

УДК 639.2.053; 639.2.081.7

**Подводные наблюдения за процессом
ярусного лова в Баренцевом море***B. B. Акишин, И. Г. Истомин, В. А. Татарников*

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва)
e-mail: akishin@vniro.ru

Изучение работы отдельных элементов донного яруса и поведения объектов лова в зоне его действия при помощи подводных наблюдений направлены на совершенствование и повышение эффективности ярусного лова, оценку его воздействия на экосистему промысловых районов. Для решения этих задач был разработан подводный видеокомплекс, состоящий из видеокамеры, подводного бокса для видеокамеры, источника света, подводного бокса для источника света и крепёжных элементов. Методика проведения подводных работ предусматривала два варианта использования специально разработанного исследовательского яруса — для наблюдения за участком хребтины в горизонтальной и вертикальной плоскости. В двух районах Баренцева моря было выполнено 8 исследовательских постановок, во время которых были отработаны различные режимы видеосъёмки. Экспериментальные работы проводились в промежутках между промысловыми операциями, без отвлечения экипажа, с минимальными затратами времени на лову. При этом использовалось несколько вариантов оснащения стандартного отрезка хребтины яруса. На кадрах видеосъёмки были отмечены гидробионты различных видов, в том числе промыловые рыбы. Исследовательским ярусом облавливались треска и пикша. Ярусный лов вёлся в условиях полярной ночи на глубинах с минимальной освещённостью, поэтому для обеспечения видеосъёмки использовался искусственный свет белого цвета, традиционно применяемый при проведении подводных фото-, кино-, видео-, телесъёмок и визуальных наблюдений. Анализ результатов исследований показал, что промыловые рыбы избегают зоны интенсивного освещения и держатся на её границах, практически не попадая в поле наблюдения. При этом концентрация трески и пикши в зоне действия исследовательского яруса была выше по сравнению с расположенным рядом промысловыми ярусами. Причина этого явления — привлечение в освещённую зону значительного количества гидробионтов, в свою очередь привлекающих хищников. Анализ литературных данных по зонам трески показал целесообразность применения в дальнейших исследованиях монохромного света, оказывающего нейтральное воздействие на рыб.

Ключевые слова: ярусный лов, Баренцево море, подводный видеокомплекс, треска, пикша.

ВВЕДЕНИЕ

Ярусный лов является одним из перспективных видов промысла на Северном рыболовном бассейне. Несмотря на свою давнюю историю, он не утратил значения в настоящее время и хорошо развит в ведущих ры-

боловных странах. Крючковый лов ежегодно даёт 12–15% мирового вылова, а в отдельных странах — до 90% наиболее ценных промысловых рыб. В связи с изменившимися условиями рыболовства ярусный лов в определённых условиях имеет ряд преимуществ относительно

других способов добычи и получает всё большее признание отечественных рыбаков [Чумаков, Лука, 2014].

В то же время отдельные аспекты механики яруса, поведения рыб в зоне облова, процесса взаимодействия орудия и объекта лова изучены недостаточно. Целью исследования было изучение работы отдельных элементов донного рыболовного яруса и поведения объектов лова путём наблюдений с помощью подводного автономного видеокомплекса. В процессе проведения работ решались следующие задачи:

- отрабатывалась техника проведения подводной видеосъёмки;
- производилась выборочная видеосъёмка участков дна в местах облова донных рыб;
- выборочно производилось изучение отдельных элементов процесса ярусного лова с помощью подводной видеосъёмки;
- с помощью подводного видеокомплекса исследовалось поведение промысловых донных рыб (трески, пикши, зубаток и др.) в зоне действия ярусного порядка.

Результаты исследований в этих направлениях позволяют наметить пути совершенствования методологии подводных наблюдений за процессом ярусного лова, повысить эффективность ярусного лова и оценить его воздействие на экосистему промысловых районов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Подводный видеокомплекс. Для проведения визуальных наблюдений за работой орудия лова, поведением объектов лова в зоне действия орудия лова и процессом взаимодействия орудия лова и объекта лова в лаборатории промышленного рыболовства ВНИРО был разработан подводный видеокомплекс, предназначенный для установки на промысловый ярус. В его состав входят: видеокамера, подводный бокс для видеокамеры, источник света, подводный бокс для источника света, набор крепёжных элементов для соединения частей подводного видеокомплекса.

Подводный видеобокс изготовлен в Опытно-конструкторском бюро океанологической техники Российской Академии наук при финансом содействии ООО «Персей». Гидростатические стендовые испытания изготовленных видеобоксов внешним давлением

показали, что они выдерживают давление 11 МПа и могут работать на глубине до 1000 м.

