	9,05	0,000	6,25	0,000
Сброс отходов	0,06	0,556	0,09	0,531	0,12	0,348

Примечание. Здесь и в табл. 4 выделены статистически значимые факторы.

росту, а повышение значений давления и времени постановки — к снижению частоты атак глупышей на крючки с наживой.

Модель поведения чаек объясняет 59,8 % дисперсии фактической частоты атак этих птиц на наживленные крючки при постановке контрольных ярусов. Основными статистически значимыми показателями являлись состояние моря, тест, наблюдатель, район промысла, географическая широта, дата промоперации, сила ветра и время суток постановки. Когда волнение моря усиливалось, учащались в среднем и нападения чаек, так как при увеличении качки и крена судна погружение хребтины происходит неравномерно, что делает наживленные крючки более доступными для птиц, чем при штиле. Интенсивность атак также положительно коррелировала с географической широтой и временем контрольной ярусопостановки. Увеличение показателя силы ветра и даты приводило в среднем к уменьшению частоты атак чаек.

Влияние факторов природной среды на поведение птиц, вытекающее из результатов анализа, вполне закономерно, так как географические и сезонные особенности распределения птиц в море обусловлены динамикой океанологической и гидробиологической обстановки (Шунтов, 1972, 1998). Так же значительно и разносторонне воздействие климатических и погодных условий на биологию и поведение морских птиц (Schreiber, 2002). Тем не менее в наших исследованиях самое мощное влияние на интенсивность атак птиц оказал собственно сам тестируемый фактор — наличие или отсутствие средств отпугивания птиц во время постановки яруса (табл. 3).

Стримерные линии значительно уменьшали не только интенсивность нападений птиц, но и их относительную смертность. Мы применяли апостериорный тест Бонферрони (многократный t-тест с α -коррекцией; Holm, 1979) множественного сравнения средних, для того чтобы рассмотреть частоту атак, относительную смертность и численность птиц при постановках ярусом с использованием одной или двух стримерных линий и без средств отпугивания (рис. 1).

