

УДК 639.2.081

ИТОГИ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ НЕПРЕРЫВНЫХ МЕТОДОВ ЛОВА РЫБЫ

И. В. Никоноров

ВВЕДЕНИЕ

Путем освоения новых морских районов и объектов промысла в 1970 г. намечается значительное увеличение вылова рыбы.

Это обстоятельство выдвигает перед рыбохозяйственной наукой и практикой требования по дальнейшему совершенствованию существующих и разработке принципиально новых орудий и методов лова, значительно повышающих производительность и облегчающих труд рыбака.

К 1970 г. намечается завершение комплексной механизации по основным видам рыболовства (тралы, кошельковые невода, дрефтерные сети и т. д.).

В траловом рыболовстве (удельный вес которого составляет около 60% общего улова) будут внедрены автоматы для приема и отдачи траловых досок, автоматические устройства, предохраняющие от обрыва ваеров при задеве трала, счетчики длины вытравленных ваеров, приборы для контроля за работой тралов. Улов будет передаваться на плавбазы отцепными кутками.

На судах, ведущих лов кошельковыми неводами, будут широко применены не только силовые блоки, служащие для выборки невода, которые уже успешно внедряются, но и механизированы выливка улова из невода и укладка невода на палубе судна.

При дрефтерном лове рыбы будет завершена комплексная механизация лова (сетевыборочные и сететрясильные машины и машины для укладки сетей).

Осуществление комплексной механизации лова рыбы основными современными видами орудий промышленного рыболовства облегчит условия труда и обеспечит повышение его производительности на кормовых траулерах на 30—35%, на бортовых траулерах — 20—25%, на кошельковом лове — 20—25%, на дрефтерном лове — 25—30%.

Орудия лова все в большем количестве будут изготавливаться из новых видов синтетических материалов с большой прочностью, что в 1,5 раза снизит их износ и даст около 50 млн. руб. ежегодной экономии.

Уже в ближайшее время суда будут оснащены наиболее современными поисковыми приборами. В частности, намечен серийный выпуск прибора типа «Кальмар», позволяющий обнаруживать скопления пелагических и придонных рыб на глубинах до 800 м. Увеличение разрешающей способности гидроакустических приборов особенно важно в связи с предстоящим развитием тралового лова на больших глубинах (500—1000 м).

Однако сам принцип действия традиционных орудий лова (сетных и крючковых) до сих пор остается неизменным, а стоимость сетных орудий весьма высокая (до 25% от суммы затрат на добычу рыбы).

Дальнейший рост добычи рыбы и других объектов водного промысла с наиболее высокими экономическими показателями, на наш взгляд, невозможно осуществить без создания принципиально новых орудий и способов, основанных на непрерывных методах лова рыбы.

Примером практического разрешения проблемы непрерывных методов лова является успешный лов азовской тюльки с помощью гидромеханизированных неводов (трал в сочетании с центробежным насосом), проведенный научным сотрудником АзчерНИРО М. В. Кирилловым еще в 1960 г. [2]. В настоящее время этот метод лова еще не получил того широкого распространения, которого он заслуживает.

В 1964 г. группой научных сотрудников АтлантНИРО успешно осуществлен опыт лова гидромеханизированным неводом (трал в сочетании с эжекторным насосом) балтийской кильки и салаки.

Указанные опыты проводились на сравнительно небольшой глубине (10—20 м) и с одновременным участием трех судов, но в дальнейшем такой вид лова можно будет осуществить с одного судна и на значительно большей глубине.

Непрерывный метод лова тралом в сочетании с гидравлическими методами механизации — насосами — значительно повышает производительность труда, так как не требуется подъема и спуска трала, на что затрачивается от 30 до 60% промыслового времени в зависимости от глубины и величины улова, обеспечивает равномерную и непрерывную подачу улова на борт корабля. Необходимо этому виду лова уделить самое серьезное внимание со стороны научно-исследовательских институтов с таким расчетом, чтобы он в ближайшее время получил практическое развитие на объектах современного тралового промысла. Но для этого необходимо преодолеть серьезные технические трудности, связанные с работой шлангов при лове рыбы на сравнительно большой глубине.

При тралении гидромеханизированным неводом шланги создают очень большое сопротивление. Для работы на обычных глубинах тралового лова необходимо разработать и изготовить специальные шланги удобного сечения, но вместе с тем легкие и прочные, приспособленные для работы как на всасывание, так и на нагнетание. В ближайшее время трудно рассчитывать на возможность работы гидромеханизированными неводами на глубинах свыше 250—300 м.

Дальнейшее развитие и освоение лова на больших глубинах выдвигает необходимость создания автономных подводных кораблей-снарядов, способных вести прицельный лов на глубинах до 1500—2000 м.

Из других направлений по непрерывному методу лова рыбы наиболее совершенный бессетевой способ лова. Примером такого метода является лов каспийской кильки насосом с применением подводного света [3]. Этот вид лова с 1954 г. широко применяется на Каспии.

Проблема бессетьевого лова, впервые решенная в Советском Союзе, положила начало принципиально новому и весьма перспективному

направлению по освоению промысла этим способом различных объектов с использованием не только света, но и других раздражителей.

Разработка бессетевых методов лова рыбы выдвигает перед рыбохозяйственной наукой, как первоочередную, задачу активного и направленного влияния человека на поведение рыб с целью их непрерывного искусственного скосячивания и непрерывного облова. Поэтому изучение поведения рыб под действием рассеянной энергии различных полей физического и химического происхождения (световой, электрической, звуковой, воздушных завес, тепловой, приманок, ароматических запахов и др.), а также их целесообразные сочетания должны стать основной областью рыбохозяйственных исследований на ближайшие годы. Дальнейшие исследования в этой области потребуют некоторых качественных изменений в рыбохозяйственной науке, необходимость придания этим исследованиям комплексного характера, чтобы в них принимали участие не только инженеры различного профиля, но и физиологи.

Необходимо изучить процесс приема рыбой информации от действия энергии полей внешнего происхождения и ответной реакции рыб на эти воздействия.

Направленную информацию рыба может воспринять органами чувств (зрение, слух, обоняние, боковая линия и др.).

Действие энергии различных полей на поведение рыб изучено недостаточно. Наиболее изучено применение световой энергии для искусственного скосячивания многих видов рыб. Применение энергии электрического поля тока различных параметров носит скорее локальный характер и не имеет пока самостоятельного значения при скосячивании рыб.

Реакция рыбы на звуковые поля изучена также слабо. В этом вопросе еще много противоречий. Одни утверждают, что рыбы прекрасно слышат в воде, другие — что морские рыбы имеют сравнительно плохой слух и обнаруживают источник звука сравнительно на небольшом расстоянии. Одни считают, что слух рыб ограничен восприятием низких частот (до 1000 гц), другие — что рыбы воспринимают широкий диапазон волн.

