



Совершенствование промысла тихоокеанского кальмара (*Todarodes pacificus*) с использованием источников света

DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-150-156 EDN uousia

Баринов Василий Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Промышленное рыболовство», Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, @ barinov.vv@dgtru.ru, Владивосток, Россия;

Научная статья
УДК 639.2

Осипов Евгений Валерьевич – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Промышленное рыболовство», Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, @ oev@mail.ru, Владивосток, Россия;

Иванко Нина Сергеевна – старший преподаватель кафедры «Промышленное рыболовство», Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, @ ivns@mail.ru, Владивосток, Россия;

Грибов Александр Евгеньевич – ведущий специалист ОСГДРиО, ЦКП «Приморский океанариум», ННЦМБ ДВО РАН, @ gribov_ael@primosean.ru, Владивосток, Россия;

Комков Алексей Сергеевич – аспирант кафедры «Промышленное рыболовство», Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, @ kolchin6439@gmail.com, Владивосток, Россия

Адреса:

1. ФГБОУ ВО Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет – 690087, Приморский край, г. Владивосток, ул. Луговая, д. 52
2. ЦКП «Приморский океанариум», ННЦМБ ДВО РАН – 690922, Приморский край г. Владивосток, остров Русский, улица Академика Касьянова, 25

Аннотация.

В работе выявлены факторы, не позволившие практически реализовать эффективный отечественный промысел тихоокеанского кальмара на свет, выработана концепция, позволяющая разрешить задачи этого промысла, с учетом опережения уровня развития современного рыболовства. Выработана концепция совершенствования промысла кальмара на основе работ авторов моделей и предложен новый подход к конструкции светодиодных ламп с выбором диодов (495 нм длиной волны), позволяющих сохранять эффективность добычи на обычных судах как на специализированных кальмароловных, а также регулировать глубину проникновения света при сохранности зоны привлечения кальмара.

Ключевые слова:

тихоокеанский кальмар, свет, концепция управления, светодиодная лампа

Для цитирования:

Баринов В.В., Осипов Е.В., Иванко Н.С., Грибов А.С., Комков А.С. Совершенствование промысла тихоокеанского кальмара (*Todarodes pacificus*) с использованием источников света // Рыбное хозяйство. 2023. № 6. С. 150-156. 10.37663/0131-6184-2023-6-150-156 EDN uousia

IMPROVING THE FISHING OF PACIFIC SQUID (*TODARODES PACIFICUS*) USING LIGHT SOURCES

Vasily V. Barinov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Industrial Fisheries, Far Eastern State Technical Fisheries University, @ barinov.vv@dgtru.ru, Vladivostok, Russia;

Evgeny V. Osipov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Industrial Fisheries, Far Eastern State Technical Fisheries University, @ oev@mail.ru, Vladivostok, Russia;

Nina S. Ivanko – Senior Lecturer of the Department of Industrial Fishing, Far Eastern State Technical Fisheries University, @ ivns@mail.ru, Vladivostok, Russia;

Alexander E. Gribov – leading specialist of OSGDRiO, Central Research Center "Primorsky Oceanarium", NSCMB FEB RAS, @ gribov_ae1@primoceano.ru, Vladivostok, Russia;

Alexey S. Komkov – Postgraduate student of the Department of Industrial Fisheries, Far Eastern State Technical Fisheries University, @ kolchin6439@gmail.com, Vladivostok, Russia

Addresses:

1. Far Eastern State Technical Fisheries University - 690087, Primorsky Krai, Vladivostok, Lugovaya str., 52

2. The Primorsky Oceanarium Central Research Center, NSCMB FEB RAS – 690922, Primorsky Krai, Vladivostok, Russian Island, Akademika Kasyanov Street, 25

Annotation. The paper identifies the factors that did not allow the effective domestic fishing of Pacific squid to be practically realized, a concept has been developed that allows solving the tasks of this fishery, taking into account the advance of the level of development of modern fishing. The concept of improving the squid's thinking was developed based on the work of the authors of the models and a new approach to the design of LED lamps with a choice of diodes (495 nm wavelength) was proposed, allowing to maintain the efficiency of extraction on conventional vessels, as on specialized squid fishing vessels, as well as to regulate the depth of light penetration while preserving the squid attraction zone.

Keywords:

Pacific squid, light, control concept, LED lamp

For citation:

Barinov V.V., Osipov E.V., Ivanko N.S., Gribov A.C., Komkov A.S. Improving the fishing of Pacific squid (*Todarodes pacificus*) using light sources // Fisheries. 2023. No. 6. Pp. 150-156. 10.37663/0131-6184-2023-6-150-156 EDN uousia

В настоящее время траловые отечественные уловы тихоокеанского кальмара (*Todarodes pacificus*) составляют более 98% [1-4; 12].