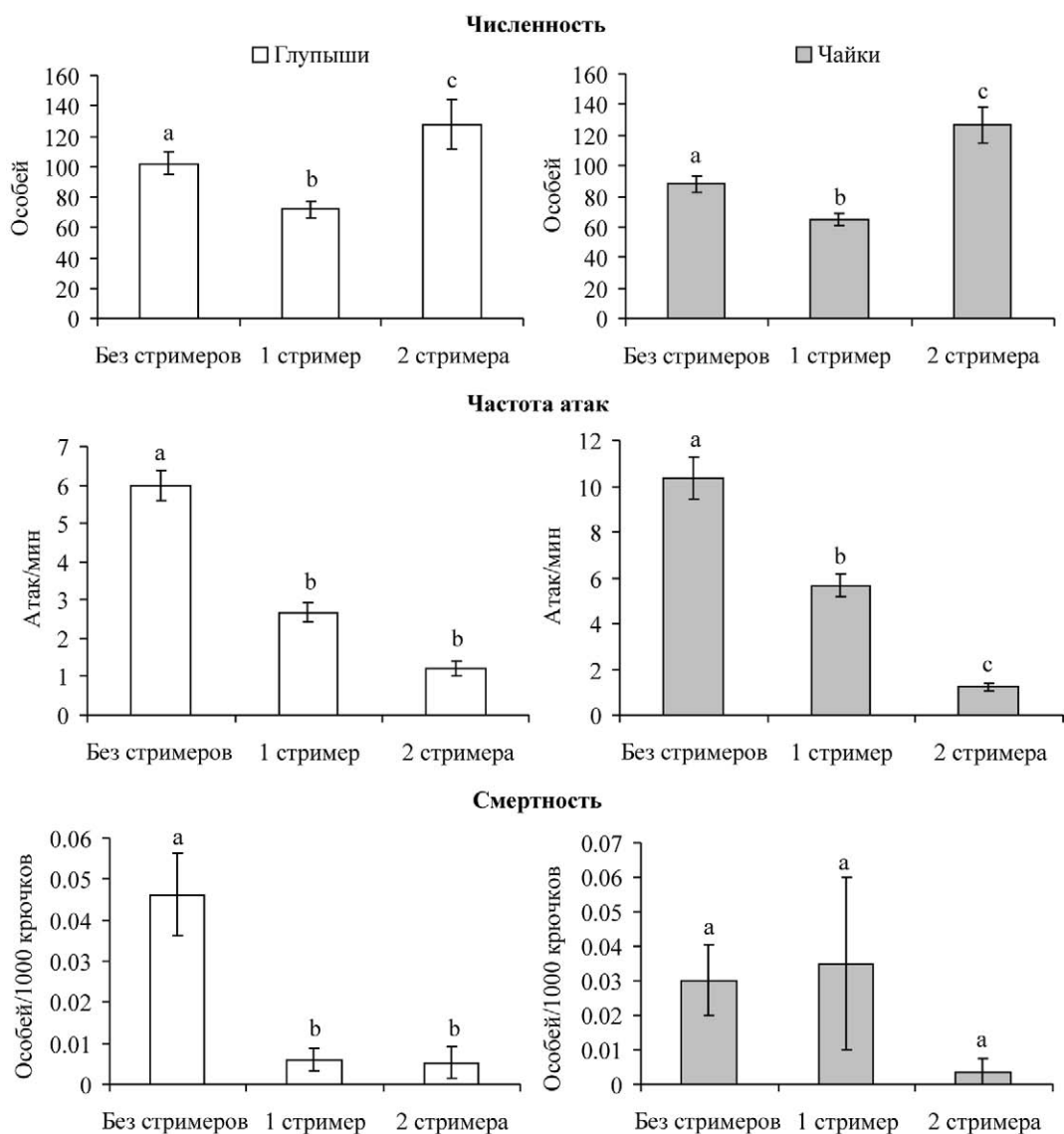


Рис. 1. Средние значения (\pm SE) численности у судна, частоты атак и смертности глупышей и чаек при постановках ярусов без средств отпугивания птиц и с применением стримерных линий. Буквы над столбиками показывают статистическую значимость различий между сравниваемыми средними величинами (одинаковые буквы означают отсутствие достоверных различий)

Fig. 1. Abundance of seabirds within 100-meter distance from the vessel, frequency of seabird attacks to the longline, and bycatch of seabirds by the longline (means \pm SE) for the longlines with and without streamers. Letters above bars indicate statistical significance of the differences between mean values

Парные стримеры, закрепленные по бокам выставяемого порядка, практически исключали гибель птиц: за все время экспериментальных работ при выборке 41 порядка на крючках были обнаружены только 4 особи (см. табл. 2). Заметим, что, по наблюдениям в охотоморских водах, частота атак птиц на наживу положительно зависит от численности птиц, концентрирующихся за кормой во время постановки яруса (Артюхин и др., 2008). При тестировании парных линий численность глупыша и чаек была достоверно выше, чем при остальных ярусопостановках. Тем не менее у глупыша частота атак оказалась на 79,9 % ниже, чем при постановках без средств отпугивания (соответственно $1,2 \pm 0,2$ и $6,0 \pm 0,4$ атаки в минуту), а у чаек — на 88,3 % (соответственно $1,2 \pm 0,2$ и $10,4 \pm 0,9$ атаки в минуту). При этом смертность глупыша

сократилась на 88,5 % (с $0,046 \pm 0,010$ до $0,005 \pm 0,004$ особи/1000 крючков), а чаек — на 87,8 % (с $0,030 \pm 0,010$ до $0,004 \pm 0,004$ особи/1000 крючков). За исключением прилова чаек эти различия статистически значимы.

Применение одиночной стримерной линии при ярусопостановках оказало существенное влияние на поведение только глупышей, частота атак которых в результате этого статистически достоверно уменьшилась в среднем на 55,3 % (до $2,7 \pm 0,3$ атаки в минуту), а прилов — на 87,1 % (до $0,006 \pm 0,003$ особи/1000 крючков). У чаек одиночные линии ограничи́ли интенсивность нападений на наживу на 45,5 % (до $5,7 \pm 0,5$ атаки в минуту) и не оказали никакого положительного воздействия на уровень смертности (рис. 1). Эти наблюдения подтверждают наши предварительные выводы о сравнительно низкой эффективности одиночных стримеров против чаек (Артюхин и др., 2006). Как было показано и другими исследователями (Melvin et al., 2001; Løkkeborg, 2003), одиночные линии способны демонстрировать неплохие результаты в отношении глупыша, для которого характерен планирующий прямолинейный полет, но, как следует из наших наблюдений, они не так действенны в отношении более маневренных чаек.

Использование стримерных линий не только значительно снижало интенсивность нападений птиц на наживленные крючки, но и влияло на характер распределения их атак по дистанции от кормы судна (рис. 2). Средства отпугивания вынуждали птиц совершать броски на наживу заметно дальше от кормы судна. Применение апостериорного теста Бонферрони показало, что для глупыша и чаек в диапазоне 10–50 м от кормы

