

**АСТРАХАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИ-  
ЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра промышленного рыболовства

**Методическое пособие  
«ЛОВ ОБКИДНЫМИ СЕТЯМИ,  
ТРАЛАМИ И СТАВНЫМИ НЕ-  
ВОДАМИ С ПРИМЕНЕНИЕМ  
СВЕТА»**

Направление подготовки  
**35.04.08 «Промышленное рыболовство»**

Магистерская программа  
**«Управление рыболовством и сырьевыми ресурса-  
ми»**

**Астрахань, 2015**

Авторы: д.т.н. профессор кафедры промышленного рыболовства А.В. Мельников,  
д.т.н. профессор кафедры промышленного рыболовства В.Н. Мельников.

Методические разработки рассмотрены и утверждены на заседании кафедры промышленного рыболовства 8 апреля 2015 г., протокол № 10.

Рецензент - к.т.н., доцент кафедры промышленного рыболовства Е.П. Новожилов.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| Введение                          | 4  |
| 1. Лов обкидными сетями           | 5  |
| 2. Лов тралами                    | 13 |
| 3. Лов ставными неводами          | 27 |
| Список рекомендованной литературы | 29 |
| Контрольные вопросы               | 33 |

## **ЛОВ ОБКИДНЫМИ СЕТЯМИ, ТРАЛАМИ И СТАВНЫМИ НЕВОДАМИ С ПРИМЕНЕНИ- ЕМ СВЕТА**

### **Введение**

Обкидные сети отличаются от других видов орудий лова тем, что захват рыбы осуществляется путем окружения облавливаемого скопления рыбы сетью, а удержание – путем обьячеивания.

Таким образом, принцип действия обкидных сетей существенно отличается от принципа действия других видов обьячеивающих орудий лова, у которых захват и удержание рыбы совмещены и происходят при обьячеивании рыбы сетным полотном.

По конструкции обкидные сети, как и ставные или речные плавные, могут быть одностенными, двухстенными, трехстенными и рамовыми. Обоснование параметров сетного полотна таких сетей известно. Необходимо лишь отметить, что обкидные сети обычно рекомендуется изготавливать многостенными или рамовыми, так как они должны обладать повышенной удерживающей способностью.

Обычно при лове обкидными сетями используют источники света для перемещения рыбы к сетной стенке.

Искусственный свет можно применять для управления рыбой в устье и предустьевом пространстве трала, для концентрации рыбы с положительной реакцией на свет перед ее обловом, для посадки на грунт рыбы с отрицательной реакцией на свет и т.д.

Наиболее перспективно применение искусственного света для управления рыбой, которая оказалась в трале, но пытается выйти из него. Впервые на возможность лова таким способом указал Н.Н. Данилевский. Позднее разработали ряд конструкций светотралов с двумя-четырьмя лампами накаливания мощностью 100Вт каждая, установленными в светильниках направленного действия в предустьевом пространстве или в устье трала. Биологической предпосылкой применения светотралов такого типа служит способность искусственного

света вызывать ориентировочную реакцию или дезориентацию рыбы без существенного изменения ее двигательной активности. Ориентировочная реакция может приводить к временному снижению двигательной активности рыбы и попаданию ее в результате этого в куток трала. Ориентировочную реакцию способно вызвать искусственное световое поле, интенсивность которого ненамного превышает естественную освещенность. При дезориентации падает контрастная чувствительность глаза рыбы и способность ее ориентироваться в зоне трала. Дезориентирующее действие искусственного света проявляется лишь при резком и значительном изменении освещенности.

Как показывают наблюдения, выход рыбы через входное отверстие устья наблюдается в основном в условиях зрительной ориентации. При дневном режиме освещения вызывать у рыбы ориентировочную реакцию и дезориентацию трудно, поэтому применять светотралы целесообразно лишь при сумеречном световом режиме на глубине лова (траловый лов при таком световом режиме ведется очень часто).

Кроме того, применение светотралов не имеет смысла, если скорость траления велика и рыба не выходит через входное отверстие устья трала.

Успешными были попытки применения поверхностных светотралов для облова мелких косяков и скоплений сайры, при этом одни подводные источники привлекали рыбу в предустьевое пространство трала, а другие направляли ее в куток трала и удерживали там.

При лове ставными неводами искусственные световые поля можно использовать прежде всего вместо крыла для направления рыбы в ловушку. При отрицательной реакции рыбы на свет для этого служат световые заграждения, а при положительной – световые трассы.

## **1. Лов обкидными сетями**

Обоснование способов лова обкидными сетями отличается в основном особенностями расчета длины сетей и средств распугивания рыбы при окружении рыбы сетью или

после окончания замета сети (если такие средства применяются).

Обкидными сетями могут работать вдали от берега или в непосредственной близости от берега.

При работе вдали от берега замет обычно делают по окружности с одного или двух судов, а расчет необходимой длины сети не отличается от расчета кошелькового невода для такой формы замета.

При лове неподвижной рыбы длину обкидной сети определяют по очевидной формуле:

$$L_C = 2\pi(r_K + x_0), \quad (1)$$

где  $r_K$  – радиус облавливаемого скопления;  $x_0$  – минимальное расстояние от косяка до судна в процессе замета.

Расстояние  $x_0$  зависит в основном от дальности реакции рыбы на шумы судна и располагается в диапазоне от 10–20м до 150–200м.

В общем виде расчет длины обкидного орудия лова при замете по окружности с одного судна при лове подвижной рыбы предложен В.Н. Мельниковым.

В соответствии с принятой схемой процесса лова судно подходит к облавливаемому скоплению на расстояние  $x_0$ , которое называют упреждением и которое принимают равным примерно дальности реакции рыбы на судно (рис. 9 в методическом пособии «ЛОВ КОШЕЛЬКОВЫМИ НЕВОДАМИ С ПРИМЕНЕНИЕМ СВЕТА»). Замет можно начинать при различном относительном расположении скопления рыбы и косяка, и после начала замета скопление может перемещаться в различных направлениях. Обычно для определения расчетной длины сети строят графики зависимости необходимой длины от этих факторов и по ним устанавливают, при каком относительном расположении скопления и судна в начале замета и направлении перемещения скопления его можно обловить сетью приемлемой длины. Так, если замет начинают в точке  $F$ , угол  $\gamma = 0$ , направление перемещения

рыбы характеризуется углом  $\alpha$ , то необходимая длина сети равна (Мельников, 1979)

$$L = 2\pi \frac{(r_K + x_0) \sin \alpha + \varepsilon(r_K + x_1)}{\varepsilon \frac{\sin[\alpha - (1-k) \sin \alpha]}{\sin \alpha} - (\alpha - \sin \alpha)}, \quad (2)$$

где  $\varepsilon$  – отношение скорости судна при замете к скорости перемещения скопления;  $k$  – коэффициент, равный обычно 0,5;  $x_0$  – расстояние от точки начала замета до косяка в начале замета;  $x_1$  – допустимое расстояние от косяка до сетной стенки по линии движения косяка.