В настоящее время нет прямых доказательств того, что рыба может определить направление на источник звука.

Наблюдения показывают, что в первый момент воздействия на рыбу звуком она пугается и стремится уйти вглубь. Если действие звука оказывается продолжительным, то рыба привыкает к нему (адаптируется): ведет себя нормально и не реагирует в этом случае даже на повторные включения звука. На звук меняющегося тона рыба реагирует более активно, чем на монотонный.

Несмотря на то, что звук в воде распространяется быстрее и дальше, чем в воздухе, случаи привлечения рыбы на звуковые колебания не отмечены, за исключением сома и налима.

Рыбы не только воспринимают звук, но и сами могут издавать звуки (шумы). Эти звуки возникают в результате движения рыбы (гидродинамические шумы) или в результате захватывания и пережевывания пищи (биологические шумы).

Изучением динамики звуков, издаваемых различными видами рыб в разные периоды их жизни, успешно занимается научный сотрудник ВНИРО Е. В. Шишкова [4]. В последнее время такие работы проводит и АтлантНИРО. Эти работы имеют большое практическое значение, так как умение записывать и расшифровывать звуки, издаваемые рыбами; в сочетании с записью гидроакустическими приборами позволит определить не только величину рыбных скоплений, но и их видовой состав.

Для повышения эффективности лова некоторых видов рыб интересными могут оказаться работы по применению завес из воздушных пузырьков.

Аквариальные наблюдения показали, что мальки воблы и леща не могут преодолеть воздушную завесу, в то время как каспийская килька свободно преодолевает этот барьер. Некоторые виды сельдей также не могут преодолеть заграждающий эффект воздушной стенки. Необходимо детально изучить это явление и возможность применения его при лове рыбы.

Предстоит также более тщательно изучить систему обоняния у рыб. Из рыболовной практики известно, как рыболовы-любители подбирают приманки, включая в них различные ароматические вещества.

Есть предположение, что семга при помощи обоняния находит свою «родную» реку. Видимо, каждая река, имея свой определенный химический состав воды, вместе с тем обладает и специфическим запахом, а возможно и вкусом.

Создание полей приманок путем внесения в воду в распыленном или растворенном виде ароматических веществ, корма или искусственных приманок может дать большой эффект по искусственному скосячиванию рыб.

Известно, что на стыке теплых и холодных масс воды наиболее пышно развивается планктон, вследствие чего в этой зоне обычно образуются большие скопления рыб.

Естественно, возникает вопрос о создании искусственной вертикальной циркуляции водных масс путем установки атомного реактора на дне моря или океана. Нагретые глубинные водные массы, богатые биогенными элементами, будут подниматься в поверхностные слои, и тем самым будут создаваться условия для скопления рыб.

Поведение рыб в зависимости от воздействия различных физических и химических раздражителей (свет, электроток, звук, температура, приманки, запахи и т. д.) еще мало изучено.

По мере всестороннего изучения влияния на поведение рыб различных физических и химических реагентов будут происходить коренные и принципиальные изменения в способах рыболовства.

В настоящей работе мы покажем, какие возможности таит в себе применение световой и отчасти электрической энергии для искусственного скосячивания рыб и их облова непрерывным (бессетьевым) методом.

ВЛИЯНИЕ ПРОМЫСЛОВО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПОВЕДЕНИЕ РЫБ В ОСВЕЩЕННОЙ ЗОНЕ

Процесс привлечения рыб в освещенную зону — сложное явление, его нужно рассматривать не вообще, а для конкретных видов рыб, с учетом факторов внешней среды и биологического состояния объекта лова.

В темное время суток многие виды рыб привлекаются в освещенную зону.

Устойчивые промысловые скопления в отдельные периоды жизни образуют морские, относительно теплолюбивые пелагические рыбы (преимущественно стайные) большой численности, с коротким жизненным циклом, питающиеся главным образом планктоном (килька, сайра, ставрида, скумбрия, анчоус и др.).

Поведение таких рыб в освещенной зоне различно и зависит от многих факторов, в частности от промыслово-биологических (темпера-

тура, прозрачность, соленость, течения, волнение, шумы, присутствие хищников, лунное освещение и т. д., а также возраст, половая зрелость, степень накормленности рыб). Влияние этих факторов на поведение рыб следует знать и учитывать при организации промысла.

Известно, что распределение и поведение рыб связано с температурой воды. На свет привлекаются наиболее теплолюбивые рыбы, встречающиеся при температуре от 6 до 28° С.

Наибольшие скопления атлантической сардины наблюдаются при температуре 18—26° С, тихоокеанской сайры — 14—18° С, каспийской кильки — 8—20° С, черноморской ставриды и хамсы — 8—10° С, тихоокеанской ставриды — 13—18° С. При указанных температурах рыбы лучше всего привлекаются в освещенную зону.

В летне-осеннее время наибольшие скопления сайры образует в поверхностных слоях воды, в районах стыка теплых и холодных вод. В этот же период наибольшие скопления каспийской кильки находятся в слое температурного скачка на глубине 20—45 м.

Черноморская ставрида и азовская хамса, зимующие в Черном море, наиболее плотные скопления образуют зимой. В это время они держатся в придонных слоях на глубине 35—80 м при температуре 8—10° С.

Если рыбы случайно попадают в зоны с необычной низкой или высокой температурой, то это может привести их к гибели. Так, например, в августе 1963 г. у Охотского побережья был отмечен случай гибели сайры, попавшей в зону с температурой воды 3—4° С. Подобные явления наблюдались и с тихоокеанской сардиной и другими рыбами.

Следует отметить, что молодь рыб, привлекаемых на свет, переносит большие колебания температур, чем взрослые рыбы.

Привлекающее действие света непосредственно связано и с прозрачностью воды. При большой прозрачности воды рыба привлекается к подводному источнику света с большего объема. Освещенность, при которой рыба начинает реагировать на свет, определяется по формуле:

$$E_1 = \frac{F_0}{4\pi R^2} e^{-\gamma R}, \quad (1)$$

откуда

$$R = \frac{\ln F_0 - 2 \ln R - \ln 4\pi - \ln E_1}{\gamma}. \quad (2)$$

Из формулы (2) видно, что радиус привлечения рыбы на свет — R — зависит от величины светового потока источника света (F_0 лм), освещенности (E_1 лк), при которой рыба начинает реагировать на свет, и коэффициента вертикального ослабления (поглощения) света γ 1/м.

Чем больше прозрачность воды, тем меньше коэффициент γ и больше радиус привлечения рыб.

При малой прозрачности воды рыба не скапливается в освещенной зоне. Поэтому практически невозможно осуществить лов рыбы на свет в реках и других водоемах с малой прозрачностью воды.