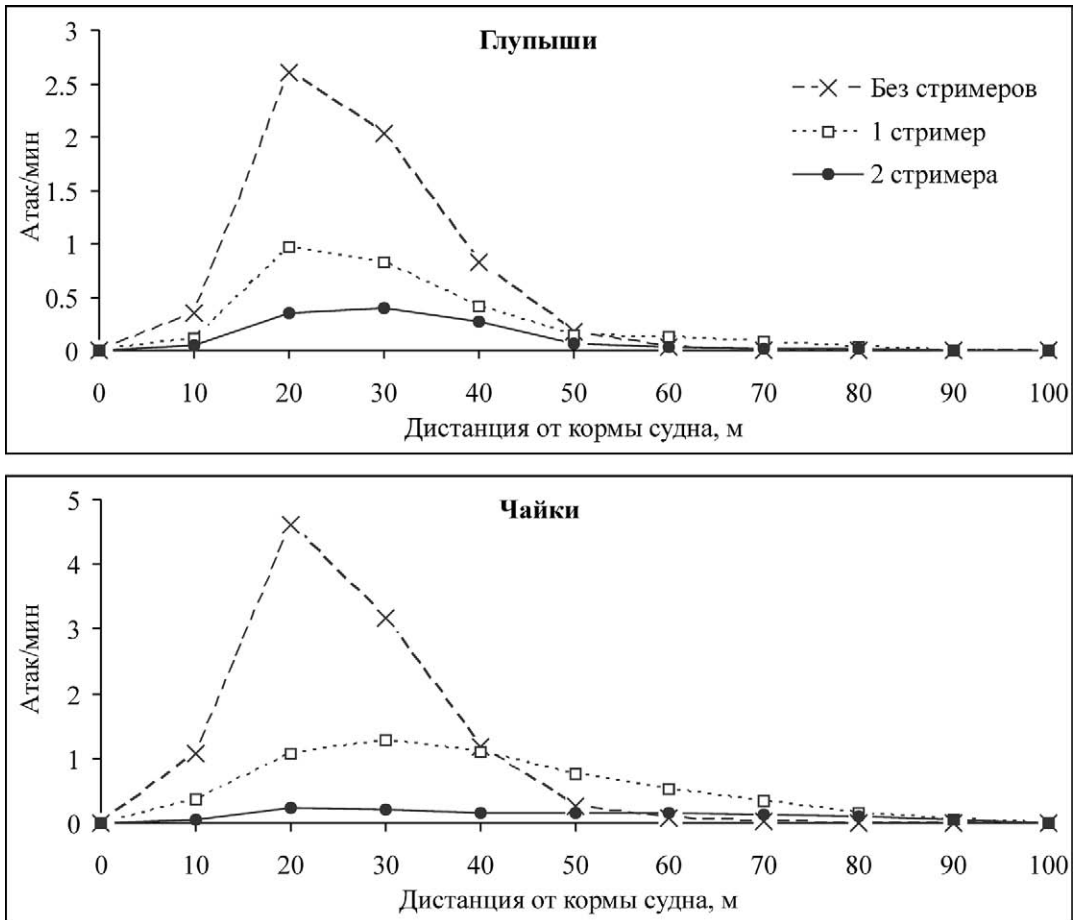


Рис. 2. Распределение частоты атак глупышей и чаек на крючки с наживой по дистанции от кормы судна при постановках ярусов без средств отпугивания птиц и с применением стримерных линий

Fig. 2. Frequency of fulmar and gull attacks to the longline in dependence on distance from the vessel for the longline settings with and without streamers

судна различие средней частоты атак при постановках ярусов с применением одной, двух стримерных линий и без средств отпугивания было статистически значимым. В этом еще одно преимущество стримеров — чем дальше от кормы судна птицы ищут добычу, тем меньше у них шансов добраться до наживы, ушедшей на глубину.

Влияние факторов на улов гидробионтов

В модели промысла зависимой переменной является удельный улов гидробионтов (шт./1000 крючков). Основным объектом лова при проведении наблюдений была тихоокеанская треска, всех остальных рыб, в том числе палтусов различных видов, здесь мы относим к прилову. Были построены модели множественной линейной регрессии как для трески, так и для прилова (табл. 4).

Статистическая значимость факторов в модели промысла

Таблица 4

Table 4

Statistical significance of variables in the model of fish catch

Фактор	Тихоокеанская треска ($R^2 = 0,691$, $p = 0,000$, $n = 298$)		Прилов других рыб ($R^2 = 0,613$, $p = 0,000$, $n = 298$)	
	Доля дисперсии, %	p-уровень	Доля дисперсии, %	p-уровень
Тест	0,29	0,278	0,62	0,117
Дата постановки	1,86	0,000	9,65	0,000
Время суток	4,70	0,000	0,03	0,670
Месяц	10,96	0,000	3,19	0,001
Широта	14,14	0,000	0,02	0,683
Долгота	0,05	0,517	6,36	0,000
Зона/подзона	3,45	0,000	6,05	0,000
Глубина моря	7,08	0,000	31,25	0,000
Волнение моря	1,04	0,003	0,81	0,018
Сила ветра	0,02	0,716	0,03	0,675
Температура	16,92	0,000	1,20	0,004
Давление	3,03	0,000	0,07	0,499
Осадки	0,04	0,578	0,23	0,209
Облачность	0,10	0,359	0,82	0,017
Тип судна	5,39	0,000	0,93	0,039

Как видно из данных табл. 4, сила ветра, атмосферные осадки и средства отпугивания птиц не являлись статистически значимыми факторами, объясняющими размеры уловов на проконтролированных ярусах.