Анализ результатов расчетов показал, что с увеличением угла  $\alpha$  необходимая длина сети обычно сначала медленно уменьшается до значений угла 120–150°, а затем резко возрастает так, что обычно облов скоплений возможен лишь при углах перемещения рыбы практически не более 160–170°.

Необходимая длина сети в очень большой степени зависит от отношения  $\varepsilon$ . Например, при малых  $\varepsilon$  (меньше 2–2,5), кроме существенного увеличения длины сети, наблюдается рост необходимых размеров сети даже при очень малых углах, и лов становится практически невозможным при углах  $\alpha$  больше 90–120°.

Практически при лове обкидными сетями подвижной рыбы отношение  $\varepsilon$  должно быть не меньше 2–2,5, а угол  $\alpha$  не должен превышать 120–150°.

Благоприятные значения углов  $\alpha$  иногда можно получить выбором соответствующей тактики замета. Например, учитывая, что при опасности рыба обычно перемещается на глубину, сеть замечивают со стороны, противоположной от берега.

При лове обкидными сетями часто работают с двух судов, при этом каждое судно, как и при двухботной схеме кошелькового лова, выметывает свою половину сети. При такой схеме работы уменьшается необходимая длина сети и

повышается вероятность успешного облова особенно быст-  
роходных рыб.

Рассмотрим одну из возможных схем расчета длины  
сети при работе с двух судов. Предположим, скопление рыб  
перемещается по линии  $AB$  со скоростью  $v_p$  (рис 1). После  
встречи с сетью в точке  $F$  скопление поворачивает и начи-  
нает перемещаться в самом неблагоприятном направлении –  
назад по линии  $BD$ . Для более успешного облова скопления  
замет целесообразно начинать в точке  $B$ . Чтобы скопление  
не ушло из обметанного пространства необходимо, чтобы  
судно оказалось в точке  $D$  раньше, чем скопление. При та-  
кой схеме замета сети успешность облова рыбы зависит не от  
длины невода, а только от соотношения между скоростью  
замета и скоростью перемещения рыбы. Например, если за-  
мет из точки  $B$  начинают тогда, когда скопление находится  
в центре окружности  $O$ , соответствующей траектории заме-  
та, то скорость судна при замете должна превышать скорость  
рыбы ориентировочно в 1,5 раза.

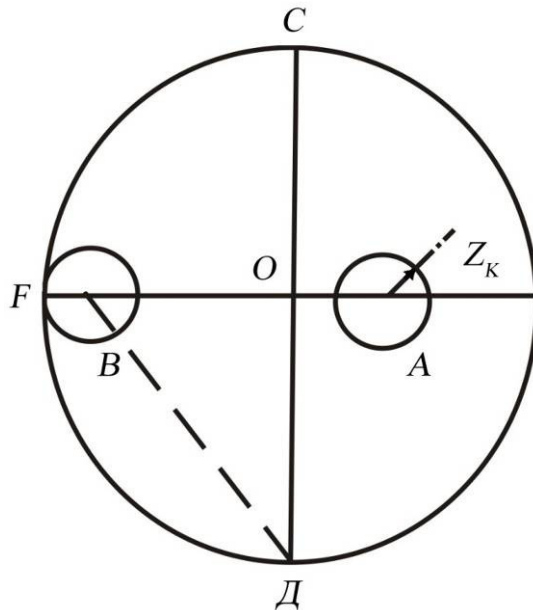


Рис. 4.1. Замет обкидной сети при лове по двухботной схеме

Если по каким-либо причинам, например, из-за неблагоприятного направления ветра, замет начинают не в точке  $B$ , а в другой точке, то успешность облова зависит не только от указанного соотношения, но и от длины сети. Например, если замет начинают в точке  $C$ , то оптимальная длина сети ориентировочно равна:

$$L = \frac{2\pi}{m - \frac{\pi}{2\varepsilon}} x_0, \quad (3)$$

где  $\varepsilon$  – отношение скорости судна при замете к скорости рыбы;  $m$  – отношение расстояния  $AB$  к радиусу замета;  $x_0$  – минимальное расстояние, на котором должна находиться рыба от сетной стенки в процессе замета.

При лове обкидными сетями с применением физических раздражителей для загона рыбы в окружающую сетью часть водоема в процессе замета и для направления рыбы к сетям с целью объеживания необходимо обосновать показатели соответствующих физических полей и источников этих полей.

В качестве таких раздражителей обычно применяют искусственные световые и акустические поля.

При лове обкидными сетями, например, каспийской кефали, прожекторные установки на судне в общем случае применяют для обнаружения рыбы; для предотвращения ухода рыбы из пространства, не до конца обметанного сетью; для направления рыбы к сетной стенке, где она полностью или частично объеживается; для распугивания рыбы вне обметанного пространства, часть из которой также попадает в сеть и объеживается.

Для выполнения всех перечисленных функций прожекторная установка в пределах светового пятна во всей толще воды должна создавать освещенность, которая вызывает у рыбы реакцию возбуждения.

Особенности расчета прожекторных установок для лова рыбы рассмотрены в литературе. В соответствии с описанной там методикой можно определить осевую силу света прожекторной установки:

$$I = \frac{E_{\Pi} X}{5h} \exp(1.5\alpha H), \quad (4)$$

где  $\alpha$  – показатель ослабления света водой;  $h$  – высота установки прожектора над поверхностью воды;  $H$  – глубина водоема в месте лова;  $X$  – расстояние от судна с прожекторной установкой, на котором необходимо воздействовать на рыбу;  $E_{\Pi}$  – пороговое значение освещенности, вызывающее у рыбы реакцию возбуждения.

Для выполнения всех перечисленных выше функций дальность действия прожекторной установки (расстояние  $X$ ) должно на 20–25% превышать диаметр зоны облова сетью и, следовательно, прямо пропорциональна длине сети.

Пороговое значение освещенности  $E_{\Pi}$  в зависимости от особенностей реакции рыбы на свет обычно располагается в диапазоне от 10лк до 100лк.

Как правило, по результатам расчета, необходимая мощность прожекторной установки не превышает 1000–3000Вт.

Иногда при расчете прожекторной установки учитывают не только ослабление света водой, но и воздушной средой (в туманную погоду), и тогда необходимая мощность прожекторной установки или значительно повышается, или применение прожекторной установки становится невозможным.

Акустические средства в виде специальных источников (ботала и т.д.) при лове обкидными сетями служат практически для той же цели, что и прожекторные установки, и их действие на рыбу должно проявляться на таком же расстоянии, что и прожекторных установок.