Образование скоплений рыб в освещенной зоне зависит и от скорости течения воды в горизонте лова и дрейфа судна. Только когда эти скорости меньше скорости движения рыб, может происходить нормальное скосячивание рыб у источника света.

При лове кильки на свет отмечено, что при скорости течения, равной скорости движения, которую способна развить килька (0,35—0,40 м/сек), не удавалось привлечь ее к источнику света. Скорость течения или дрейфа судна при лове рыбы на свет порядка до 0,1 м/сек

практически не оказывает влияния на нормальное образование скоплений в освещенной зоне таких рыб, как сайра, килька, сардина.

Для рыб, которых ловят зимой, когда снижается их жизнедеятельность, они малоподвижны и концентрируются в местах с малым течением, например ставрида Черного и Восточно-Китайского морей, нужны особые условия для образования скопления у источника света. Японские рыбаки при лове ставриды на свет применяют специальные малогабаритные суда — так называемые подсветчики-наводчики. Эти суда

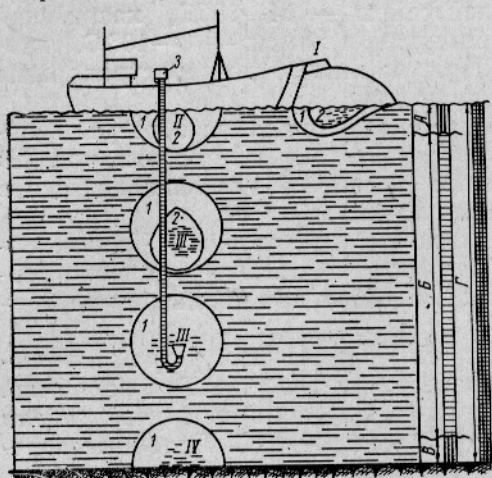


Рис. 1. Схема расположения источников света, распространения света в воде и вертикальной миграции рыб:

I — надводный источник света; II — подводный источник света вблизи поверхности воды; III — в толще воды; IV — у грунта (на дне); 1 — распространение света в темные ночи; 2 — в лунные ночи; 3 — рыбоносная установка. Зоны обитания рыб:

A — в поверхностных слоях воды; Б — в толще воды; В — в придонных слоях воды; Г — от дна до поверхности воды.

имеют небольшую парусность и хорошую маневренность, которая увеличивается дополнительно поставленными плавучими якорями.

Нормальные условия образования скоплений в освещенной зоне и зоне действия орудий лова нарушаются при сильном волнении.

Сайру, сардину и кильку обычно ловят при волнении не свыше 5—6 баллов, так как при большем волнении резкие колебания сетных орудий лова отпугивают рыбу. Нередко отмечаются случаи, когда в результате штормов скопления сайры разбиваются и ее реакция на свет становится пониженной.

При волнении вообще меняется картина поведения рыб. Скопления, которые держатся в верхних слоях, опускаются в горизонты, где волнение сказывается меньше.

Следует отметить, что при лове каспийской кильки на свет насосами уловы не снижаются и при волнении. Замечено, что эффективность скосячивания рыб на свет снижается при появлении в освещенной зоне различных хищников.

Общеизвестно, что привлекающее действие искусственного источника света в лунные ночи резко снижается. Это происходит потому, что свет луны уменьшает эффективность (контрастность) искусственного освещения и радиус или площадь привлечения в случае лова надводным светом сокращается (рис. 1).

Освещенность горизонтальной плоскости на глубине H при лунном освещении по закону Бугера будет

$$E_2 = E_0 e^{-\gamma H}, \quad (3)$$

где E_0 — освещенность от луны на поверхности воды, лк.

Из формул (1) и (3) следует, что уменьшение освещенности искусственного источника подводного света в лунное время составит

$$E = E_1 - E_2 = \frac{F_0}{4\pi R^2} e^{-\gamma R} - E_0 e^{-\gamma H}. \quad (4)$$

В случае надводного источника света выражение (4) примет вид:

$$E_1 = E_3 - E_2 = \frac{F_0}{S} e^{-\tau R + \tau_1 H} - E_0 e^{-\tau_1 H}, \quad (5)$$

где S — освещаемая поверхность воды;

H — расстояние источника света от поверхности воды.

Величина снижения уловов зависит от фаз луны, состояния облачности и горизонта лова, так как свет луны с глубиной постепенно затухает. В это время рыбу следует ловить при более ярком освещении, несколько повышая напряжение на лампах.

Кроме того, замечено, что в лунные ночи рыба держится более рассеянно — отдельными мелкими стайками. Ферхайен [7] предполагает, что лунный свет снижает и общую активность рыб.

Реакция рыб на внезапно возникающие посторонние шумы сравнительно кратковременна. Рыба быстро к ним привыкает, и они не мешают нормальному скосячиванию рыб в освещенной зоне.

Установлено, что характер привлечения рыб в освещенную зону зависит также от возраста рыб и их физиологического состояния (половая зрелость, накормленность и т. д.).

Анализ размерного состава уловов показывает, что в уловах на свет преобладают младшие, но половозрелые возрастные группы (до 3—4 лет).

Старшие возрастные группы сайры, ставриды, сардины и килек почти не встречаются в уловах на свет, тогда как в уловах дрейферными сетями или ставными неводами они, хотя и в небольших количествах, отмечаются. Это связано с тем, что у молодых рыб реакция на свет выражена в значительно большей мере, чем у взрослых.

Молодь многих видов рыб, например кефали, угря, миноги, трески, угольной рыбы, скумбрии, барабули, крупной ставриды и других, положительно реагирует на свет. Во взрослом же состоянии они почти не привлекаются на свет, а угорь и минога даже избегают освещенной зоны. В преднерестовый период рыбы положительно реагируют на свет. Наибольшее количество рыб, привлекаемых в освещенную зону, имеют I—II стадии половой зрелости.

В период нереста рыбы почти не реагируют на свет, а после нереста положительная реакция рыб на свет быстро восстанавливается.

Так, например, в декабре в косяках сайры все больше появляется нерестовых особей. Сайра в этот период интенсивно мигрирует с севера на юг, ее скопления рассеиваются и промысел в районе Южных Курил прекращается. В нерестовый период южноафриканская ставрида держится рассредоточенно в придонных слоях воды, а черноморская — в поверхностных слоях. Таким образом, о возможности промысла можно судить по состоянию зрелости половых продуктов.

Рыбы, привлекаемые на свет, питаются главным образом днем, но в освещенной зоне могут питаться и ночью.

Вечером и в предутренние часы, когда степень накормленности снижается, реакция рыбы на свет несколько усиливается.

ВЛИЯНИЕ СВЕТОВЫХ ФАКТОРОВ НА ПОВЕДЕНИЕ РЫБ

Следует отметить, что большинство рыб, привлекаемых на свет, образуют естественные промысловые концентрации не круглый год, а лишь в отдельные периоды их жизни (нагульный, преднерестовый, зимовальный).