В Японии промысел, в основном, ведется с использованием света и джиггеров, что связано с особенностями распределения кальмара и развития технологий его промысла на свет в экономической зоне Японии. При этом в любом случае промысел кальмара на свет более экономичен по сравнению с траловым, а джиггерный – еще исключительно избирателен. Можно констатировать, что, несмотря на значительные отечественные исследования в области развития промысла кальмара на свет [5-10], существенных достижений в практической реализации не было достигнуто. Поэтому в данной работе, с учетом соответствия современному уровню развития рыболовства, поставлены следующие задачи:

1) выявление факторов, не позволивших практически реализовать промысел кальмара на свет вертикальными ярусами;

2) выработка целей в отношении факторов, не позволивших практически реализовать промысел кальмара на свет вертикальными ярусами;

3) разработка концепции развития управления технологий промысла кальмара на свет, опережающей современный уровень развития рыболовства.

Факторы в рамках первой задачи можно разбить на следующие группы:

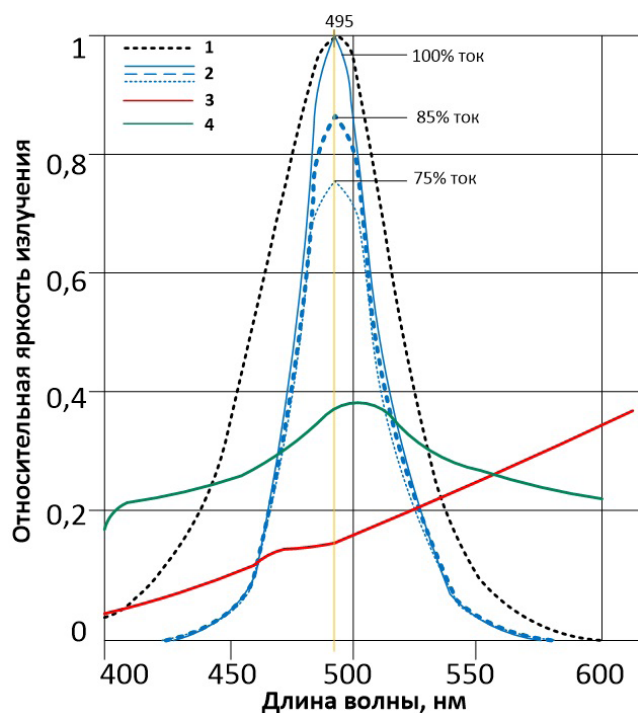
1.1) гидрологические факторы, влияющие на поведение кальмара;

1.2) технологические факторы, связанные с обеспечением необходимого светового оборудо-

вания для обеспечения светотени, позволяющей максимизировать уловы кальмара;

1.3) организация промысла кальмара на свет с учетом факторов 1.1 и 1.2.

Группа 1.1. Исследования процессов гидрологии и распределения миграций тихоокеанского кальмара показало, что российская зона Японского моря – наиболее динамичная по распределению скоплений [11], в отличие от экономических зон других государств. Ранее, на основе температурных карт и уловов, глубина обитания кальмара составляла не более 40 м [5, 11], в работе [10], на основе указанных данных, делался вывод, что это позволяет успешно облавливать кальмар, не позволяя ему уходить на глубину. Однако в работе [11] нами было отмечено, что это наоборот неблагоприятный фактор, поскольку не учитывается суточное питание кальмара, связанное с постоянным нахождением его в зоне тени и заглубление его в дневное время на глубины до 200 м. Если этого не происходит, кальмар очень сильно распределяется по акватории, образуя очень малые косяки, чтобы питаться у дна, заходя в бухты, и при промысле на свет в ночное время возникают трудности с концентрацией кальмара в этой обширной площади для обеспечения необходимого оптимального улова [11]. Поэтому рекомендации [10] для ведения промысла были ошибочные, им следовали и ранее, и история знала много провальных экспедиций, что в дальнейшем не обеспечило развитие этого промысла, и прохладное отношение к нему рыбодобывающих компаний.



1 – спектр относительной чувствительности глаза кальмара [6, 15]; 2 – синий светодиод при разной силе тока [18, 20]; 3 – галогенные люстры; 4 – коэффициент отражения джиггера зеленого цвета [6]

Рисунок 1. Диаграмма спектра света

Figure 1. Diagram of the light spectrum

Группа 1.2. Организация отечественного промысла, как было показано ранее [11; 13], не учитывала особенности распределения кальмара, описанные выше, и на промысел выходили отдельные суда, которые не могли обеспечить, за счет своего светового оборудования, эффективную зону концентрации кальмара, а экспедиции не обеспечивали равномерное распределение судов для эффективной концентрации кальмара, при этом, как показано выше, гидрологический режим в отечественной зоне Японского моря усугублял низкую результативность промысла при слабой организации. Также в то время были недостаточные данные о изменении гидрологии и путей миграций кальмара, что приводило к значительным потерям промыслового времени и повышению затрат на топливо.