Лов обкидными сетями производят на небольших глубинах, поэтому акустические поля и показатели источников

для их образования рассчитывают как для мелкого водоема, то есть с учетом отражения акустического луча от дна и от поверхности воды.

Необходимый уровень звукового давления  $T(L_1)$  на единичном расстоянии  $L_1$  от источника звука, как основной показатель второго источника определяют по формуле:

$$T(L_1) = 20 \lg \frac{L_2}{L_1} + 15 \lg \frac{L_3}{L_2} + 10 \lg \frac{L}{L_3} - T_{II}, \quad (5)$$

где  $L$  – расстояние от источника (зона действия источника) акустического поля, на котором уровень акустического давления должен быть равен пороговому значению  $T_{II}$ , вызывающему у рыбы активную реакцию возбуждения;  $L_2$  – расстояние от источника звука, на котором сферическое распространение звука переходит в полуцилиндрическое;  $L_3$  – расстояние от источника звука, начиная с которого происходит цилиндрическое распространение звука.

Физические поля в зоне объячеивающих орудий лова, в том числе обкидных сетей, можно использовать для повышения концентрации рыбы перед обловом и в процессе лова, увеличения двигательной активности рыбы вне зоны сетей, дезориентации рыбы, привлечения ее непосредственно к сетям. Рассмотрим некоторые способы интенсификации, учитывая, однако, что большая часть из них пока не применяется.

Для повышения концентрации рыбы перед обловом можно использовать большие поля растворенных и взвешенных веществ, тепловые поля или световые поля направляющего действия, соизмеримые с зоной облова сетей.

Для концентрации рыбы применимы также световые, электрические, акустические и другие поля задерживающего действия линейного типа (при отрицательной реакции рыбы) и воздушно – пузырьковые завесы. Все небольшие поля объемного и линейного типа можно использовать для концентрации рыбы не только перед началом, но и в процессе лова.

При повышении двигательной активности рыбы вне зоны сетей увеличивается вероятность поступления рыбы к сетям. Двигательную активность рыбы можно увеличить с помощью стационарных источников полей или различного рода гонов (электрических, акустических, световых источников, воздушно – пузырьковых завес и т.д.), вызывающих у рыб отрицательную реакцию. Так, М.Д. Трусканов описывает опыт успешного применения гидроакустической аппаратуры, имитирующей звуки кита-горбача, при работе дрифтерных сетей для лова дальневосточной скумбрии. Сигналы подавали через каждые 30с продолжительностью 2–3с. Уловы составляли 150–200кг за 3–5мин. работы сетей. Хорошие результаты дает применение ботала для загона рыбы в сети на мелководье.

Дезориентация рыбы в зоне сетей способствует снижению вероятности их обнаружения и возможна при применении различного рода полей, которые отвлекают рыбу от сетей, снижают их дальность и степень видимости, увеличивают двигательную активность рыбы или уменьшают вероятность огибания рыбой сетей и т.д. Для этого пригодны в определенных ситуациях искусственные источники света, в том числе предметы, покрытые люминофорами, акустические и электрические поля.

Методы расчета источников полей для интенсификации лова сетями, рассмотренными, способами приведены в монографиях В.Н. Мельникова.

Для привлечения рыбы к сетям перспективна указанная выше окраска сетей под цвет корма и пропитка сетей химическими составами. Для успешного применения последнего средства интенсификации лова необходимо, чтобы рыба направлялась к сетям против течения, а массоотдача с поверхности сетей создавала в их зоне концентрацию выше пороговой. Массоотдачу вещества определяют по формуле:

$$m = \beta c S, \quad (6)$$

где  $\beta$  – коэффициент массоотдачи, который зависит от свойств диффундирующего вещества и материала сети, ско-

рости потока относительно орудия лова;  $c$  – концентрация диффундирующего вещества на поверхности сетного полотна,  $\text{кг}/\text{м}^2$ ;  $S$  – площадь сети,  $\text{м}^2$ .

Расход массы вещества за время  $t$  при работе сети площадью  $S$ , скорости течения  $v_T$  и пороговой концентрации вещества  $c_{II}$  ориентировочно должен составлять:

$$M = c_{II} S v_T t. \quad (7)$$

Пороговая концентрация вещества, привлекающего рыбу, не должна превышать  $10^{-8}$ – $10^{-9}$   $\text{кг}/\text{м}^3$ . При больших значениях расход массы вещества становится значительным и невозможна его концентрация в объеме материала сети.

Необходимо обратить внимание на возможность резкого снижения уловистости сетей при обработке их составами, увеличивающими их долговечность, и при окраске в нужный цвет. По-видимому, в ряде случаев целесообразна дополнительная обработка сетей для уменьшения отпугивающего действия вредных запахов окрашивающего и пропитывающего состава.

## 2. Лов тралами

Световое оборудование светотралов, при лове которыми свет препятствует уходу рыбы через входное отверстие, должно создавать в некотором объеме устья трала освещенность  $E$ , больше пороговой  $E_{II}$ , необходимой для получения ориентировочной реакции или дезориентации рыбы в течение некоторого времени. Если основная масса рыбы начинает перемещаться к выходу из трала в конце устья, то источники света размещают там, где площадь поперечного сечения устья составляет  $80$ – $120 \text{ м}^2$  и его легче перекрыть эффективно действующим световым полем.

Световое поле, интенсивность которого значительно превышает порог ориентировочной реакции или дезориентации увеличивает вероятность нежелательной двигательной

реакции рыбы. Следовательно, было бы полезно применять большее число источников меньшей мощности. Однако из эксплуатационных соображений их количество ограничивают двумя-тремя. Один источник в донных тралах с небольшим вертикальным раскрытием целесообразно размещать в центре верхней пластины устья, а в разноглубинных – в центре нижней. Расположение двух и трех источников может быть самым разнообразным в зависимости от вида траления (донное, придонное или разноглубинное), размеров трала, особенностей поведения рыбы в трале. Часто при выборе расположения источников света учитывают, какой пластины трала преимущественно придерживается рыба, уходящая из него.

Необходимая сила света  $I$  источников зависит от горизонтальных  $L_{z.c}$  вертикальных  $L_{в.с}$  размеров сечения трала, где размещаются источники света, от схемы их расположения (рис. 2). Если источники света располагают во входном отверстии трала, то при расчете  $L_{z.c}$  и  $L_{в.с}$  заменяют соответственно горизонтальным и вертикальным раскрытием трала.

Рассчитаем  $I$  по неспектральной формуле для определения размеров зоны действия подводного источника:

$$E_{\Pi} = \frac{I}{L_{\Pi}} \exp(-\alpha_{cp}l), \quad (8)$$

где  $L$  – расстояние от источника света до расчетной точки;  $\alpha_{cp}$  – среднее значение показателя ослабления света на участке от 0 до  $L$ ;  $E_{\Pi}$  – пороговое значение освещенности глаза рыбы.