У сайры, например, этот период совпадает с временем ее нагула; у черноморской ставриды и хамсы — с периодом их зимовки, а у япономорского волосозуба — в преднерестовый период.

В другие периоды жизни эти рыбы находятся в сравнительно рассеянном состоянии на большой акватории и по тем или иным причинам слабо привлекаются на свет.

Только анчоусовидная килька на юге Каспийского моря образует большие скопления и ловится на свет в течение всего года.

Из рыболовной практики известно, что некоторые рыбы лучше привлекаются в освещенную зону надводным светом, другие — подводным, третьи — тем и другим. Например, сайра образует промысловые скопления только на надводный свет. Каспийская анчоусовидная и большеглазая килька, черноморская ставрида и хамса в местах их зимовки — только на подводный свет. Поэтому при лове рыбы на свет важно не только правильно выбрать источник света (надводный или подводный), но необходимо придать этому выбору научное обоснование.

Выбор источника света в общем связан с особенностью вертикального распределения рыб, но при решении этого вопроса следует учитывать и поведение рыб. Вертикальные миграции рыб зависят от времени года, условий водной среды и естественной освещенности моря. Особенно важно учитывать последнее обстоятельство.

Вертикальные миграции рыб, связанные с изменением суточной освещенности моря, обычно принято подразделять на две категории.

К первой категории относят рыб, вертикальные миграции которых находятся в прямой связи с изменением суточной освещенности. Ко второй категории — рыб, вертикальные перемещения которых не имеют прямой связи с суточным изменением освещенности моря.

Закономерность вертикальных миграций рыб, привлекаемых на свет, более сложна. Некоторые рыбы, например сайра, почти не совершают вертикальных миграций. Сардинелла днем образует как придонные, так и поверхностные скопления. Черноморская ставрида зимой почти не совершает вертикальных миграций и находится в придонных слоях воды. Для правильного выбора того или иного типа освещения и понимания особенностей привлечения и поведения рыб в освещенной зоне необходимо знать вертикальные миграции каждого вида рыб по сезону года.

Рассмотрим взаимосвязь между характером расположения источника света, вертикальными миграциями и поведением рыб. Известно, что сайра обитает в верхних горизонтах воды, а ночью поднимается в самые поверхностные слои. Летом она почти не совершает вертикальных миграций. К осени эти миграции несколько увеличиваются, но днем сайра находится в слоях воды с высокой степенью освещенности.

В период нагула сайра образует промысловые скопления только при расположении источника света над водой. При расположении источника света под водой сайра скапливается в небольшом количестве и держится на кажущейся границе света и тени.

На наш взгляд, у сайры, постоянно обитающей в хорошо освещенном поверхностном слое воды, выработалась реакция на верхний свет. Свет подводного источника является для сайры боковым (угловым) и поэтому не вызывает у нее естественной реакции.

В зоне кажущейся границы света и тени происходит внутреннее отражение лучей света от поверхности воды, т. е. создается вторичный, но опять-таки верхний свет, в зоне которого и держится небольшое количество сайры. Таким же образом ведет себя макрелешука, обитающая в восточной части Атлантического океана (район Азорских остро-

вов). Макрелешука у подводного источника света так же, как и сайра, держится в менее освещенной зоне, а сильно освещенную зону пересекает, совершая быстрые движения и стремясь уйти из нее.

На основании описанных наблюдений можно сделать вывод, что рыб, обитающих в поверхностных слоях воды (см. рис. 1, зона А) при высокой естественной освещенности и не совершающих больших вертикальных миграций, следует привлекать только надводным светом.

У рыб, живущих в толще воды или у грунта, нет такой ориентированной реакции на верхний свет. К таким рыбам относится каспийская анчоусовидная килька, которая имеет ярко выраженную реакцию на подводный свет. Эта килька не совершает больших вертикальных миграций. Летом она держится в слое температурного скачка сравнительно на небольших глубинах. Зимой по мере выравнивания температуры по горизонтам она опускается несколько глубже.

Суточные вертикальные миграции у анчоусовидной кильки особенно хорошо выражены весной и осенью, т. е. в период ее нагула и при отсутствии резкой разницы в температуре между верхними и нижними слоями воды. Ночью она поднимается ближе к поверхности воды, а с наступлением дня опускается на глубину. Однако во всех случаях анчоусовидная килька находится только в толще воды (см. рис. 1, зона Б). Этот вид килек собирается вокруг подводного источника света, расположенного в толще воды на той или иной глубине (но не около поверхности или грунта).

Поэтому мы пришли к выводу, что рыбы, постоянно обитающие в толще воды и имеющие положительную реакцию на свет, будут эффективно привлекаться только к подводному источнику света. В зависимости от температурных условий рыба может располагаться как вокруг источника света, так и над или под ним.

Ареал распространения ставриды очень широк. Кроме Черного, Азовского, Адриатического и Средиземного морей, она обитает в теплых областях Индийского, Тихого и Атлантического океанов. Поведение ставриды в освещенной зоне и вертикальное распространение связано с условиями обитания в различных условиях.

Черноморская ставрида в период с ноября по март не совершает вертикальных миграций и держится плотными скоплениями в придонных слоях воды (до глубин 80 м) у Крымских и Кавказских берегов. В этот период у нее наиболее сильно проявляется положительная реакция на подводный свет, опущенный непосредственно на грунт. С марта — апреля, а в теплые зимы и ранее (с января), ставрида начинает совершать периодические вертикальные миграции: ночью поднимается в поверхностные слои воды, а днем опускается в придонные слои. В этот короткий период ее можно ловить на подводный свет. Обычно в апреле ставрида покидает места зимовки — рассеивается в верхнем слое воды и весь теплый период года ведет пелагический образ жизни в самых верхних слоях воды. До сих пор остается дискуссионным вопрос о наличии у ставриды положительной реакции на свет в летне-осенний период.

По данным АзчерНИРО, в районе Уолфиш-Бей (Атлантический океан) ставрида привлекалась на свет, источник которого находился на дне. За один подъем конусной сети улов ее составлял до 25 кг. Плотные косяки этой рыбы днем держались у грунта, в темное время суток приподнимались в толщу воды.

На подводный источник света, расположенный непосредственно на грунте, зимой хорошо ловится азовская хамса (анчоус), зимующая в прибрежной зоне Черного моря у Кавказских берегов.

Из трех видов килек, обитающих в Каспийском море, большеглазая является наиболее глубоководной формой, ее скопления приурочены к придонным слоям воды. Она так же, как ставрида и хамса, скапливается над подводным источником света, опущенным на дно.

Таким образом, глубоководные рыбы и рыбы, обитающие в период лова в придонных слоях воды (см. рис. 1, зона В), образуют скопления над источником света, расположенным на дне водоема.