Модель промысла трески объясняет 69,1 % фактической дисперсии уловов рыб этого вида во время экспериментальных работ. Основными статистически значимыми факторами для уловов трески были температура воздуха, географическая широта, месяц, глубина, тип судна, время суток, промысловый район, атмосферное давление и дата ярусопостановки. Повышение температуры в среднем приводило к росту уловов основного промыслового объекта. Увеличение значений факторов глубины, широты, давления, даты и времени сопровождалось снижением уловов трески.

На распределение, миграции и поведение трески значительное воздействие оказывают различные абиотические факторы, в первую очередь характеристики состояния морских вод. Главную роль играет придонная температура воды, от которой зависит также постоянность реакции вида на некоторые другие абиотические факторы, определяющие тип обмена, условия размножения и развития молоди. В то же время молодь трески, будучи более эвритермой, обитает на меньших глубинах в течение всего года, тогда как крупные рыбы предпочитают большие глубины. Определенный биологический ритм трески: осенне-зимняя зимовальная миграция из районов летнего обитания в пределах мелководья в районы больших глубин верхней части континентального склона и обратная весенняя кормовая миграция — обеспечивает максимальные предельные размеры рыб в популяциях, самый высокий темп роста и упитанность,

наиболее высокую численность. Достаточно плотные нагульные скопления треска образует главным образом на относительно широких шельфах заливов, где круговые потоки и богатый биогенами гидрохимический фон способствуют формированию участков с повышенной продуктивностью (Моисеев, 1953, 1960; Вершинин, 1984, 1987; Борец, 1997; Винников, 2008). Для трески установлена также связь удельной величины уловов с лунным циклом (Терентьев, 1999).

По мнению некоторых исследователей, технические характеристики яруса (длина поводцов, расстояние между ними, общая длина порядка, размеры крючков, видимость элементов яруса в воде, тип наживы, доля наживляемых крючков) также определяют эффективность лова трески, опосредованно влияя на удельную величину уловов (Мельников, 1979; Кокорин, 1994; Винников, Терентьев, 2004).

За счет модели прилова можно объяснить 61,3 % дисперсии уловов остальных гидробионтов во время экспериментальных работ. Основными статистически значимыми факторами для этой модели были: глубина моря, дата, географическая долгота и месяц постановки яруса, район промысла и температура воздуха. Рост показателей глубины и долготы контрольной ярусопостановки в среднем приводил к увеличению прилова на проконтролированных ярусах.

Как видно из данных табл. 4, включение в модель промысла средств отпугивания птиц при постановке яруса не является статистически оправданным. Результативность лова в большей степени определяют тактика ведения промысла и природные факторы. В связи с высокой вариабельностью показателей уловов гидробионтов наши обобщенные данные, полученные в ходе 9 рейсов в разных промрайонах и в разные сезоны года, не дают реального представления о том, как применение стримеров отражается на величине и структуре уловов. Для этой цели были выбраны и проанализированы три серии наблюдений на промысле трески, в каждой из которых ярусопостановки, как со стримерами, так и без них, выполнялись в примерно одинаковых условиях без значительных изменений дислокации судна (табл. 5).

На промысле в Карагинской подзоне в феврале-марте 2008 г. в уловах было зарегистрировано 14 видов рыб. На ярусах, выставленных с парой стримерных линий, суммарные показатели уловов оказались выше, чем при контрольных постановках без средств отпугивания птиц. Уловы трески увеличились, но незначительно: рост произошел в большей степени за счет прилова рогатковых рыб — сем. Cottidae.

В Западно-Берингоморской зоне в июне-июле 2008 г. в уловах присутствовали 19 видов рыб. На ярусах, постановка которых осуществлялась с одной стримерной линией, уловы заметно увеличились, главным образом за счет основного промыслового объекта — трески.

При проведении работ в Камчатско-Курильской подзоне в апреле-мае 2008 г. было отмечено 30 видов рыб. На ярусах, выставленных с одиночным стримером, наблюдалось некоторое увеличение уловов трески и незначительное сокращение частоты прилова других рыб.

Таким образом, во всех трех сериях наблюдений если при постановке ярусов применялись стримерные линии, то удельные уловы рыб всех видов становились заметно выше — в среднем на 4,2–12,1 %, а уловы основного промыслового объекта — трески — увеличивались на 0,5–13,9 %. Такие результаты вполне закономерны и ожидаемы, так как стримеры существенно сокращают частоту атак птиц и тем самым сохраняют наживу на крючках. Однако в силу значительного разброса показателей уловов эти различия не являются статистически достоверными. Важно, что использование средств отпугивания птиц не приводит к принципиальным изменениям в качественной структуре уловов рыб (рис. 3).