Тогда для одного источника, расположенного на продольной оси трала, и для одного источника, расположенного в центре верхней пластины (рис. 2), соответственно:

$$I = 0.25 E_{\Pi} L_{z.c} \exp(0.5 \alpha_{cp} L_{z.c}); \quad (9)$$

$$I = E_{\Pi} (L_{\theta.c}^2 + L_{z.c}^2 / 4) \exp[\alpha_{\text{ср}} (L_{\theta.c}^2 + L_{z.c}^2 / 4)^{1/2}]. \quad (10)$$

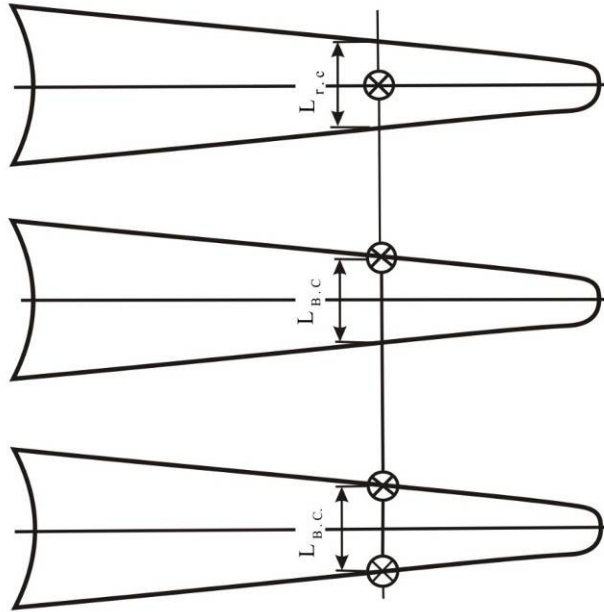


Рис. 2. Расположение источников света в светотралах:  
сверху вниз: один источник в центре концевой части  
устья трала; один источник в центре верхней пласти;  
два источника в центре верхней и нижней пласти

Для двух источников, расположенных в центре верхней и нижней пластин (рис. 2):

$$I = E_{\Pi} / 4 (L_{\theta.c}^2 + L_{z.c}^2) \exp[\alpha_{\text{ср}} (L_{\theta.c}^2 + L_{z.c}^2)^{1/2}]. \quad (11)$$

Если источники света служат только для получения реакции у рыбы в устье трала, то световой поток источников направляют преимущественно в пределах полусферы, в сторону кутка трала. Такое угловое распределение света можно получить, применяя лампы с зеркально отражающей поверх-

ностью или световые приборы с нужным угловым распределением света.

Перспективно применение источников света импульсного действия.

В принципе длительность вспышки  $t_B$  должна быть такой, чтобы последняя вызывала управляющее действие света на время  $t_C$  скатывания рыбы в куток трала:

$$t_C = L_C / v_{TP}, \quad (12)$$

где  $L_C$  – расстояние от сечения, где располагаются источники света, до конца кутка трала  $v_{TP}$  – скорость траления.

Наилучшими следовало бы считать импульсные источники, которые имеют очень большую мгновенную силу света (в основном  $10^5$  кд и более) и соответственно малую длительность вспышки (как правило, не более 8–10 мс). Однако, как показали наши исследования на различных рыбах дельты Волги и Каспия, свет импульсных источников с длительностью вспышки 0,2–1 мс, по-видимому, благодаря малой длительности вспышки не вызывают дезориентации рыбы. В то же время мигающий свет ламп накаливания с длительностью вспышки 0,5–1 с при низкой естественной освещенности ослепляет ее. Не установлено также, вызывают ли короткие вспышки у рыбы ориентировочную реакцию. По данным М.П. Аронова и Б.В. Вискребенцева, повторные вспышки импульсных источников вызывали с запаздыванием до 1 с не очень отчетливую реакцию у ряда черноморских рыб. Таким образом, до окончательного выяснения особенностей действия света импульсных источников на рыбу в светотралах следует использовать лампы накаливания, принимая длительность вспышки более 0,5–1 с. При работе упомянутых выше светотралов СЭКБ промысловства длительность вспышки была 1–5 с. Для усиления реакции рекомендуют иногда не одиночную вспышку, а серию вспышек, через небольшие промежутки времени, равные примерно времени вспышки.

Большое значение имеет интервал  $t_H$  между очередными вспышками. За время  $t_H$  рыба со скоростью  $v_P$  не должна продвинуться относительно трала в сторону устья на расстояние, большее радиуса  $R$  зоны управляющего действия источника. Следовательно,

$$t_H = R/(v_P - v_{TP}). \quad (13)$$

Уменьшение  $t_H$  приводит к излишней адаптации рыбы к свету и повышению порога управляющего действия света  $E_H$ , большей вероятности возникновения нежелательной двигательной реакции рыбы.

При расчете светотралов сложно выбрать порог управляющего действия света  $E_H$ , о величине которого пока судят лишь по косвенным данным. В зоне трала рыба адаптирована к естественной освещенности, и ее способность к зрительной ориентации характеризуется величиной контрастной чувствительности, соответствующей уровню этой освещенности. При действии на рыбу вспышки снижается ее чувствительность к свету и увеличивается порог контрастной чувствительности глаза. Зрительная ориентация становится невозможной, если пороговая чувствительность к свету больше естественной освещенности или порог контрастной чувствительности приближается к единице.

При естественном сумеречном световом режиме порог контрастной чувствительности глаза рыбы обычно больше 0,1 и его дальнейшее увеличение не требует значительного ослепляющего действия света. Поэтому порог дезориентации для сумеречного режима освещения принимают порядка  $10-10^2$  лк. Такую освещенность глаза рыбы лампы накаливания 100–1000Вт обеспечивают на расстоянии 5–10м от источника. С учетом медленного протекания процесса темновой адаптации можно считать, что после дезориентации зрение рыбы не восстановится ранее, чем через 50–100с.

Ориентировочную реакцию вызывает самое несущественное мгновенное изменение интенсивности света (8–

10%). Так как управляющее действие света в нашем случае должно быть довольно четким и продолжительным, примем порог управляющего действия в этом случае равным  $10^2 E_{ест}$  (где  $E_{ест}$  – естественная освещенность на глубине лова, лк), то есть со значительным запасом.

К сожалению, без специальных экспериментов трудно что-либо сказать о продолжительности ориентировочной реакции в зависимости от показателей управляющего светового поля. Очевидно только, что при повторном воздействии вспышки на рыбу время ориентировочной реакции уменьшается.

Отвлекающее или дезориентирующее действие света в предустьевом пространстве необходимо для уменьшения вероятности обнаружения трала и избегания его рыбой, для дезориентации рыбы, которая накапливается перед нижней подборой донного трала и перемещается вместе с ним. Достаточно, чтобы управляющее действие искусственного света сказывалось в первом случае на расстоянии до 8–10 м, равном дальности зрительной реакции, а во втором – зависело от размеров предустьевого пространства, где концентрируется рыба.