По данным японских исследователей, при использовании специально спроектированных судов для промысла кальмара, минимальное количество судов в группе должно быть 8-10 шт. [14]. Два судна в группе ведут мониторинг перемещения основных скоплений кальмара на выявленных путях миграций, корректируя перемещение всей группы, при этом одно судно находится впереди направления перемещения скоплений, осуществляя мониторинг (улов на крючок и направление перемещения скопления), а второе судно находится в конце группы, осуществляя аналогичные действия. При этом приходящая динамическая информация от всех судов в группе позволяет корректировать расстояние между судами и общее

перемещение группы. Надо отметить, что такая группа судов, за счет света, привлекает с площади и объекты питания кальмара. В результате применения такой тактики промысла создается достаточно мощная и стабильная биотехническая промысловая система, обеспечивающая результативность, которая может быть разрушена только стихийными внешними факторами (шторм).

Группа 1.3. На отечественном джиггерном промысле тихоокеанского кальмара всегда использовались обычные рыболовные суда, которые перед промыслом переоборудовались, в то время как в Японии уже более 50 лет используются специализированные суда, у которых конструктивно борт, при виде сверху, имеет форму прямоугольника [6, рис. 13]. Такая конструкция позволяет создавать значительную по протяженности, ровную зону светотени, позволяющую уверенно облавливать кальмара. По такому принципу в СССР было спроектировано и построено судно КЛС типа Голицыно, но по ряду причин, рассмотренных в группах 1.1-1.3 оно не смогло реализовать свой потенциал. Сравнения специализированного судна (Ю. Корея) и переоборудованных судов, как показано в работе [6] позволяет обеспечивать вылов в 10 раз больше, при средней мощности ламп в 10 раз больше, при этом проникновение светового потока для специализированного судна по глубине больше только в 1,8 раза, а площадь концентрации больше в 3,7 раза.

Как правило, при расчете зоны светотени используется борт судна, поэтому, при использовании обычных судов, имеющих обводы, благоприятные для гидродинамики, область светотени имеет изрезанную и часто закрытую с носа и кормы область, что снижает заход кальмаров в эту область.

Следующей важной задачей стал выбор джиггеров – их формы и цвета. Исследования [6; 8] показывают, что цвет джиггера является важным для его восприятия тихоокеанским кальмаром, как объекта питания. Японские исследователи, зная максимальный диапазон воспринимаемого кальмаром спектра светового излучения от 493 до 499 нм (рис. 2), облучили разные типы наживок светом с длиной волны от 400 до 600 нм и фотографировали джиггера с помощью камеры, оснащенной фильтром, аналогом видимости глаза кальмара (рис. 3). Как можно видеть, при излучении светодиодов в сине-зеленом свете длиной волны 500 нм, это позволяет кальмару видеть в указанном диапазоне практически все наживки, однако контрастность зеленых наживок лучше, что согласуется с высокой эффективностью уловов зеленых наживок (в 2 раза по сравнению с синими), приведенными в работе [8], и хорошо согласуется с кривой коэффициента отражения джиггера зеленого цвета [6]. Однако в работе [6, стр. 94-98], где дается теоретическое обоснование выбора цвета наживки, также приводится кривая чувствительности глаз тихоокеанского кальмара в известном максимальном диапазоне и коэффициент отражения джиггера зеленого цвета, который имеет плавный подъем в области мак-

симальной чувствительности глаз кальмара 480-510 нм (рис. 1). Но далее автор [6] обосновывает диапазон 540-560 нм, который практически слабо различим кальмаром (рис. 1) и имеет слабый контраст (рис. 2), как максимум фотолюминесценции, и делает вывод, что этот диапазон совпадает с биолюминесценцией объектов питания, однако в работах по исследованию биолюминесценции [16; 17] показано, что диапазон волн биолюминесценции объектов составляет 440-506 нм на глубинах 1-3500 метров.

Таким образом, ошибки в понимании восприятия кальмаром света, его монохроматического зрения и поведения в зоне светотени не дало возможности отечественному рыболовству четко обосновать выбор цвета ламп и цвета джиггеров, необходимость ровной и протяженной зоны светотени связанной с формой борта судна, что сказалось на низкой эффективности отечественного джиггерного промысла кальмара.

Выработка целей в отношении факторов не позволившим практически реализовать промысел кальмара на свет

Для решения факторов группы 1.1 в работах [11; 13] разработана матрица переходных состояний мигрирующих скоплений кальмаров, которая включает информацию по: распределению температуры воды по глубине, данные по распределению флота, добывающего кальмар в районе промысла и на путях миграции, а также матрица может учитывать выловы и прогнозировать движение скоплений. Данная система с ограниченной информацией использовалась для определения движения скоплений при траловом промысле кальмара [2]. Исследования промысла [2] показали увеличение глубины обитания кальмара в российских водах Японского моря до 100-130 м, что связано с повышением температуры воды, при этом кальмар образует плотные большие скопления над возвышенностями, охотясь на анчоуса. Такое поведение характерно для большинства других пелагических гидробионтов. Таким образом, в настоящее время гидрологические условия

для промысла кальмара на свет более благоприятны чем ранее и отчасти совпадают с условиями промысла в японской экономической зоне, где ведется успешный круглосуточный промысел кальмара на свет (с использованием подводных источников света).