Заключение

Анализ материалов, полученных в результате проведенных научно-практических исследований, показывает, что стримерные линии являются эффективным (особенно применение парных стримеров) фактором отпугивания птиц, нападающих на крючки с

Таблица 5

Средние уловы тихоокеанской трески и прилова рыб на ярусах, выставленных без средств отпугивания птиц и с применением стримерных линий, шт./1000 крючков

Table 5

Average catch of pacific cod and other fish species by longlines with and without streamers, ind. per 1000 hooks

Вид	Карагинская подзона				Западно-Беринговоморская зона				Камчатско-Курильская подзона			
	Без стримеров (n = 24)		2 стримера (n = 19)		Без стримеров (n = 34)		1 стример (n = 34)		Без стримеров (n = 26)		1 стример (n = 27)	
	X	SE	X	SE	X	SE	X	SE	X	SE	X	SE
Тихоокеанская треска <i>Gadus macrocephalus</i>	153,28	10,42	154,03	8,56	110,07	9,92	122,40	11,68	53,27	6,73	60,70	7,00
Короткоперая колоначая акула <i>Squalus asanithias</i>	0,01	0,01	—*	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Алеутский скат <i>Vathyraja aleutica</i>	4,84	2,81	4,45	2,69	—	—	—	—	+**	+	0,01	0,01
Пятнистый скат <i>Vathyraja maculata</i>	—	—	—	—	0,03	0,02	0,05	0,02	0,06	0,06	0,02	0,02
Скат Маубары <i>Vathyraja matsubarai</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	0,12	0,09	0,12	0,08
Щитоносный скат <i>Vathyraja parmyfera</i>	—	—	—	—	24,05	4,72	25,92	5,70	4,06	1,10	3,25	0,81
Бесшипный скат <i>Vathyraja violacea</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	2,92	0,82	2,85	1,02
Скаты неопред. <i>Vathyraja</i> sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	0,11	0,08	0,10	0,07
Малоглазый макрурус <i>Albatrossia pectoralis</i>	0,90	0,65	0,04	0,04	0,05	0,05	—	—	0,12	0,08	0,05	0,03
Черный макрурус <i>Coryphaenoides acrolepis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	—	—
Тихоокеанский минтай <i>Theragra chalcogramma</i>	5,05	0,97	4,04	0,99	20,29	3,17	19,13	2,45	27,25	2,49	27,48	1,92
Северный морской окунь <i>Sebastes borealis</i>	0,20	0,20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Длинноперый шипоцек <i>Sebastolobus macrochir</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	0,16	0,11	0,12	0,08
Утольная <i>Aporloroma fimbria</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	0,01	0,01	0,01	0,01
Зайцеголовый терпуг <i>Hexagrammos lagocephalus</i>	0,16	0,06	0,18	0,07	—	—	—	—	1,26	0,77	2,30	1,35
Широколобый шлемоносец <i>Gymnasanthus detritus</i>	—	—	—	—	0,04	0,02	0,09	0,05	—	—	+	+
Пестрый получешуйник <i>Hemilepidotus gilberti</i>	0,33	0,13	0,40	0,29	0,01	0,01	0,04	0,03	—	—	—	—
Белобрюхий получешуйник <i>Hemilepidotus jordani</i>	—	—	—	—	2,63	0,76	2,69	0,75	0,10	0,09	0,39	0,27
Многоиглый керчак <i>Muchosephalus polyacanthosephalus</i>	42,10	8,40	67,22	13,57	6,03	1,12	5,38	0,92	5,47	1,16	5,98	1,57
Бычок-ворон <i>Hemiripiterus villosus</i>	—	—	—	—	0,01	+	+	—	0,02	0,01	0,01	0,01
Щетиновый бычок <i>Dasycottus setiger</i>	—	—	—	—	+	+	0,01	0,01	0,11	0,04	0,05	0,02
Черноперый бычок <i>Malacosottus zonurus</i>	18,54	2,51	22,99	2,84	0,02	0,01	0,02	0,02	0,35	0,10	0,53	0,15
Широколобый карепрокт <i>Careproctus cypselurus</i>	—	—	—	—	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02
Шершавый карепрокт <i>Careproctus rastrius</i>	—	—	—	—	+	+	0,01	0,01	2,73	0,42	2,26	0,48
Слизнеголов Солдатова <i>Bothrocara soldatovi</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	0,01	0,01	—	—
Бурополосый ликод <i>Lycodes brunneofasciatus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	0,25	0,16	0,23	0,22
Сигматонидный ликод <i>Lycodes sigmaoides</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	0,58	0,21	0,70	0,24
Ликод Солдатова <i>Lycodes soldatovi</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	12,86	6,12	9,57	4,48