Зона управляющего действия должна перекрывать по ширине все входное отверстие устья трала. Соотношение между размерами этой зоны в различных направлениях позволяют уточнить число и угловое распределение света источников. Силу света источников определяют, используя формулу (9). Длительность вспышки, как и в предыдущем случае, должна составлять 1–5 с. Промежуток между вспышками обычно определяют по показаниям приборов контроля за концентрацией рыбы в предустьевой зоне трала.

Концентрация рыбы с положительной реакцией на свет перед обловом тралом целесообразна, если плотное скопление рыбы можно образовать на сравнительно больших глубинах, недоступных облову кошельковыми неводами. Размеры активной части светового поля должны соответствовать размерам зоны облова тралом, причем в направлении траления их следует ограничивать лишь из энергетических и экс-

плутационных соображений. Световое оборудование для лова должно состоять из группы линейно расположенных источников, которые стационарно устанавливают на некотором участке водоема. Параллельно линии их размещения периодически проводят траления.

Расчет светового оборудования сводится к выбору числа источников света, их показателей и расположения как совокупности линейно расположенных в один или в два ряда источников, с учетом размеров входного отверстия трала и особенностей образования скопления рыбы в световом поле.

Значительно перспективнее способ лова тралом путем посадки на дно рыбы с отрицательной реакцией на свет. Таким путем, например, удалось интенсифицировать лов путасу на склонах Норвежского желоба. Световое оборудование в этом случае может нести сам траулер или другое судно, идущее впереди или сзади него. Выбор того или иного варианта в основном зависит от времени, в течение которого рыба, прореагировавшая на свет, удерживается у дна. Оно должно быть достаточным для того, чтобы донный или придонный трал успел захватить рыбу до ее возвращения в толщу воды. Источник света должен перемещаться на уровне (или несколько выше) верхней границы  $H_1$  естественного скопления рыбы (рис. 3). Сила света источника  $I$  в направлениях, близких к вертикальному, должна быть такой, чтобы зона управляющего действия света лишь достигала возможного уровня нижней кромки  $H_2$  скопления. При больших размерах зоны возможен уход рыбы в стороны, при меньших – она не будет опускаться к грунту.

Таким образом, силу света источника  $I_B$  в рассматриваемом случае можно найти по формуле:

$$I_B = E_{II}(H_1 - H_2) \exp[\alpha_{cp}(H_1 - H_2)], \quad (14)$$

При неодинаковой первоначальной глубине расположения верхней кромки косяков в ряде случаев необходимо регулировать глубину хода и силу света источника. Свет источника должен распространяться преимущественно в преде-

лах нижней полусферы. О необходимом законе углового распределения света в этой полусфере можно составить представление, исходя из следующих соображений.

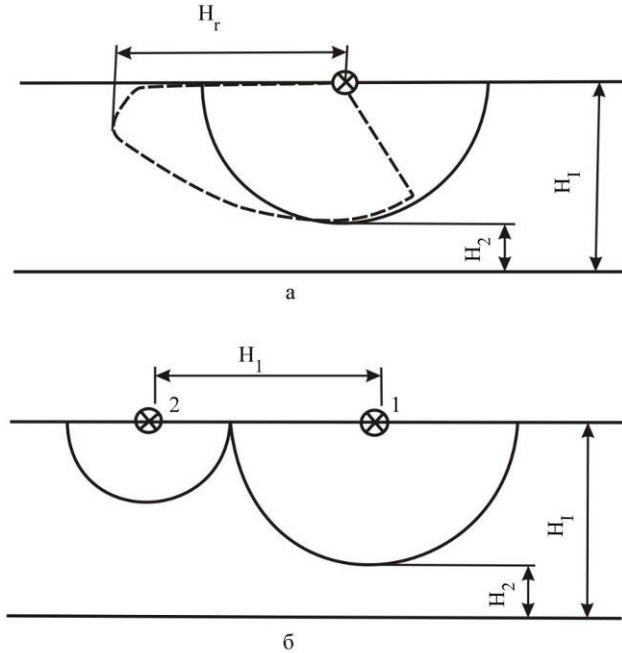


Рис. 3. К обоснованию светового оборудования при ловле тралом путем посадки на дно рыбы с отрицательной реакцией рыбы на свет

Скорость перемещения источников света и скорость траления обычно одинаковы. Они определяют продолжительность управляющего действия светового поля на рыбу. Очевидно, она не должна быть меньше продолжительности погружения рыбы к грунту. Как следует из рис. 3, при равномерном в пределах нижней полусферы угловом распределении света скорость погружения рыбы  $v_P$  должна быть, по крайней мере, равна скорости траления  $v_{TP}$ .

Но скорость погружения рыбы редко превышает 0,6–0,8 м/с, а скорость донного траления обычно больше 1,5 м/с.

Чтобы рыба под действием светового поля успевала погружаться, размеры зоны в горизонтальном  $H_{\Gamma}$  и в вертикальном  $H_1 - H_2$ . направлениях должны находиться в следующем соотношении:

$$H_{\Gamma} / (H_1 - H_2) = v_{TP} / v_P. \quad (15)$$

Необходимое распределение светового потока получают путем правильного выбора светового прибора и его ориентации. Если мощность одного источника не позволяет получить нужные размеры зоны управляющего действия в горизонтальном направлении, то используют два источника света с равномерным в пределах нижней полусферы угловым распределением света (рис. 3), причем мощность второго источника должна быть меньше, чем первого. Необходимую силу света в пределах нижней полусферы второго источника при заданных показателях первого нетрудно найти, если учесть, что радиус  $R_2$  управляющего действия этого источника должен быть примерно равен:

$$R_2 = \frac{H_{\Gamma} - (H_2 - H_1)}{2}. \quad (16)$$

Для тралового лова можно использовать оптомоторные устройства в виде поступательно движущегося оптомоторного тела (рис. 4 а), роторного типа (рис. 4 б) и в виде совокупности источников света (рис. 4 в).

Первое устройство – цилиндр, на поверхности которого перпендикулярно к оси нанесены хорошо заметные полосы (например, черные на белом фоне). Оно предназначено для направленного перемещения к мешку рыбы, в том числе той, которая плавает в направлении движения трала. Такое тело периодически перемещается от входного отверстия устья трала к его мешку со скоростью, обеспечивающей наиболее четкую оптомоторную реакцию. В исходное положение тело возвращается со скоростью, исключающей возникновение реакции. Устройство вызывает реакцию лишь при условии, если рыба различает полосы оптомоторного тела.