Сардинелла Средней и Южной Атлантики, ставрида Южно-Китайского моря и каспийская обыкновенная килька совершают вертикальные миграции от дна до поверхности воды (см. рис. 1, зона Г).

Вертикальные миграции сардинеллы обычно связаны с изменениями суточной освещенности. В ясные дни, как правило, косяки сардинеллы бывают более плотными и держатся близко к грунту, в пасмурные — сардинелла держится более разреженно и иногда поднимается над грунтом. С наступлением темноты косяки распадаются и сардинелла поднимается в поверхностные слои воды. Однако нередко в одном и том же районе в светлое время суток косяки сардинеллы находятся как у грунта, так и на поверхности, а иногда распределяются по всей толще воды.

Некоторое сходство с поведением сардинеллы наблюдается и у ставриды, обитающей в Южно-Китайском море (район о-ва Гото), которая днем (с октября по декабрь) образует плотные скопления у грунта. С наступлением темноты ставрида отрывается от грунта и образует разреженные концентрации. В предрассветные часы ставрида перемещается и часто достигает поверхности воды, хотя в этом случае ее скопления весьма разрежены.

Каспийская обыкновенная килька обитает в более мелководной прибрежной зоне, чем анчоусовидная и большеглазая. Ночью она образует скопления как на подводный, так и на надводный свет.

Таким образом, если рыбы совершают вертикальные миграции от грунта до поверхности, то можно применять как надводный, так и подводный источник света или их сочетание. Но часто концентрация рыб на подводный свет проходит на сравнительно большой глубине, где ее трудно обловить с помощью существующих орудий лова. В этом случае подводный свет служит для отрыва рыбы от грунта и подъема ее в поверхностные слои и его обычно применяют в сочетании с надводным или подводным светом, расположенным вблизи поверхности воды.

После перевода рыбы в поверхностные слои воды — в сферу действия надводного или подповерхностного источника света — подводный свет выключается. Разумеется, надводный свет можно применять и самостоятельно, если скопления рыб находятся вблизи поверхности воды.

Таким образом, зная амплитуду вертикальных миграций рыб, привлекаемых на свет, можно достаточно уверенно выбрать тот или иной тип освещения (подводный, надводный или их комбинацию).

В зависимости от расположения источника света и величины концентрации рыбы в районе лова степень привлечения в освещенную зону у разных рыб различна. Привлечение и скопление в освещенной зоне косяков сайры происходит быстро — за 5—10 мин.

Плотность скопления сайры в освещенной зоне непостоянна. Она быстро достигает максимума, затем начинает ослабевать. Часть сайры при этом рассеивается, а оставшаяся стремится опуститься в толщу воды. Соответственно характеру поведения сайры лов ее должен осуществляться быстро и оперативно.

Каспийская анчоусовидная килька в освещенной зоне появляется после включения электролампы буквально через несколько секунд. Чем выше концентрация кильки, тем быстрее образуется предельное ее ко-

личество у источника света. Дальнейшее свечение лампы не приводит к заметному увеличению скопления. Часть рыб в скоплении отходит от источника света и пополняется новыми, общая величина скопления при этом остается почти неизменной.

При высоких концентрациях кильки продолжительность выдержки конусной сети со светом на горизонте лова не превышает 1 мин.

Так же быстро образуют скопления в освещенной зоне источника подводного света, опущенного на грунт, черноморская ставрида и хамса, а также каспийская большеглазая килька.

Следует отметить, что при лове черноморской ставриды на одном и том же месте повторные обловы, как правило, не дают результатов. После первого облова судно должно переместиться на 70—100 м. Это явление мы объясняем тем, что в этот период ставрида ведет малоподвижный образ жизни и к источнику света привлекается только то скопление, которое находится в освещенной зоне. Кроме того, продолжительное свечение, после того как образовано скопление ставриды, приводит к ее рассеиванию.

Сардина, сардинелла, ставрида Южно-Китайского моря, т. е. рыбы, привлекающиеся как подводным, так и надводным светом, после включения света появляются через 10—40 мин, а скосячиваются только через 0,5—2 ч. Привлеченная светом рыба держится вдали от подводного источника света.

Интересные данные были получены при вертикальном перемещении источника света. Сайра не следует за источником света, опускающимся вниз, а каспийская анчоусовидная килька, наоборот, довольно быстро следует за ним. Черноморская ставрида и хамса, а также большеглазая каспийская килька при движении света вниз опускаются ниже источника света, но если лампу положить на дно, то скопления поднимаются над ней. При подъеме источника света (от грунта до поверхности воды) рыба, скопившаяся в освещенной зоне (любой вид), обычно отходит от света в стороны. Даже при подходе конусной сети к поверхности воды хамса с такой силой стремится выйти из сети, что над сетью образуется сплошная «шапка» из хамсы. Поэтому орудие лова следует поднимать с максимально возможной скоростью.

Стремление рыб избегать света, идущего снизу, видимо, объясняется тем, что в природных условиях свет проникает на различную глубину обитания рыб сверху вниз через водную поверхность. Свет, идущий снизу вверх, необычен и отпугивает рыб.

Условия образования скоплений в освещенной зоне зависят и от глубины лова (у рыб, совершающих большую амплитуду суточных вертикальных миграций и рыб, обитающих в придонных слоях).

В момент включения света на больших глубинах сардина, сардинелла, большеглазая каспийская килька и другие рыбы опускаются на глубину, превышающую радиус действия света. Если глубины в месте лова небольшие, дно моря является как бы ограничителем для рыб, уходящих от света. С увеличением глубины усложняется техника лова рыбы. Наиболее благоприятны для лова рыб на свет глубины не выше 100—130 м.

При лове в придонных слоях воды привлечение рыб в освещенную зону зависит и от цвета грунта. Там, где грунт светлый, рыба не будет перемещаться за движущимся источником света. Это происходит потому, что вода, а вместе с ней и рыба освещаются не только источником света, но и отраженным от грунта светом, которого рыба боится.

Эта особенность в поведении рыбы подтверждается и в экспериментальных условиях. На дно аквариума, освещенного надводным светом,

помещали два резиновых квадратных коврика белого и черного цвета. Каспийская анчоусовидная килька, находящаяся в аквариуме, располагалась только над черным ковриком. Белый коврик отражает свет и отпугивает рыбу.

Рыбы, привлекаемые на свет, очень чутко реагируют на всякое изменение освещенности. При внезапном выключении света многие рыбы приходят в возбужденное состояние, особенно сайра, которая с шумом выпрыгивает из воды, как бы отыскивая потерянный источник света. Возбужденное состояние после выключения ламп свойственно и другим видам рыб.

Установлено, что направленный луч сильного света распугивает рыбу. Лучше всего рыба собирается у подводного источника рассеянного света, не имеющего абажуров и других затенителей.