Поэтому, исходя из исследований факторов, основная проблема отечественного промысла кальмара на свет заключается в его организации (группа 1.3), которая должна учитывать движение скоплений кальмаров в рамках группы 1.1 по всей рыболовной зоне, централизованно, а также иметь локальную систему управления распределением групп судов для обеспечения эффективного промысла, в рамках создания стабильной биотехнической промысловой системы.

Как показано в группе 1.2. создание стабильной биотехнической промысловой системы возможно при условии наличия специализированных судов, которые обеспечивают ровную и про-

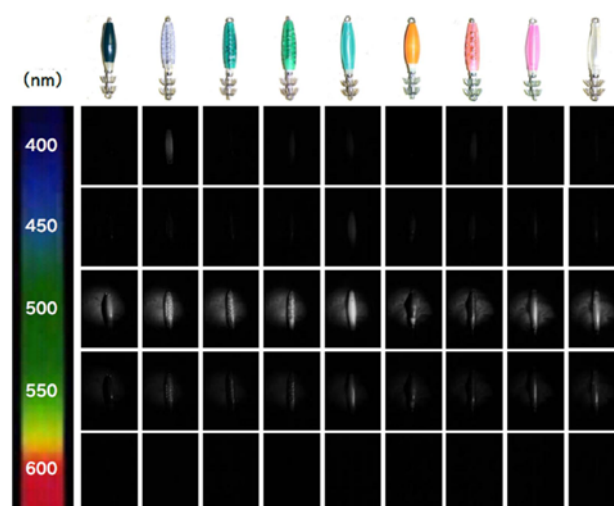
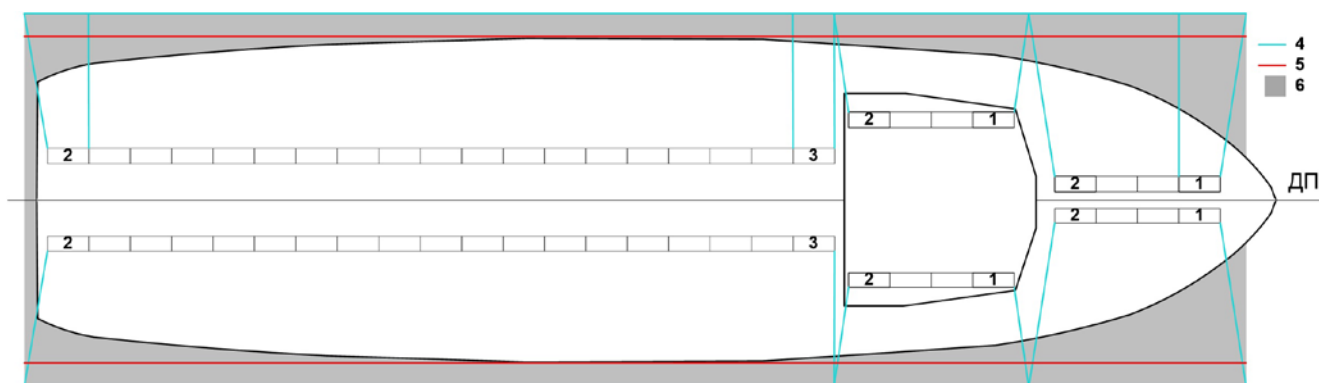


Рисунок 2. Контрастная видимость наживки кальмаром при разной облучаемой длине волны [15]

Figure 2. Contrast visibility of squid bait at different irradiated wavelengths [15]



1 – лампа светодиодная с правым направленным сектором; 2 – лампа светодиодная с левым направленным сектором; 3 – лампа с прямым направленным спектром; 4 – линия входа в воду направленного светового потока; 5 – перпендикуляр к ДП по борту судна; 6 – прямоугольная область светотени судна

Рисунок 3. Схема светового оборудования МРС-225 со светодиодными лампами направленного потока света
Figure 3. Diagram of the MRS-225 lighting equipment with LED directional light flow lamps

тяженную зону светотени, связанную с формой борта судна. Постройка отечественных специализированных судов для промысла кальмара на свет однозначно в ближайшее время не предвидится. Поэтому будут использоваться отечественные суда, для которых необходимо использовать лампы с направленным и управляемым светом, создающие необходимую зону светотени, без необходимости использовать борт судна. Также эффективность промысла будет достигаться за счет увеличения мощности светового потока с одновременным снижением энергетических затрат, за счет применения светодиодных ламп [18; 19].