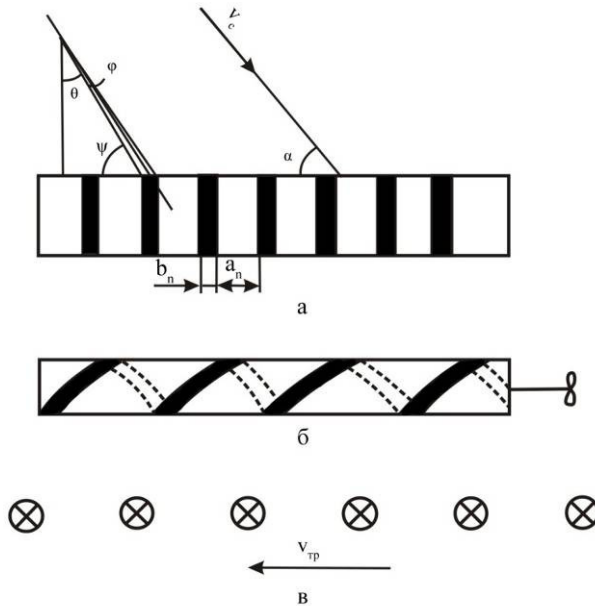


Рис. 4. Оптомоторные устройства в тралах

Рассмотрим особенности обоснования геометрических и оптических показателей, а также закон перемещения оптомоторных несветящихся и светящихся устройств.

Дальность обнаружения рыбой оптомоторного тела с черными полосами на белом фоне и, следовательно, ориентировочно дальность реакции  $L_p$  на него можно определить по известным формулам с учетом направления линии зрения рыбы.

Длину и диаметр оптомоторного тела выбирают в основном с учетом размеров скопления, расположения тела относительно скопления, дальности его обнаружения. Оптомоторное тело не должно быть слишком громоздким, а его сопротивление движению большим. По-видимому, длину тела 6–8 м и диаметр 0,6–0,8 м для тралового лова следует считать предельными.

Минимальную ширину более заметных в воде полос  $a_{\Pi}$  можно определить по формуле:

$$a_{\Pi} = \frac{\varphi_{\Pi} L_P}{\sin \psi}, \quad (17)$$

где  $\psi$  – угол, под которым рассматривается полоса оптомоторного барабана, град,  $\varphi_{\Pi}$  – угловой порог зрения, рад.

Если рыба рассматривает оптомоторное тело на светлом фоне (например, снизу вверх), то определяют ширину черных полос, и наоборот.

При дневном световом режиме значения  $a_{\Pi}$  небольшие. Однако при сумеречном освещении величины  $\varphi_{\Pi}$ , а следовательно, и  $a_{\Pi}$  резко увеличиваются. Величину  $a_{\Pi}$  независимо от полученной по формуле (17) принимают не менее 0,08–0,10 м.

Расстояние  $b_{\Pi}$  между более заметными полосами находят с учетом относительного движения рыбы и тела. В общем случае относительного движения:

$$b_{\Pi} = \frac{V_P \cos \alpha + v_T \cos \beta}{n_{KP}} - a_{\Pi}, \quad (18)$$

где  $v_T$  – скорость перемещения оптомоторного тела, м/с;  $\alpha$  – угол, под которым рыба перемещается относительно продольной оси тела, град.;  $\beta$  – угол, под которым оптомоторное тело перемещается относительно своей продольной оси, град;  $n_{KP}$  – критическая частота мельканий полос оптомоторного тела, 1/с.

Значение  $b_{\Pi}$ , полученное по формуле (18), может быть небольшим или даже отрицательным, но его принимают не менее  $a_{\Pi}$ , чтобы видимый угловой размер полос превышал угловой порог зрения.

Величина  $v_T$  должна соответствовать частоте мельканий полос, при которых оптомоторная реакция протекает наиболее активно. Как показал Д.С. Павлов, эта скорость должна быть не больше 0,6–0,8 м/с.

Оптомоторное тело в тралах сложно перемещать, поэтому удобнее применять такое тело роторного типа (4б). Для создания иллюзии перемещения полос тела их выполняют в виде винтовых линий. Изменением частоты вращения и шага винтовой линии можно регулировать скорость видимого поступательного перемещения полос. Для вращения оптомоторного тела можно использовать различные винтовые движители.

Все параметры оптомоторного тела роторного типа определяют так же, как и оптомоторного тела в поступательном движении. Лишь в выражении (18) скорость поступательного перемещения тела заменяют скоростью видимого движения полос, равной произведению частоты вращения тела и шага винтовой линии.

Расчет оптомоторных устройств рассмотренных типов, но со светящимися полосами, имеет существенные отличия от рассмотренного расчета. Отличия обусловлены особенностями ослабления яркости светящихся объектов и восприятия их рыбой. Как известно, по мере удаления от светящегося тела оно становится неразличимым, и в поле зрения остается лишь размытое световое пятно. Наилучшие условия для появления оптомоторной реакции наблюдаются, когда рыба различает светящиеся полосы. По-видимому, реакция еще возможна, если рыба способна раздельно воспринимать световые пятна рядом расположенных полос. Эти предпосылки служат основанием для определения параметров оптомоторного устройства со светящимися полосами, скорости его перемещения и размеров зоны управляющего действия.

Из результатов гидрооптических наблюдений и данных о зрительной способности пелагических рыб вытекает, что источник света различим с расстояний, равных примерно (1–1,5)  $X_C$ , а интенсивное световое пятно различимо с расстоя-

ний  $(3-4)X_C$ . Видимые угловые размеры светового пятна при этом составляют  $6-12^\circ$  (меньшие значения соответствуют большим расстояниям от источника). Таким образом, дальность надежного управляющего действия рассматриваемого оптомоторного тела составляет примерно  $(1-1,5)X_C$ .

При оценке вероятности оптомоторной реакции с больших расстояний учитывают не только четкость восприятия светящихся полос, но и их видимую с расстояния  $L$  яркость:

$$B = B_0 \exp(\alpha_B L), \quad (19)$$

где  $B_0$  – яркость свечения поверхности, которая зависит от вида люминофора, нит,  $\alpha_B$  – показатель ослабления яркости,  $1/\text{м}$ .

Ширина светящихся полос не слишком влияет на дальность их видимости, но из практических соображений ее принимают не менее  $0,05-0,1\text{м}$ . Минимальное расстояние между светящимися полосами в первом приближении определяют по формуле (19). Для лучшего раздельного восприятия световых полос, особенно с больших расстояний, оно должно быть не менее  $0,15-0,2\text{м}$ .