Практика лова рыбы на свет и специальные исследования показали, что движущийся источник света сильнее привлекает многих рыб.

При уменьшении светового потока источника света рыба ближе подходит к нему. Это объясняется тем, что при яркости, превышающей предельную норму для глаза рыбы, она предпочитает находиться в зоне с меньшей освещенностью.

Для того чтобы получить наиболее плотные скопления сайры, последовательно выключают люстры светового борта, а затем и рабочего борта, оставляя только одну люстру с красными лампами.

Практикой лова доказано, что подход рыбы к источнику света зависит от освещенности. Теоретически это явление объясняется тем, что сигнал в зрительном нерве возникает преимущественно при смене освещенности. Пока действует свет постоянной силы, сигнала нет или он очень мал.

При лове рыбы на свет следует постоянно создавать «игру света», применяя движущийся источник света плавно, изменяя световой поток или комбинируя эти способы. Иногда даже кратковременное мигание света активизирует подход рыбы в освещенную зону.

Собравшаяся и движущаяся в освещенной зоне рыба с блестящей чешуей также изменяет характер освещенности, что, видимо, также отражается на поведении рыб.

Для образования больших скоплений рыбы в освещенной зоне наиболее эффективен свет большой мощности. Теоретически это подтверждается формулами (1) и (2).

При лампах подводного источника света разной мощности (разного светового потока) одинаковая освещенность образуется на разных расстояниях от источника света. Освещенность E , при которой рыба начинает привлекаться к первому источнику света.

$$E_1 = \frac{F_1}{4\pi R_1^2} e^{-\gamma R_1}$$

и по аналогии ко второму источнику света,

$$E_2 = \frac{F_2}{4\pi R_2^2} e^{-\gamma R_2},$$

но так как $E_1 = E_2$, то можно записать

$$R_2 = R_1 \sqrt{\frac{F_2 e^{-\gamma R_2}}{F_1 e^{-\gamma R_1}}}$$

или

$$R_2 = R_1 \sqrt{\frac{F_2}{F_1} e^{\gamma(R_1 - R_2)}}. \quad (6)$$

Теоретическое количество рыб Q_2 и Q_1 , находящихся в объеме светового шара с источниками разной мощности, которые должны составить улов, можно определить:

$$Q_2 = \frac{4}{3} \pi R_2^3 C,$$

$$Q_1 = \frac{4}{3} \pi R_1^3 C,$$

откуда

$$Q_2 = Q_1 \frac{R_2^3}{R_1^3},$$

или если принять количество рыб вокруг первого источника за 100%, то

$$Q_2 = 100 \cdot \frac{R_2^3}{R_1^3}. \quad (7)$$

При лове рыбы насосом концентрация C может быть определена из соотношения

$$C = \frac{Q_p}{Q_v}$$

или

$$Q_p = C Q_v, \quad (8)$$

откуда следует, что величина улова насосом пропорциональна как концентрации рыбы, так и производительности насоса по воде;

C — количество рыб, приходящихся на единицу объема шара — плотность (концентрация) рыб, выражается безразмерным числом;

Q_p — производительность насоса по рыбе;

Q_v — производительность насоса по воде.

При выборе источника света следует иметь в виду, что наибольший промысловый эффект при одной и той же его мощности можно получить при большом числе ламп. Это в равной мере относится и к лову рыб на надводный и подводный свет.

Вот почему, например, при лове сайры световые выстрелы оборудуются не одним мощным источником света, а системой ламп мощностью не более 0,5 квт, чтобы осветить возможно большую поверхность воды.

Целесообразно составлять световой блок, т. е. световую систему из ламп небольшой мощности при лове сардины, ставриды, кильки и других рыб. Помимо того, что система ламп лучше привлекает рыбу в освещенную зону, ее труднее затенить скопившейся рыбой.

Чтобы создать условия для непрерывного привлечения рыбы в освещенную зону, необходимо непрерывно удалять образовавшееся скопление, как это делается при лове каспийской кильки насосом.

Кавамото [6], основываясь на опытах, проведенных в аквариальных условиях, утверждает, что сила привлечения рыбы к источнику света зависит от длины волны, определяющей цветность света; Блэкстер и

Перриш [5] не обнаружили различия в поведении рыб; Никоноров [3] считает, что степень привлечения рыб зависит от интенсивности света (яркости), а не от его цвета.

Таким образом, четкого ответа на вопрос о влиянии спектрального состава источника света на успех лова рыбы на свет пока нет.

Нами установлено, что каспийская килька лучше реагирует на свет обычных ламп, особенно с рассеянным светом. Опытные уловы конусной сетью с обычной лампой и лампами красного и синего цвета одинаковой мощности показали, что улов с обычной лампой был выше, соответственно на 75 и 42%.

Из практики лова известно, что уловы сайры, сардины, кильки и других рыб возрастают по мере увеличения мощности источников света. Причем главную роль в привлечении рыбы к источнику света играет его интенсивность, а не спектр света. Однако, для лова сайры принято применять электрические лампы с колбами из синего и красного стекла. Теоретически это оправдывается тем, что синие лучи обладают наибольшей проникающей способностью, а красные — наименьшей и поглощаются в воде очень быстро. Но следует иметь в виду, что в синих лампах из общего светового потока лампы выделяются только синие лучи, остальные же, составляющие световой поток, в той или иной степени задерживаются. Таким образом происходит ослабление светового потока лампы и в связи с этим нерациональное использование мощности источника света.

Опыты показывают, что сайра реагирует на свет обычных электрических ламп и ламп дневного света, излучение которых нельзя назвать синим. Поэтому вместо ламп с колбой из синего стекла можно с успехом применять матовые или лампы молочного света при условии небольших потерь светового потока в самом материале колбы. Это подтверждается хорошими уловами сайры и каспийской кильки, полученными сотрудниками ТИПРО и КаспНИРО с помощью люминесцентных ламп дневного света. Белый свет люминесцентных ламп благодаря своим желтым, зеленым и голубым составляющим, как известно, наиболее глубоко проникает в воду.

Глаз рыб чувствительней к коротким волнам света, и, таким образом, свет от люминесцентных ламп для зрения более восприимчив, чем от ламп накаливания. Как показывают опыты, в лучах ламп дневного света скопления сайры держатся ближе к поверхности воды, чем под светом люстр с лампами накаливания.

Светом люминесцентных ламп лучше привлекается и собирается сайра при работе на разреженных скоплениях. Красные люминесцентные лампы позволяют дольше удерживать скопления, что очень важно при освоении лова сайры насосом. Применение красных ламп при промысле сайры целесообразно и не вызывает сомнения. Их включают на заключительном этапе лова, когда скопления сайры необходимо уплотнить в небольшом объеме воды.