Алягский стрелозубый палтус <i>Atheresthes evermanni</i>	0,42	0,26	0,39	0,28	—	—	—	—	1,03	0,41	1,26	0,47
Стрелозубые палтусы неопред. <i>Atheresthes</i> sp.	—	—	—	—	5,84	1,96	3,51	1,50	—	—	—	—
Бородавчатая камбала <i>Clidoderma asperrimum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+
Палтусовидные камбалы неопред. <i>Hippoglossoides</i> sp.	0,01	0,01	—	—	1,22	0,58	2,83	1,75	0,71	0,26	0,90	0,37
Тихоокеанский белокрылый палтус <i>Hippoglossus stenolepis</i>	0,49	0,26	0,42	0,28	4,49	0,49	4,27	0,45	3,19	0,74	3,60	0,82
Северная двухлинейная камбала <i>Lepidopsetta polyxistra</i>	—	—	—	—	0,17	0,05	0,15	0,04	—	—	—	—
Черный палтус <i>Reinhardtius hippoglossoides</i>	0,03	0,02	0,06	0,05	5,80	1,25	6,92	1,48	4,69	1,36	4,10	1,32
Рыбы неопред.	0,37	0,20	0,04	0,02	—	—	—	—	—	—	—	—
Прилов рыб	73,45	16,49	100,23	21,12	70,69	14,22	71,04	15,19	68,19	16,71	65,91	15,84
Все рыбы	226,73	26,91	254,26	29,68	180,76	24,14	193,44	26,87	121,46	23,44	126,61	22,84

* В уловах отсутствуют.
** Менее 0,01 шт./1000 крючков.

наживой при постановке яруса. Эти приспособления в полной мере соответствуют требованиям, предъявляемым к подобным разработкам (Melvin, Robertson, 2000): они существенно снижают смертность птиц, но не оказывают негативного воздействия на улов основных объектов промысла, т.е. не снижают его и не изменяют видовую структуру уловов. Дополнительные аргументы в пользу стримеров — простота эксплуатации, малозатратность и легкость изготовления. Не случайно, что стримерные линии рекомендованы к использованию либо уже внедрены в повседневную практику рыбаков на ярусных промыслах в ряде районов Мирового океана (Melvin et al., 2001; Gilman et al., 2007; Løkkeborg, 2011). На донном ярусном промысле в северотихоокеанских водах парные стримерные линии в комбинации с ярусом, снаряженным на основе утяжеленной хребтины, практически полностью исключают доступ птиц к ярусу во время его постановки (Dietrich et al., 2008).

Учитывая результаты выполненных исследований и тенденции в современной мировой рыболовной практике, этот опыт необходимо широко использовать и при добыче водных биоресурсов ярусным флотом в дальневосточном рыбохозяйственный бассейне.

Средства сокращения прилова не только дают природоохранный эффект, способствуя сохранению популяций птиц, в том числе и редких видов альбатросов *Phoebastria* sp., но и предотвращают потери наживы, приводят к росту удельного веса уловов и тем самым повышают рентабельность промысла. Донный ярусный лов при этом становится более выгодным и сохраняет репутацию одного из самых экологически безопасных способов промышленного освоения рыбных ресурсов в дальневосточных морях России.

Исследования проводили при грантовой поддержке Всемирного фонда дикой природы (WWF). Авторы выражают признательность руководству и сотрудникам рыбодобывающих предприятий Камчатского, Приморского и Хабаровского краев: ООО "Камчатка-Восток", ООО "Тымлатский рыбокомбинат", ООО "Улуул", ЗАО "Дальрыбпром", ООО "Сигма Марин Технолоджи" — за предоставленную возможность проведения испытаний на их судах. Авторы благодарны сотрудникам рыбохозяйственных НИИ: С.Н. Баляеву, Д.В. Захарову, А.И. Каике, К.А. Карякину, Д.Ю. Макагонову, М.А. Очеретянному, А.И. Тестину и В.Н. Тупоногову за помощь в организации и в сборе материалов в море, а также Э. Мелвину (Университет штата Вашингтон, г. Сиэтл, США) за оказанные консультации. Ком-