В тралах могут найти применение оптомоторные устройства с подвижными источниками искусственного света. Учитывая условия, при которых оптомоторная реакция проявляется, расположение источников, их перемещение должно обеспечить раздельное восприятие светящихся точек оптомоторного устройства в виде совокупности источников. Для ориентировочного определения показателей такого устройства можно воспользоваться ранее рассмотренными особенностями образования световой дымки у источников света. Из этих данных, справедливых для достаточно прозрачных вод ( $X_C > 2-3\text{м}$ ), следует, что диаметр светового пятна, которое рыба различает с расстояний более  $(1,0-1,5)X_C$  от источников, составляет  $(0,25-0,35)X_C$ . С учетом неравно-

мерности яркости световых пятен расстояние между источниками можно принимать в пределах  $(0,15 - 0,20)X_C$ . Мощность источников света должна быть минимальной, обеспечивающей необходимую дальность реакции.

Скорость перемещения источников света устанавливается на уровне крейсерской скорости рыбы. При этом для быстрого вступления рыбы в реакцию первоначальную скорость движения источников желательно принимать небольшой.

Можно использовать оптомоторные устройства, основанные на иллюзии светового движения. Они выгодно отличаются от предыдущих неподвижным положением источников света относительно трала. Однако скачкообразность иллюзионного движения при последовательном переключении источников затрудняет получение устойчивой реакции. Кроме того, устройство должно состоять из большого числа источников света, расположенных на расстоянии 0,2–0,3 м, и может быть практически небольшой длины. Оптимальная скорость иллюзионного движения должна соответствовать скорости действительного движения источников оптомоторных устройств.

По-видимому, иногда оптомоторную реакцию у рыбы вызывает перемещение направленного луча при изменении ориентации светового устройства прожекторного или лазерного типа. Нужные параметры устройства определяют из формул для расчета светового поля коллимированного источника. С помощью этих формул можно оценить размеры зоны управляющего действия, а также необходимую скорость изменения ориентации источника поля.

Находя последнюю, важно учитывать неодинаковую скорость перемещения участков луча на различном расстоянии от источника.

Таким образом, обоснование параметров различных оптомоторных устройств не вызывает затруднений. Однако управляющее действие оптомоторных устройств при траловом лове и других видах лова проявляется далеко не всегда. Оптомоторные устройства перспективны для управления пе-

логическими рыбами в хороших условиях зрительной ориентации при отсутствии других сильных раздражителей.

### **3. Лов ставными неводами**

Световые заграждения служат в основном для концентрации или перемещения в направлении ловушки рыбы с отрицательной реакцией на свет.

У источников, образующих световое заграждение, граница зоны отрицательной реакции должна находиться там, где устанавливают крыло (рис. 5). При расчете световых заграждений выбирают тип освещения, силу света источников или расстояние между ними, положение источников относительно ловушки. При выборе типа освещения в световых заграждениях, прежде всего, учитывают особенности реакции рыбы на надводный и подводный свет. Методика расчета надводных и подводных световых заграждений рассмотрена в работе В.Н. Мельникова. Расстояние  $a_1$ , определяющее положение источников света относительно входа в ловушку, ориентировочно равно радиусу зоны отпугивающего действия одного источника. Так как размеры этой зоны с учетом изменения порога отпугивающего действия поля и прозрачности воды существенно меняются, то внешние открылки двора должны быть длинными, чтобы компенсировать колебания размеров зоны.

Источники света световой трассы располагают по линии крыла, а последний из них в ловушке (рис. 5). Для световых трасс выбирают или рассчитывают тип освещения (надводное, подводное), режим работы, количество, силу света источников или расстояние между ними.

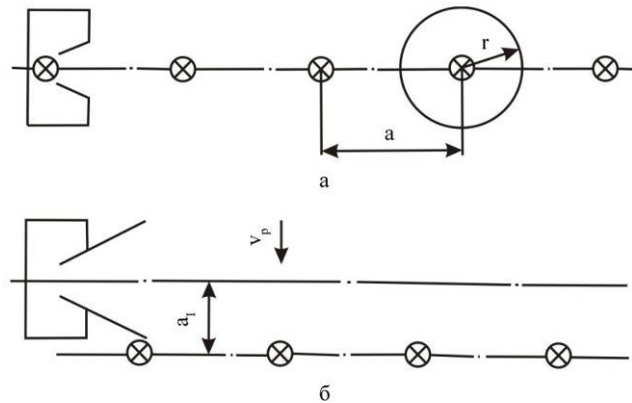


Рис. 5. Расположение источников в световой трассе

Малая глубина в месте установки ставных неводов делает перспективными надводные световые трассы, источники которых имеют большие горизонтальные размеры зоны действия, чем подводные. Их целесообразно применять, если реакция рыбы на надводный свет положительна и если возможна установка источников на достаточно большой высоте (не менее 1,5–2 м).

У световых трасс, работающих со ставными неводами, сначала включают все источники, а затем их последовательно выключают, и рыба переходит в ловушку. Несколько вариантов расчета световых трасс, образованных подводными и надводными источниками, с учетом поведения объекта лова рассмотрены в работе В.Н. Мельникова.

При определении параметров световой трассы часто удобнее задавать не расстояние  $a$  между источниками, а их силу света, которая практически ограничена 1000–2000 кд. Для световых трасс с рассмотренным режимом работы можно использовать не только лампы накаливания, но и различные дуговые ртутные лампы (ДРЛ, ДРИ и другие), имеющие более благоприятный спектральный состав излучения.

Важно помнить, что число источников в односторонней световой трассе обычно ограничено 5–6, так как при пе-

реходе рыбы от одной световой точки к другой часть ее теряется. Расчет предельного числа источников в световой трассе приведен в работе В.Н. Мельникова.

Основная сложность применения световых заграждений, и особенно световых трасс, связана с непостоянным характером реакции рыбы на свет и колебанием пороговых значений. И если при расчете световых заграждений необходимо знать порог отпугивающего действия света в условиях стационарного светового режима, то при обосновании параметров световых трасс пороговые значения должны соответствовать различным условиям адаптации рыбы к свету. Кроме того, ошибки в определении порога отпугивающего действия обычно не имеют особого значения, а соответствующие ошибки при расчете световых трасс приводят к нарушениям ее успешной работы, поиск причин которых сложен.

### **Список рекомендованной литературы**

1. Асланова, Н.Е. Поведение хамсы в зоне ставных неводов / Н. Е. Асланова // Рыбное хозяйство. – 1947. – № 12. – С. 3–7.
2. Багаутдинов, И. И. Состояние и перспективы развития лова сардины на свет / И. И. Багаутдинов // ЦНИИТЭИРХ. ОИ. Сер. 2: Промышленное рыболовство. – 1975. – Вып. 8. – С. 28–31.
3. Баранов, Ф.И. Техника промышленного рыболовства / Ф.И. Баранов. – М.: Пищепромиздат, 1960. – 532 с.
4. Гирса, И.И. Биологические основы привлечения рыбы на свет / И.И. Гирса // Биологические основы управления поведением свет. – М.: Наука, 1970. – С. 191–225.
5. Григорьев, О.В. Анализ и оптимизация способов лова кильки рыбонасосными установками с дополнительными источниками света / О.В. Григорьев, А.М. Лихтер, В.Н. Мельников // Материалы Международной конференции, посвященной памяти профессора Войниканис-Мирского. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2002.