Применение красных ламп целесообразно и при промысле сардины и сардинеллы и, видимо, других рыб для окончательного формирования плотного скопления.

Привлечение рыбы при этом должно осуществляться обычными лампами, после чего их световой поток снижается и включаются лампы красного света.

В настоящее время необходимо изготовить специальные люминесцентные лампы дневного и красного света, приспособленные для работы как в надводном, так и в подводном режиме.

ВЛИЯНИЕ ВСАСЫВАЮЩИХ СТРУЙ НАСОСА, СВЕТА И ТОКА НА ПОВЕДЕНИЕ РЫБ

Сообразуясь с особенностями поведения рыб, необходимо в каждом отдельном случае подбирать такой режим изменения освещенности, чтобы рыба не только собиралась в большом количестве на свет, но и подходила ближе к источнику света и в зону действия орудия лова и непрерывно отсасывалась. На этом принципе и основан непрерывный автоматизированный бессетевой лов каспийской кильки насосом.

Попытки применить этот способ лова в таком же виде, как на Каспии, для других рыб, образующих в освещенной зоне также плотные скопления, пока не увенчались успехом. Как видно, дело не только в образовании плотных скоплений, а в характере поведения разных рыб в зоне действия всасывающих струй воды рыбонасоса.

В природных условиях рыбы, почувствовав токи воды, стараются плыть против течения.

Установлено, что килька, сайра, сардинелла и другие рыбы очень чутко реагируют на всасывающие токи воды насоса, поворачиваются против течения, пытаются уйти или уходят из активной сферы действия всасывающих струй воды.

Для определения границы активной сферы действия всасывающих токов воды у наконечника (диффузора) насоса необходимо знать, при какой скорости рыба не способна сопротивляться всасывающим токам воды. Назовем эту скорость критической $\omega_{кр}$.

Как известно, скорость движения рыб зависит от размера и вида рыб и ее обычно выражают формулой

$$\omega_{кр} = kL^{1/2}, \quad (9)$$

где L — длина рыбы, см;

k — коэффициент, зависящий от вида рыб.

Критическая скорость движения кильки была определена опытным путем, она колебалась в пределах 0,35—0,40 м/сек.

Исходя из теории источников и стоков, критическое значение изотакси $\omega_{кр}$, при которой рыба не в состоянии сопротивляться всасывающим токам воды у наконечника насоса, определяется формулой

$$\omega_{кр} = \frac{\omega_{вс}}{\beta} \left(\frac{r_0}{R_{кр}} \right). \quad (10)$$

Из этой формулы активная сфера всасывания в устье наконечника, определяемая радиусом, будет

$$R_{кр} = r_0 \sqrt{\frac{\omega_{вс}}{\beta \omega_{кр}}}, \quad (11)$$

где $\omega_{вс}$ — скорость всасывания в шланге насоса, см/сек;

r_0 — радиус всасывающего шланга, см;

$\beta = 1 \div 4$ — коэффициент ограничения объема всасывания.

Эта формула простой зависимости связывает основные характеристики потока ($\omega_{вс}$, r_0 , $\omega_{кр}$, $R_{кр}$).

Очевидно, что чем выше скорость и пугливость рыбы, тем большую площадь облова должны иметь орудия лова.

У насоса площадь облова весьма ограничена и определяется активной сферой всасывания, которая уменьшается пропорционально квадрату расстояния, и рыба, не дойдя до критических изотак, может повернуть и уйти.

Установлено, что поведение кильки в сфере активного всасывания не остается постоянным, а меняется в зависимости от ее концентрации. При слабых концентрациях килька при подходе к активной зоне оказывает сопротивление течению, и часть ее выходит за его пределы. При высокой концентрации килька, подошедшая к зоне активного всасывания, не в состоянии выйти из нее, так как ее теснят рыбы новых мощных подходов, и она засасывается.

Как показали опыты, сайра, сардинелла и, видимо, другие рыбы, даже при высокой концентрации, легко избегают зону всасывания и залавливаются насосом только случайно. Для преодоления этого явления можно применить локальные действия энергии поля электрического тока, так как в этом случае рыба перестает реагировать на течение.

Действие энергии поля электрического тока на рыбу и попытки применить его в практике рыболовства относятся к началу XIX в.

В настоящее время эта проблема продолжает привлекать внимание исследователей различных стран мира. Тем не менее до сих пор практический лов рыбы с использованием электротока находит некоторое применение только в пресноводных водоемах. Лов рыбы при помощи электротока в морских условиях не вышел пока из стадии эксперимента.

При проведении экспериментальных работ применяют три вида тока: постоянный, импульсный и переменный.

Наиболее четко анодная реакция выражена при воздействии на рыбу энергией электрического постоянного и равномерного поля тока.

У импульсного тока четкость анодной реакции выражена по-иному и зависит от частоты повторения импульсов.

Наиболее сильное действие на рыб оказывает энергия поля переменного тока, хотя в этом случае анодная реакция отсутствует.

При воздействии на рыб постоянным и импульсным током различают три вида реакции: возбуждения, привлечения — анодная реакция и электронаркоза — шока.

При воздействии на рыб переменным током характерны реакции возбуждения, угнетения и шока.

Рыба больших линейных размеров в поле постоянного тока испытывает большую разницу потенциалов, и для получения той или иной характерной реакции потребуется меньшая напряженность поля

$$g = \frac{V}{L}, \quad (12)$$

где g — напряженность поля, v/cm ;

V — напряжение на электродах, v ;

L — длина рыбы, cm .

В природных условиях невозможно создать в больших объемах воды равномерные электрические поля, так как это связано с громадным расходом электроэнергии, не говоря уже о технической сложности (степень неоднородности электрического поля обусловлена физикой его образования).

Неравномерное поле характеризуется резким уменьшением напряженности поля с удалением от электродов (рис. 2).

Ток с анода в большом объеме воды и удаленных от него электродах — катодах — растекается во все стороны.

Напряженность поля g_r на расстоянии от анода r будет

$$g_r = i \rho, \quad (13)$$

где i — ток, проходящий через единицу сферической поверхности;

ρ — удельное сопротивление воды.

В свою очередь

$$i = \frac{I}{4 \pi r^2},$$

где I — сила тока в цепи электродов, а,

тогда

$$g_r = \frac{I \rho}{4 \pi r^2}. \quad (14)$$

или, заменяя $g_r = \frac{V}{L}$, определим радиус действия

$$r = \sqrt{\frac{L I \rho}{4 \pi V}}. \quad (15)$$

Это выражение (15) представляет известную формулу Крейцера. Она выведена из расчета нахождения электрода в большом объеме воды и радиального истечения тока с него во все стороны.

При расположении электродов вблизи поверхности воды, например при лове сайры, формула (15) примет вид:

$$r = \sqrt{\frac{L I \rho}{2 \pi V}}. \quad (16)$$

Из формулы следует, что напряженность поля с удалением от анода убывает. Поэтому на различном расстоянии от анода создаются зоны электрического поля, отличные по характеру своего воздействия.