На основе приведенной выше информации **концепция развития управления технологией промысла кальмара на свет**, опережающей современный уровень развития рыболовства включает:

1. Разработку информационной системы управления промыслом тихоокеанского кальма-

ра для основных районов промысла, на основе предложенных систем [11; 13] и проверенных в работе [2].

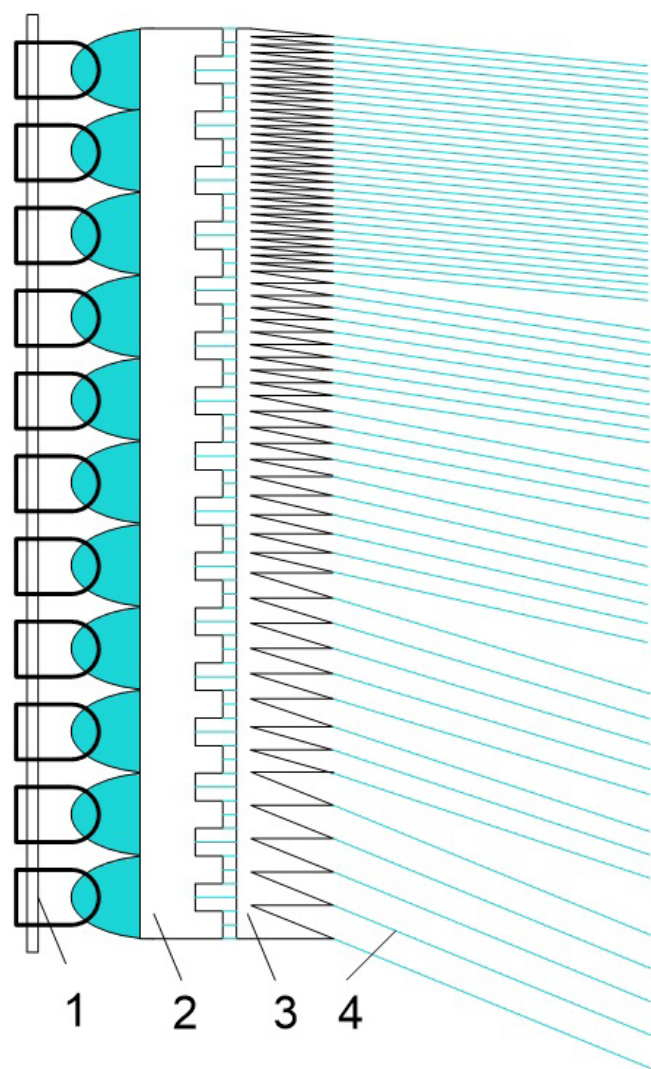
2. Разработка световой управляемой системы для оснащения различных среднетоннажных и малотоннажных рыболовных судов, обеспечивающих эффективную зону светотени и их групповое взаимодействие, в развитии моделей [22]. Также предлагается использование акустических приманок, которые, как показали исследования, позволяют очень эффективно концентрировать с больших расстояний, чем световое поле объектов питания и кальмаров [11; 21; 23].

3. Разработка оптимального светового оснащения для любых типов маломерных и среднетоннажных судов. Ранее в работах [18-20], на примере промысла различных гидробионтов, в том числе и тихоокеанского кальмара (видимого диапазона) с учетом физики океана, определен диапазон излучаемого света с максимальным его проникновением в толщу воды в диапазоне 470-490 нм (синий монохроматический свет), что также соответствует биолюминесценции [16; 17]. Наиболее эффективно в настоящее время излучение света в заданном диапазоне, при использовании светодиодов, в сравнение с другими источниками света (рис. 1), позволяет сократить затраты на электроэнергию в 7-9 раз, что примерно на столько же снизит и топливные расходы [20]. На рисунке 3 показана схема светового оборудования на МРС-225 с использованием светодиодных люстр с направленным потоком света за счет линз Френеля. Схема такой люстры, которая имеет матрицу светодиодов 1 (рис. 4), позволяет осуществлять управление интенсивностью световым потоком по вертикали, для обеспечения необходимой глубины его распространения, чтобы она не пересекала температурный скачок, затрудняющий движение кальмара в зону светотени судна (рис. 5), где пунктирными линиями показаны границы светового поля, движение кальмара и расположение температурного скачка при большей глубине. При использовании обычных ламп или светодиодных ламп с линзами, при уменьшении интенсивности излучения, уменьшается область привлечения кальмара, при использовании предлагаемой люстры (рис. 5), регулировка в которой осуществляется для каждого ряда светодиодов, где для нижних рядов снижают интенсивность светового излучения, сохраняя интенсивность верхних рядов, что позволяет привлекать кальмаров с максимальной дистанции, облегчая им заход в зону светотени не ограниченную областью температурного скачка.

Таким образом, решение 3 задачи позволяет решать задачу 2, а решение задачи 2 дополняет задачу 1, которая частично позволяет обеспечивать работу и тралового промысла кальмара, как показано в работе [2].