Видеобокс представляет собой полый цилиндр, один торец которого закрывается глухой крышкой, а другой — крышкой с иллюминатором из прозрачного материала, способного выдерживать высокое давление. Внутри герметичного видеобокса размещается видеокамера высокого разрешения со встроенной картой памяти, с помощью которой и ведётся видеозапись событий на горизонте постановки яруса. Подсветка зоны наблюдения обеспечивается фонарями, использование которых позволяет



Рис. 1. Общий вид подводного видеокомплекса (вариант комплектации для работы на глубинах до 120 метров):

1 — хомут крепления; 2 — корпус видеокомплекса; 3 — обойма крепления фонаря; 4 — фонарь подсветки

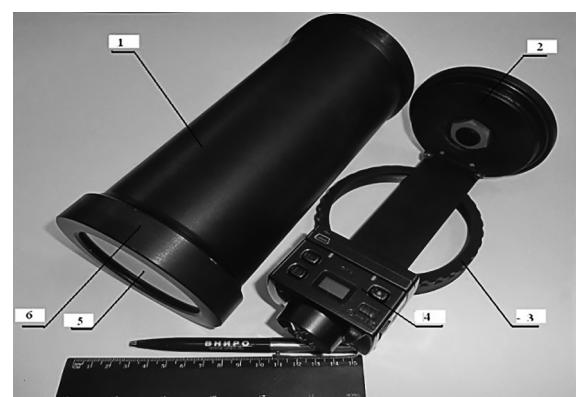


Рис. 2. Детализация комплектации видеобокса:

1 — корпус видеобокса; 2 — задняя крышка корпуса; 3 — гайка задней крышки; 4 — видеокамера высокого разрешения; 5 — иллюминатор; 6 — гайка иллюминатора

вести видеосъёмку на расстоянии нескольких метров от места установки бокса с видеокамерой. Это расстояние зависит от характеристик источника света, прозрачности воды и характера грунта в месте установки яруса. Общий вид подводного видеобокса приведён на рисунке 1, а его детализация — на рисунке 2.

Методика использования подводного видеокомплекса. Подводная видеосъёмка проводилась с помощью специального исследовательского яруса, состоящего из стандартного участка промыслового яруса (надувной буй с вешкой, буй-линь, переходной полипропиленовый конец, якорь) с прикреплённым к нему отрезком хребтины с видеокомплексом, поводцами и крючками с наживкой. Диаметр буй-линя и хребтины был равен 9 мм, полипропиленовый конец длиной 20 м имел обхват 40 мм, поводцы имели разрывную нагрузку 200 кгс. Такой ярус выставлялся во временном интервале между окончанием выборки одного промыслового яруса и началом постановки следующего.

Методика использования подводного видеокомплекса в промысловых условиях и проведения подводных наблюдений за поведением

гидробионтов в зоне действия яруса и процессом их облова предусматривала 2 варианта.

Первый вариант (рис. 3) предусматривал установку видеокомплекса непосредственно на хребтину яруса, оснащённого крючками с наживкой. Такая установка предполагала видеонаблюдение в горизонтальной плоскости за участком хребтины

Второй вариант (рис. 4) предусматривает установку видеокомплекса на вертикальной оттяжке с глубоководным кухтылём, что позволяет вести видеонаблюдение в вертикальной плоскости в направлении дна на участок хребтины, оснащённый крючками с наживкой.

В центре (горизонтального) отрезка хребтины длиной около 3,5 м (рис. 5) была прикреплена вертикальная пожилина длиной 2,5 м из аналогичного материала, на конце которой был привязан пластиковый кухтыль диаметром 20 см (рис. 6). На расстоянии 40–50 см от кухтыля крепился видеокомплекс (рис. 7), после него на расстоянии 80–90 см крепился (по принципу трот-яруса) пучок из четырёх поводцов длиной 50 см с крючками и наживкой. Подъёмная сила кухтыля компенсировала вес видеобоксов и пожилины, обеспечивая их вертикальное положение и отрыв от грунта.