Вблизи анода мощного поля из-за большой напряженности наблюдается шокое состояние у рыб, с удалением от анода в некоторых пределах $g_{r(\max)}$ — $g_{r(\min)}$ сказывается направляющее действие поля, дальше с уменьшением напряженности от g_{\min} начинает сказываться отпугивающее действие поля тока на рыб.

Таким образом, только центральная зона электрического поля с разностью потенциалов от $g_{r(\min)} L$ до $g_{r(\max)} L$, при которых рыба длиной L движется к аноду, представляет практический интерес для электролова с применением насоса.

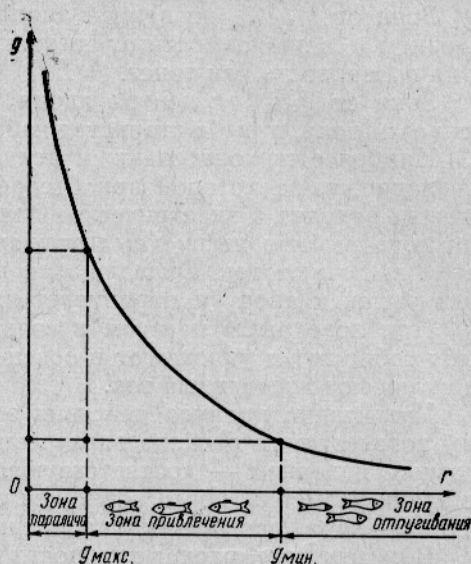


Рис. 2. Падение напряжения поля с удалением от анода.

Для рыб разных пород в зависимости от факторов внешней среды и биологического состояния их, а также от длины рыбы L существуют свои значения g_{\min} и g_{\max} .

Зона от $g_{r(\max)}$ до центра анода парализует рыбу, и она сносится течением и в зависимости от состояния плавательного пузыря всплывает на поверхность или тонет.

Зона от g_{\min} от центра анода имеет небольшое значение напряженности поля, и рыба старается избежать ее.

Наиболее нежелательна и технически трудноустранима зона отпугивания, из-за которой при непрерывной подаче тока на электроды рыба не заходит в электрическое поле. Поэтому в переносных агрегатах для лова рыбы в неспускных прудах анод сначала погружают в воду, затем включают ток. Оказавшаяся в эффективной зоне поля рыба делает рывок к аноду и парализуется. Рыбу подбирают сачком.

При лове рыбы насосом в сочетании света и тока первоначально рыбу собирают и уплотняют в освещенной зоне, после чего периодически включают постоянный ток.

Увеличение радиуса действия электрического поля связано с резким возрастанием расхода электроэнергии, а также и с другим отрицательным явлением — соответствующим увеличением зоны парализации до таких размеров, когда возможен снос парализованной рыбы, так как активная зона всасывания у наконечника насоса невелика.

В самом деле, расход мощности для создания определенной величины поля будет

$$P = I^2 R. \quad (17)$$

Из формулы (15)

$$I = \frac{4\pi V r^2}{L \rho},$$

тогда

$$P = \left(\frac{4\pi V}{L \rho} \right)^2 r^4 R. \quad (18)$$

Как видно, требуемая мощность с увеличением радиуса действия возрастает в четвертой степени. Увеличение радиуса действия поля в 2 раза ведет к увеличению расхода мощности в $2^4=16$ раз.

Таким образом, применение постоянного тока для морского электрического рыболовства связано с большими затратами электрической энергии, так как проводимость морской воды почти в 1000 раз больше, чем у пресной.

Резкого сокращения мощности можно добиться, если применять для целей рыболовства не постоянный, а импульсный ток.

Обычно импульсы постоянного тока создаются разрядом мощной батареи конденсаторов. После разряда во время паузы, продолжающейся значительно дольше импульса, конденсаторы заряжаются от источника тока, мощность которого во много раз меньше мощности в импульсе.

В настоящее время лабораторией электролова рыбы Клайпедского отделения Гипрорыбфлота в содружестве с другими организациями создан мощный импульсный генератор для морского электрорыболовства. Мы надеемся, что в ближайшее время лаборатория электролова даст ответы на многие вопросы, связанные с электроловом рыбы в морских условиях.

ВЫВОДЫ

1. Дальнейшее увеличение уловов рыбы с наилучшими экономическими показателями может быть достигнуто путем создания принципиально новых видов орудий и способов, основанных на непрерывных методах лова рыбы. Эта проблема в настоящее время должна решаться в следующих основных направлениях:

а) применение и дальнейшая разработка гидравлических средств механизации в сочетании с сетными орудиями лова и в первую очередь с тралящими;

б) разработка автономного подводного корабля-снаряда, ведущего прицельный лов на глубинах до 1500—2000 м и аккумулярующего уловы в специальных отцепных кутках; применение и дальнейшая разработка непрерывных (бессетьевых) методов лова рыбы насосами.

2. Решение указанных проблем выдвигает перед рыбохозяйственной наукой первоочередной задачей активное влияние человека на поведение рыб с целью их непрерывного искусственного скосячивания и непрерывного облова:

а) изучение поведения рыб под действием энергии различных полей физического и химического происхождения (световой, электрической, звуковой, воздушных пузырьков, тепловой, приманок, ароматических запахов и др.), а также их сочетания должны стать основной областью комплексных рыбохозяйственных исследований;

б) наиболее изученным вопросом в настоящее время является применение световой энергии для искусственного скосячивания многих видов рыб (сайра, сардинелла, ставрида, анчоус, каспийская килька и др.);

в) применение энергии электрического поля постоянного тока имеет вспомогательное значение и служит для преодоления рыбой отпугивающего действия зоны всасывающих токов воды. Практическое применение постоянного и импульсного тока для лова рыбы в морских условиях не вышло пока из стадии эксперимента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зуссер С. Г. Характер и причины суточных вертикальных миграций планктофитов. Вопросы гидробиологии. М., Изд-во «Наука», 1965.
2. Кириллов В. М. Лов тюльки в Азовском море гидромеханизированным неводом. М., Изд-во «Пищевая промышленность», 1964.
3. Никоноров И. В. Лов на свет. Изд-во «Рыбное хозяйство», 1963.
4. Шишкова Е. В. Физические основы рыболокации. Пищепромиздат, 1963.
5. Blaxter and Parrish. The effect of artificial lights of fish and other marine organisms at sea. *Marine Research*, № 2, 1958.
6. Kawamoto. Experiments with the fishing gathering lamp. Indo-Pacific Fisheries Council. 6 session, 1955.
7. Verheijen. The mechanism of trapping effect of artificial light sources upon animals. Copenhaque, 1958.