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

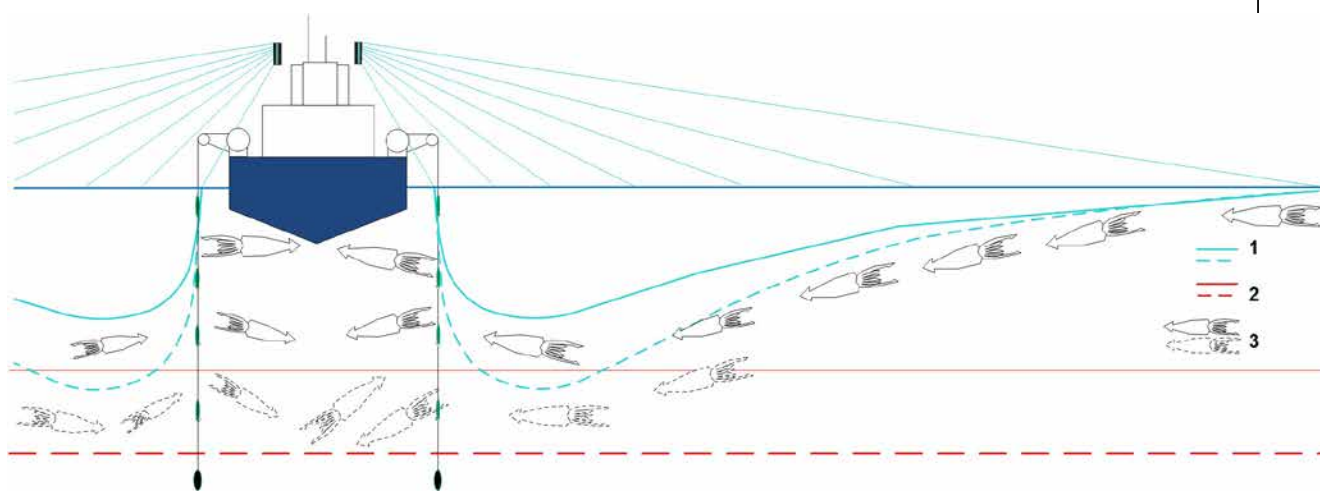
Вклад авторов в работу: **Барин В.В.** – идея работы, окончательная проверка статьи; **Осипов Е.В.** – идея работы, окончательная проверка статьи, подготовка статьи; **Иванко Н.С., Грибов А.С., Комков А.С.** – сбор и анализ данных.



1 – матрица светодиодов; 2 – линейная линза Френеля; 3 – изменяющая поток линза Френеля; 4 – световой поток

Рисунок 4. Схема люстры (вид сбоку) со светодиодной матрицей и двойной линзой Френеля

Figure 4. Chandelier diagram (side view) with LED matrix and double Fresnel lens



1 – диаграмма распределения света; 2 – линия температурного скачка; 3 – кальмар

Рисунок 5. Схема движения кальмаров при использовании предлагаемой управляемой светодиодной люстры (рис. 4)

Figure 5. Diagram of the movement of squids when using the proposed controlled LED chandelier (Fig. 4)

The authors declare that there is no conflict of interest.

The authors' contribution to the work: **Barinov V.V.** – the idea of the work, the final verification of the article; **Osipov E.V.** – the idea of the work, the final verification of the article, the preparation of the article; **Ivanko N.S., Gribov A.C., Komkov A.S.** – data collection and analysis.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Осипов Е.В., Павлов Г.С. Технология тралового промысла тихоокеанского кальмара. // Рыбное хозяйство. 2021. № 3. С. 108-111. DOI 10.37663/0131-6184-2021-3-108-111.
2. Осипов Е.В., Павлов Г.С. Исследование процессов промысла Тихоокеанского кальмара *Todarodes pacificus* в российских водах японского моря // Рыбное хозяйство. 2022. № 3. С. 40-45. DOI 10.37663/0131-6184-2022-3-40-45.
3. Бойцов А.Н., Лисиенко С.В., Осипов Е.В. [и др.] Совершенствование техники промысла Тихоокеанского кальмара // Рыбное хозяйство. 2022. № 1. С. 92-94. DOI 10.37663/0131-6184-2022-1-92-94. EDN ZBTJBC.
4. Иванко Н.С., Лисиенко С.В. Анализ освоения кальмаров Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна в 2017-2021 гг. Научные труды Дальрыбвтуза. 2022. т. 60, № 2. С. 23-32.
5. Мокрин Н.М. Экология и перспективы промысла тихоокеанского кальмара *Todarodes pacificus* в Японском море // дис. кан. биол. наук: 03.00.16. Владивосток: ТИНРО-Центр. 2006. 186 с.
6. Полуттов А.И. Промысел тихоокеанского кальмара. М.: Агропромиздат. 1985. 144 с.
7. Сидельников И.И. Добыча тихоокеанских рыб и кальмаров на свет. М.: Легкая и пищевая промышленность. 1981. 136 с.
8. Кручинин О.Н., Мизюркин М.А., Богатков В.Г. Возможные способы повышения эффективности джиггерного лова тихоокеанского кальмара. // Известия ТИНРО. 2006. Т. 146. С. 310-325.
9. Кручинин О.Н. Математические модели некоторых процессов светолова и их практическое применение // Изв. ТИНРО. 2003. Т. 135. С. 334-346.
10. Кручинин О.Н. Возможные способы лова тихоокеанского кальмара в прибрежной зоне Приморья и оценка их эффективности. Сб. науч. трудов. // Известия ТИНРО. 2003. Т. 135. С. 347-355.
11. Баринов В.В., Осипов В.В. Разработка концепции управления процессами промысла тихоокеанского кальмара. // Рыбное хозяйство. 2018. № 6. С. 48-51.
12. Дуленина П.А., Устинова Е.И., Дуленин А.А. Современное состояние ресурсов тихоокеанского кальмара *Todarodes pacificus* в северо-западной части Татарского пролива (Японское море). // Известия ТИНРО. 2000. вып. 3. С. 586-604.