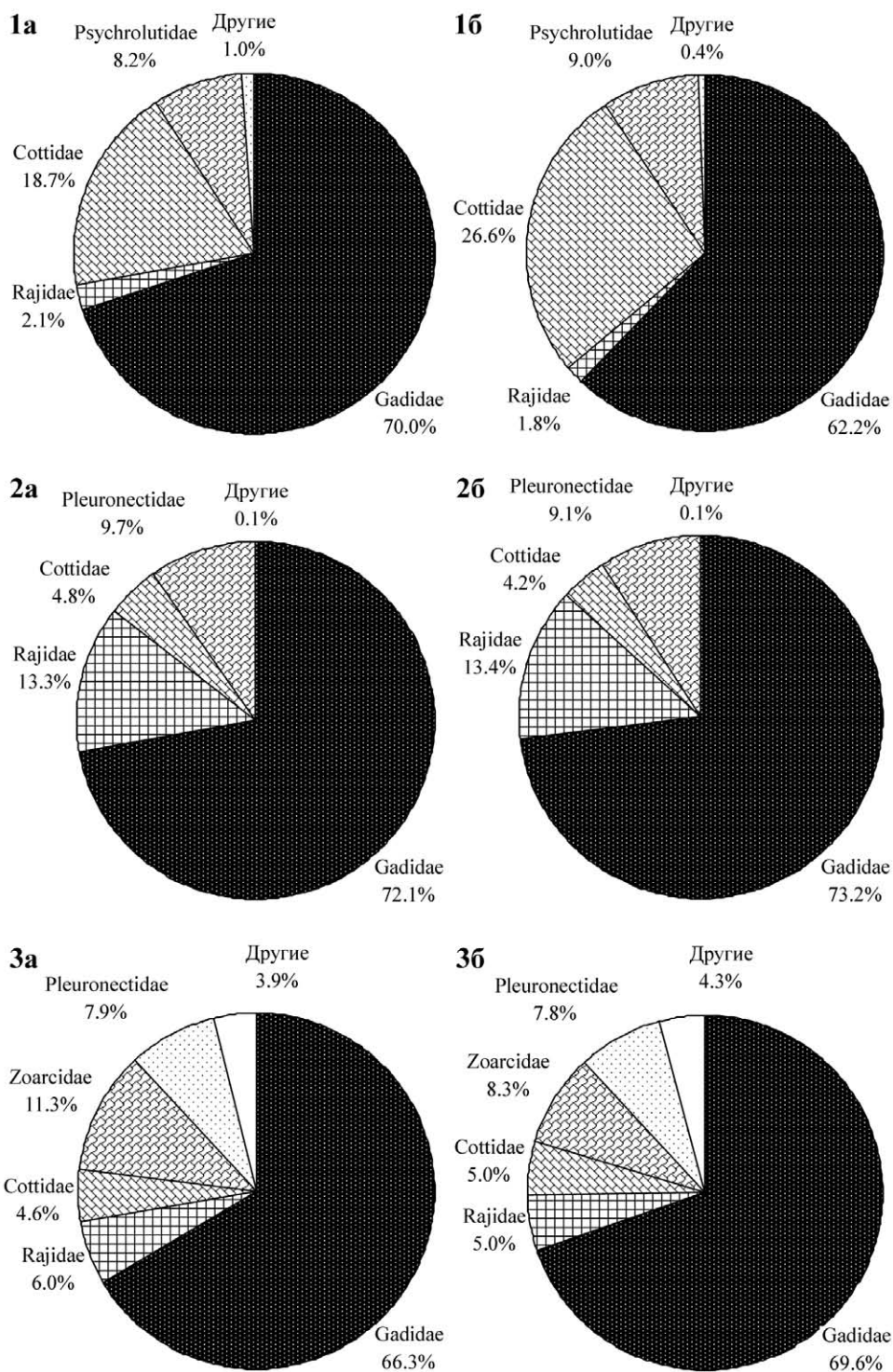


Рис. 3. Состав уловов на ярусах, постановка которых осуществлялась без средств отпугивания птиц и с применением стримерных линий, % по количеству рыб: **1** — Карагинская подзона (**а** — без стримеров, **б** — 2 стримера); **2** — Западно-Беринговоморская зона (**а** — без стримеров, **б** — 1 стример); **3** — Камчатско-Курильская подзона (**а** — без стримеров, **б** — 1 стример)

Fig. 3. Species composition of fish caught by longlines with and without streamers, % of total catch number, by biostatistical areas: **1** — Karaginsky (**а** — without streamer, **б** — with pair streamer); **2** — Zapadno-Beringovomorsky (**а** — without streamer, **б** — with single streamer); **3** — Kamchatsko-Kuril'sky (**а** — without streamer, **б** — with single streamer)

плекты стримерных линий для тестирования были получены благодаря поддержке Национальной службы рыб и диких животных США (U.S. Fish and Wildlife Service).

Список литературы

Артюхин Ю.Б., Винников А.В., Терентьев Д.А. Испытания хребтины, утяжеленной свинцовым сердечником, на ярусном промысле в прикамчатских водах // Изв. ТИНРО. — 2008. — Т. 154. — С. 276–294.

Артюхин Ю.Б., Винников А.В., Терентьев Д.А. Морские птицы и донное ярусное рыболовство в Камчатском регионе : монография. — М. : Всемирный фонд дикой природы (WWF) России, 2006. — 56 с.

Артюхин Ю.Б., Винников А.В., Терентьев Д.А. Морские птицы и ярусное рыболовство в западной части Берингова моря и тихоокеанских водах Камчатки // Биология и охрана птиц Камчатки. — М. : Изд-во ЦОДП, 2004. — Вып. 6. — С. 56–78.

Борец Л.А. Донные ихтиоцены российского шельфа дальневосточных морей: состав, структура, элементы функционирования и промысловое значение : монография. — Владивосток : ТИНРО-центр, 1997. — 217 с.

Вершинин В.Г. Биология и промысел трески северо-западной части Тихого океана : автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1984. — 21 с.

Вершинин В.Г. О биологии и современном состоянии запасов трески северной части Берингова моря // Биологические ресурсы Арктики и Антарктики. — М. : Наука, 1987. — С. 207–224.