6. Григорьев, О.В. Оптимизация световых полей источников света при лове каспийской кильки / О.В. Григорьев // Наука: поиск – 2003: сборник научных статей. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2003.
7. Данилевский, Н.И. Опыт лова пелагическими тралом в Черном море. Применение электрического света / Н.И. Данилевский // Рыбное хозяйство. – 1952. – № 2. – С. 15–18.
8. Кожемякин, В.И. Лов сайры с помощью надводных источников электросвета / В.И. Кожемякин // Рыбное хозяйство. – 1974. – № 2. – С. 58–59.
9. Лихтер, А.М. Общие особенности действия физических полей на рыбу / А.М. Лихтер, А.В. Мельников // Естественные науки. – 2003. – № 6. – С. 187–189.
10. Мельников, А.В. Биофизические процессы в системах управления лова рыбы / А.В. Мельников, А.М. Лихтер // Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство. Экология. – 2004. – С. 36–38.
11. Мельников, А.В. Новые конструкции и способы лова подхватами / А.В. Мельников, В.Н. Мельников, О.В. Григорьев // Обзорная информация ВНИЭРХа. Сер.: Промышленное рыболовство, 2002. – С. 23–29.
12. Мельников, В.Н. Биотехнические основы промышленного рыболовства / В.Н. Мельников. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 216 с.
13. Мельников, В.Н. Биотехническое обоснование показателей орудий и способов промышленного рыболовства / В.Н. Мельников. – М.: Пищевая промышленность, 1979. – 328 с.
14. Мельников, В.Н. К определению зоны действия источника подводного освещения при лове рыбы / В. Н. Мельников // Труды КТИРПХа. – Калининград, 1969. – Вып. 21. – С. 251–262.
15. Мельников, В.Н. Некоторые элементы методики расчета подводных и надводных световых устройств / В.Н. Мельников // Труды ВНИРО. – 1973. – С. 56–67.

16. Мельников, В.Н. Об эффективности действия света на глаз рыб / В. Н. Мельников // Вопросы ихтиологии. – 1967. – Вып. 1. – С. 149–155.
17. Мельников, В.Н. Определение оптимального спектрального состава излучения подводных источников для лова рыбы / В. Н. Мельников // ОНТИ ВНИРО. – 1968. – № 3. – С. 80–86.
18. Мельников, В.Н. Определение расстояния, с которого рыба обнаруживает источник подводного освещения / В.Н. Мельников // ОНТИ ВНИРО. – 1966. – № 4. – С. 91–96.
19. Мельников, В.Н. Основы управления объектом лова / В.Н. Мельников. – М.: Пищевая промышленность, 1975. – 282 с.
20. Мельников, В.Н. Перспективные способы лова каспийской кильки / В.Н. Мельников, А.В. Мельников, О.В. Григорьев // Рыбное хозяйство. – 2002. – № 6. – С. 42–45.
21. Мельников, В.Н. Повышение эффективности лова рыбонасосными установками / В.Н. Мельников, А.В. Мельников // Обзорная информация ВНИЭРХа. – 2000. – № 1. – 60 с.
22. Мельников, В.Н. Рыбохозяйственная кибернетика / В.Н. Мельников, А.В. Мельников. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 1997. – 234 с.
23. Мельников, В.Н. Совершенствование лова разноглубинными тралами / В.Н. Мельников, А.В. Мельников // Обзорная информация ВНИЭРХа. Сер.: Промышленное рыболовство. – М., 2001. – Вып. 1. – 51 с.
24. Мельников, В.Н. Устройство орудий лова и технология добычи рыбы / В. Н. Мельников. – М.: Агропромиздат, 1991. – 384 с.
25. Мельников, В.Н. Характер и степень влияния различных факторов на зону действия источников надводного освещения / В. Н. Мельников, Ле Динь Ха // Рыбное хозяйство. – 1971. – № 4. – С. 58–61.
26. Никоноров, И.В. Выбор режима освещения при лове рыбы на свет / И.В. Никоноров // Рыбное хозяйство. – 1965. – № 2. – С. 28–30.

27. Никоноров, И.В. Лов рыбы на свет / И.В. Никоноров. – М.: Рыбное хозяйство, 1963. – 165 с.

28. Полутов, А.И. К исследованию подводных световых полей искусственных источников, применяемых на промысле тихоокеанского кальмара / А.И. Полутов, В.А. Терских // Научно-практическая конференция по проблемам мореплавания, изучения Тихого океана и использования его ресурсов. – 1972. – Вып. 3. – С. 72–83.

29. Решетняк, В.В. Промысел каспийской кильки / В.В. Решетняк, В.Н. Савин, В.Н. Мельников. – М.: Пищевая промышленность, 1977. – 100 с.

30. Решетняк, В.В. Расчет зоны действия источников подводного освещения на рыбу / В.В. Решетняк // Рыбное хозяйство. – 1970. – № 8. – С. 46–49.

31. Сидельников, И.И. Добыча тихоокеанских рыб и кальмаров на свет / И.И. Сидельников. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 210 с.

32. Сидельников, И.И. Конструкции орудий лова рыбы на свет / И.И. Сидельников // Рыбное хозяйство. – 1974. – № 7. – С. 55–56.

### Контрольные вопросы

1. Каковы перспективы применения световых полей при лове обкидными сетями, тралами и ставными неводами?
2. Как определяют длину обкидной сети при лове неподвижной рыбы?
3. Как определяют длину обкидной сети при лове подвижной рыбы?
4. Как определяют длину обкидной сети при работе с двух судов?
5. Как применяют физические раздражители при лове обкидными сетями?
6. Как определяют мощностные характеристики источников света при лове обкидными сетями?
7. Как определяют параметры акустических средств интенсификации лова при работе обкидными сетями?
8. Какие еще физические поля можно использовать для повышения производительности лова обкидными сетями?
9. Какие предпосылки необходимо учитывать при использовании источников света в траловом лове?
10. Как определить необходимую силу света источников при траловом промысле?
11. Как рассчитывают параметры импульсных источников света при траловом промысле?
12. Какие параметры реакции рыбы можно выделить, говоря об управляющем действии световых полей?
13. Как рассчитывают параметры источников света при использовании светового оборудования для посадки на дно рыбы с отрицательной реакцией на свет?
14. Что из себя представляют оптомоторные устройства для тралового лова и как их рассчитать?
15. Каковы особенности использования оптомоторной реакции рыбы при траловом лове?
16. Для чего используют световые поля при лове ставными одами?

17. Как выбирают параметры светового оборудования при лове ставными неводами?