13. Баринов В.В., Осипов Е.В., Лисиенко С.В. Совершенствование технологии промысла тихоокеанского кальмара. // Научный журнал «Известия КГТУ». 2016. №43. С. 178-185.
14. Matsushita Y. (2016). Energy audit of small scale squid jigging boats in western Japan // Fisheries Engineering. No. 52. Pp. 189-195.
15. Руководство по использованию светодиодного рыболовного фонаря для ловли кальмара // <http://jamarc.fra.affrc.go.jp/LEDguide2/LEDguide2.htm> (Дата обращения 23.09.2023)
16. Haddock S., Case J. (1999). Bioluminescence spectra of shallow and deep-sea gelatinous zooplankton: ctenophores, medusae and siphonophores. // Marine Biology. No. 133, 571-582 <https://doi.org/10.1007/s002270050497> (Дата обращения 23.09.2023)
17. Nicol JAC (1958) Observations on luminescence in pelagic animals. J mar biol Ass UK 37: 705±752.
18. Бойцов А.Н., Лисиенко С.В., Осипов Е.В., Бойцова Т.М., Наумов Д.Г., Баринов В.В. Совершенствование промысла водных биоресурсов, обладающих положительной реакцией на свет, при использовании синих светодиодов // Вестник Астраханского государственного технического университета. 2022. № 1 (73). С. 7-15
19. Бойцов А.Н., Лисиенко С.В., Осипов Е.В., Бойцова Т.М., Наумов Д.Г., Баринов В.В. Использование светодиодов синего цвета на промысле гидробионтов в целях повышения эффективности промысла // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2022. № 4. С. 74-81. <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2022-4-74-81>. EDN FLFQPS. (Дата обращения 23.09.2023)
20. Бойцов А.Н., Лисиенко С.В., Осипов Е.В., Бойцова Т.М., Наумов Д.Г., Баринов В.В., Комков А.С. Разработка инновационных источников света на основе светодиодов для промысла сайры // Рыбное хозяйство. 2022. № 1. С. 82-85. DOI 10.37663/0131-6184-2022-1-82-85.
21. Баринов В.В. Совершенствование промысла тихоокеанского кальмара (*Todarodes pacificus*) // Рыбное хозяйство. 2014. № 6 С. 69-71.
22. Иванко Н.С., Лисиенко С.В. Особенности математического моделирования сложной индустриальной системы «Промысловая зона» в контексте совершенствования организации и управления добычей водных биологических ресурсов // Научные труды Дальрыбвтуза. 2019. Т. 50. № 4. С. 31-36.
23. Кузнецов М.Ю., Баринов В.В. Использование звуковых полей для интенсификации джиггерного лова тихоокеанского кальмара. // Рыбпром. 2009. № 3. С. 68-73.

REFERENCES AND SOURCES

1. Osipov E.V., Pavlov G.S. (2021). Technology of trawling fishing of the Pacific cal-mar. // Fisheries. No. 3. Pp. 108-111. DOI 10.37663/0131-6184-2021-3-108-111. (In Rus., abstract in Eng.).