Винников А.В. Тихоокеанская треска западной Камчатки: биология, динамика численности, промысел : автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Владивосток : ИБМ ДВО РАН, 2008. — 23 с.

Винников А.В., Терентьев Д.А. История, современное состояние и тенденции развития донного ярусного лова в прикамчатских водах (восточная часть Охотского моря) в связи с состоянием основного объекта промысла // Экономические, социальные, правовые и экологические проблемы Охотского моря и пути их решения : мат-лы регион. науч.- практ. конф. — Петропавловск-Камчатский : КамчатГТУ, 2004. — С. 59–71.

Винников А.В., Терентьев Д.А. Предварительные материалы по учету морских птиц в прилове на донном ярусном промысле в прикамчатских водах // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей : мат-лы 4-й науч. конф. — Петропавловск-Камчатский : КамчатНИРО, 2003. — С. 157–158.

Кокорин Н.В. Лов рыбы ярусами : монография. — М. : ВНИРО, 1994. — 421 с.

Мельников В.Н. Биотехническое обоснование показателей орудий и способов промышленного рыболовства : монография. — М. : Пищ. пром-сть, 1979. — 376 с.

Моисеев П.А. О поведении тихоокеанской трески в различных зоогеографических районах // Зоол. журн. — 1960. — Т. 39. — С. 558–562.

Моисеев П.А. Треска и камбалы дальневосточных морей // Изв. ТИНРО. — 1953. — Т. 40. — С. 59–72.

Терентьев Д.А. Ритмика изменений величины уловов некоторых объектов донного ярусного промысла в зависимости от лунного цикла // Изв. ТИНРО. — 1999. — Т. 126. — С. 196–201.

Фишер Р.А. Статистические методы для исследователей : монография. — М. : Госстатиздат, 1958. — 268 с. (Пер. с англ.)

Шунтов В.П. Морские птицы и биологическая структура океана : монография. — Владивосток : Дальневост. книжн. изд-во, 1972. — 378 с.

Шунтов В.П. Птицы дальневосточных морей России : монография. — Владивосток : ТИНРО-центр, 1998. — Т. 1. — 423 с.

Artukhin Yu.B., Terentiev D.A., Vinnikov A.V. Testing the effectiveness of streamer lines and integrated weight groundline for reduction of seabird bycatch in demersal long-line fishing in the waters adjacent to Kamchatka, Russia // 33rd Annual Pacific Seabird Group Meeting : program and abstracts. — Girdwood, 2006. — P. 40–41.

Dietrich K.S., Melvin E.F., Conquesr L. Integrated weight longlines with paired streamer lines — best practice to prevent seabird bycatch in demersal longline fisheries // Biol. Cons. — 2008. — Vol. 141. — P. 1793–1805.

Gilman E., Moth-Poulsen T., Bianchi G. Review of measures taken by intergovernmental organizations to address sea turtle and seabird interactions in marine capture fisheries : FAO Fisheries Circular. — Rome : FAO, 2007. — № 1025. — 42 p.

Holm S. A simple sequentially rejective multiple test procedure // Scand. J. Stat. — 1979. — Vol. 6. — P. 65–70.

Løkkeborg S. Best practices to mitigate seabird bycatch in longline, trawl and gillnet fisheries — efficiency and practical applicability // *Mar. Ecol. Prog. Ser.* — 2011. — Vol. 435. — P. 285–303.

Løkkeborg S. Review and evaluation of three mitigation measures — bird scaring line, underwater setting and line shooter — to reduce seabird bycatch in the north Atlantic longline fishery // *Fish. Res.* — 2003. — Vol. 60. — P. 11–16.

Melvin E.F., Parrish J.K., Dietrich K.S., Hamel O.S. Solutions to seabird bycatch in Alaska's demersal longline fisheries. — Seattle : Washington Sea Grant Program, 2001. — 53 p.

Melvin E.F., Robertson G.R. Seabird mitigation research in longline fisheries: status and priorities for future research and actions // *Mar. Ornithol.* — 2000. — Vol. 28. — P. 179–182.

Schreiber E.A. Climate and weather effects on seabirds // *Biology of marine birds.* — Boca Raton, Florida : CRC Press, 2002. — P. 179–215.

Vinnikov A.V., Terentiev D.A., Artukhin Yu.B. Interactions between bottom long-line fishery and seabirds in the western Bering Sea and Pacific waters of Kamchatka // 13th Annual North Pacific Marine Science Organization (PICES) Meeting : program, abstracts. — Honolulu, 2004. — P. 211.

Yokota K., Minami H., Kiyota M. Direct comparison of seabird avoidance effect between two types of tori-lines in experimental longline operations : Report to the Scientific Committee Fourth Regular Session, Western and Central Pacific Fisheries Commission, WCPFC-SC4-2008/EB-WP-7. — Port Moresby, Papua New Guinea, 2008. — 10 p.

Поступила в редакцию 13.05.13 г.