2. Osipov E.V., Pavlov G.S. (2022). Investigation of fishing processes of Pacific squid *Todarodes pacificus* in the Russian waters of the Sea of Japan // Fisheries. No. 3. Pp. 40-45. DOI 10.37663/0131-6184-2022-3-40-45. (In Rus., abstract in Eng.).
3. Boitsov A.N., Lisienko S.V., Osipov E.V. [et al.] (2022). Improving the technique of Pacific squid fishing // Fisheries. No. 1. Pp. 92-94. DOI 10.37663/0131-6184-2022-1-92-94. EDN ZBTJBC. (In Russ.).
4. Ivanko N.S., Lisienko S.V. (2022). Analysis of squid development in the Far Eastern fishing basin in 2017-2021. Scientific works of Dalrybvtuz. Vol. 60, No. 2. Pp. 23-32. (In Russ.).
5. Mokrin N.M. (2006). Ecology and prospects of fishing for Pacific squid *Todarodes pacificus* in the Sea of Japan // dis. kand. biol. sciences: 03.00.16. Vladivostok: TINRO-Center. 186 p. (In Russ.).
6. Polutov A.I. (1985). Pacific squid fishery. M.: Agropromizdat. 144 p. (In Russ.).
7. Sidelnikov I.I. (1981). Extraction of Pacific fish and squid into the light. M.: Light and food industry. 136 p. (In Russ.).
8. Kruchinin O.N., Mizyurkin M.A., Bogatkov V.G. (2006). Possible ways to increase the efficiency of jigger fishing of Pacific squid. // Izvestiya TINRO. Vol. 146. Pp. 310-325. (In Russ.).
9. Kruchinin O.N. (2003). Mathematical models of some Svetolov processes and their practical application // Izv. TINRO. Vol. 135. Pp. 334-346. (In Russ.).
10. Kruchinin O.N. (2003). Possible methods of Pacific squid fishing in the coastal zone of Primorye and assessment of their effectiveness. Collection of scientific papers. // News of TINRO. Vol. 135. Pp. 347-355. (In Russ.).
11. Barinov V.V., Osipov V.V. (2018). Development of the concept of management of the processes of the Pacific squid. // Fisheries. No. 6. Pp. 48-51. (In Rus., abstract in Eng.).
12. Dulenina P.A., Ustinova E.I., Dulinin A.A. (2000). The current state of resources of the Pacific squid *Todarodes pacificus* in the northwestern part of the Tatar Strait (Sea of Japan). // Izvestia TINRO. Issue. 3. Pp. 586-604. (In Russ.).
13. Barinov V.V., Osipov E.V., Lisienko S.V. (2016). Improving the technology of Pacific squid production. // Scientific journal "Izvestiya KSTU". No. 43. Pp. 178-185. (In Russ.).
14. Matsushita Y. (2016). Energy audit of small scale squid jigging boats in western Japan // Fisheries Engineering. No. 52. Pp. 189-195.
15. Guide to using an LED fishing lantern for catching squid// <http://jamarc.fra.affrc.go.jp/LEDguide2/LEDguide2.htm> (Accessed 23.09.2023)
16. Haddock S., Case J. (1999). Bioluminescence spectra of shallow and deep-sea gelatinous zooplankton: ctenophores, medusae and siphonophores. // Marine Biology. No. 133, 571-582 <https://doi.org/10.1007/s002270050497> (Accessed 23.09.2023)
17. Nicol JAC (1958) Observations on luminescence in pelagic animals. J mar biol Ass UK 37: 705±752.
18. Boitsov A.N., Lisienko S.V., Osipov E.V., Boitsova T.M., Naumov D.G., Barinov V.V. (2022). Improving the fishing of aquatic biological resources with a positive reaction to light when using blue LEDs // Bulletin of the Astrakhan State Technical University. № 1 (73). Pp. 7-15. (In Russ.).
19. Boitsov A.N., Lisienko S.V., Osipov E.V., Boitsova T.M., Naumov D.G., Barinov V.V. (2022). The use of blue LEDs in the hydrobiont fishery in order to increase the efficiency of fishing // Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Series: Fisheries. No. 4. Pp. 74-81. <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2022-4-74-81>. EDN FLFQPS. (Accessed 23.09.2023). (In Russ.).
20. Boitsov A.N., Lisienko S.V., Osipov E.V., Boitsova T.M., Naumov D.G., Barinov V.V., Komkov A.S. (2022). Development of innovative light sources based on LEDs for saury // Fisheries. No. 1. Pp. 82-85. DOI 10.37663/0131-6184-2022-1-82-85. (In Rus., abstract in Eng.).
21. Barinov V.V. (2014). Improvement of the Pacific squid fishery (*Todarodes pacificus*) // Fisheries. No. 6. Pp. 69-71. (In Rus., abstract in Eng.).
22. Ivanko N.S., Lisienko S.V. (2019). Features of mathematical modeling of a complex industrial system "Fishing zone" in the context of improving the organization and management of extraction of aquatic biological resources // Scientific works of Dalrybvtuz. Vol. 50. No. 4. Pp. 31-36. (In Russ.).
23. Kuznetsov M.Yu., Barinov V.V. (2009). Use of sound fields for intensification of jigger fishing of Pacific squid. // Rybprom. No. 3. Pp. 68-73. (In Russ.).

Материал поступил в редакцию / Received 19.10.2023
 Принят к публикации / Accepted for publication 29.10.2023