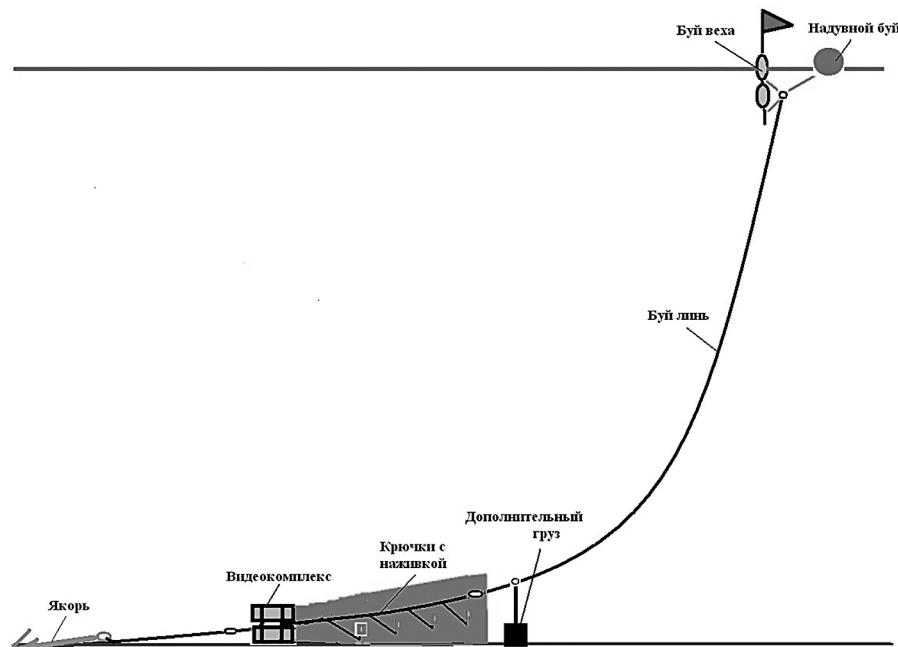


Рис. 3. Первый вариант использования видеокомплекса

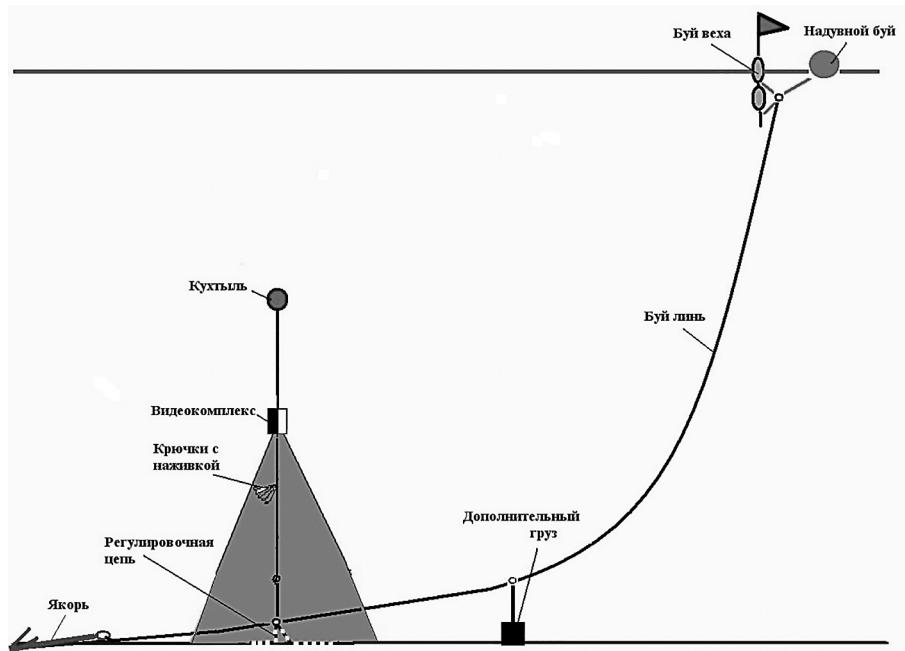


Рис. 4. Второй вариант использования видеокомплекса

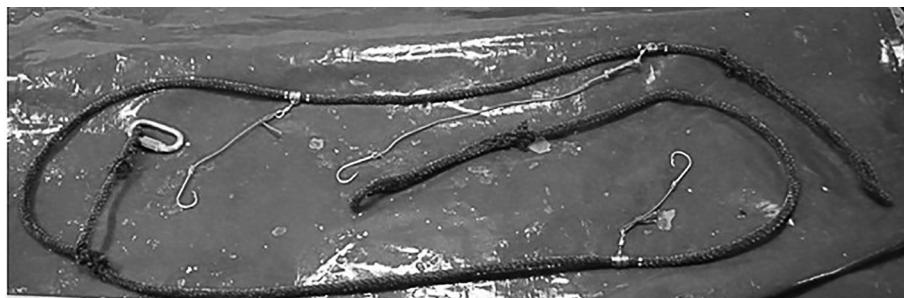


Рис. 5. Отрезок хребтины с 3 крючками на поводцах различной длины

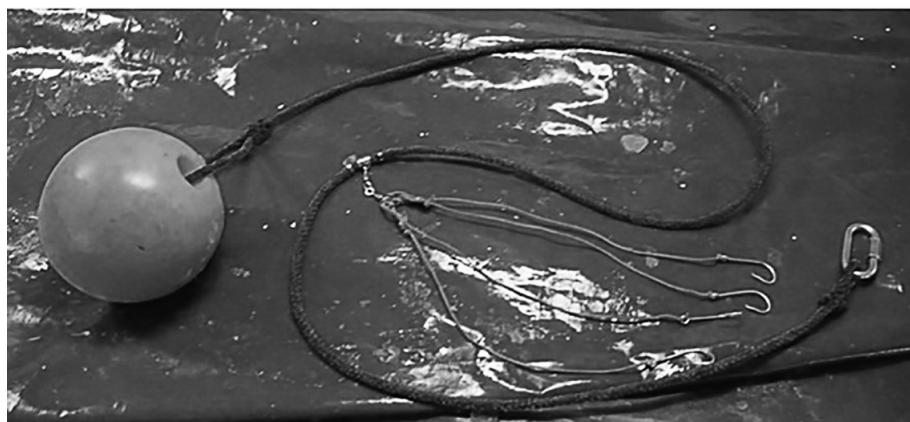


Рис. 6. Вертикальная оттяжка с пластиковым кухтылём и пучком крючков



Рис. 7. Подводный видеокомплекс в сборе со специальной стабилизирующей пластиной

Для уменьшения закручивания видеокомплекса вокруг вертикальной пожилены к нему крепилась специальная пластина, увеличивающая лобовое сопротивление. Для предотвращения отрыва от грунта горизонтального отрезка хребтины к нижней точке вертикальной пожилены крепилась (за центр) металлическая цепь длиной 3 м и массой 3,5 кг (рис. 8). По обе стороны от точки крепления вертикальной пожилены на расстоянии 70 см на горизонтальный отрезок яруса было установлено по одному поводцу длиной 20 см с крючками. Ещё один поводец длиной 50 см с крючком был установлен на расстоянии 50 см от предыдущего в направлении якорного конца. В качестве наживки на этих 7 крючках использовались кальмар и скумбрия.

Для облегчения процесса постановки отдельные элементы данной конструкции оснащались специальными скобами и винтовыми карабинами, позволяющими оперативно производить их сборку/разборку.

Работы с использованием подводного видеокомплекса. В период с 3 по 20 декабря 2013 г. было выполнено 8 исследовательских постановок для изучения работы яруса на грунте западного склона Гусиной банки и северо-центрального района Баренцева моря (рис. 9). Основной объём работ (постановки №№ 1—7 исследовательского яруса) проводился по схеме 1-го варианта, когда видеокомплекс крепился непосредственно на хребтину яруса с расчётом на горизонтальное направление видеосъёмки параллельно поверхности дна. При этом были отработаны различные

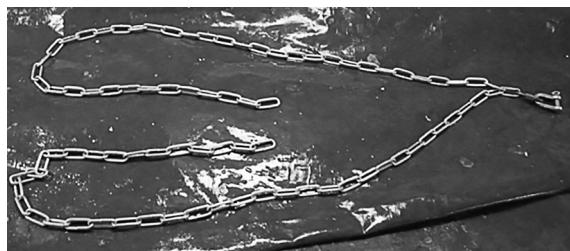


Рис. 8. Регулировочная цепь, компенсирующая подъёмную силу кухтыля

варианты оснастки специального яруса и параметры видеосъёмки. В заключительной постановке (№ 8 исследовательского яруса) был отработан 2-й вариант установки видеокомплекса, предусматривающий вертикальную съёмку в направлении дна.

В таблице 1 представлены основные данные выставленных исследовательских ярусов, а в таблице 2 — параметры видеосъёмок.

На основании полученных результатов было установлено, что в дальнейшем следует использовать режим с повышенной контрастностью, максимальной светочувствительностью и точечным замером экспозиции. Для первого варианта оснастки исследовательского яруса рекомендуется использовать средний угол обзора, а для второго — широкий.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Подводные наблюдения за исследовательским ярусом, оснащённым по первому варианту, проводились с 3 по 19 декабря. В качестве объекта подводной видеосъёмки использовался стандартный отрезок хребтины промыслового яруса, на котором с интервалом 1,4 м было установлено 6 крючков с поводцами длиной 40 см. В качестве наживки использовался кальмар. Подводный видеокомплекс крепился непосредственно на хребтину таким образом, чтобы место крепления первого поводца находилось на расстоянии 50 см от видеокамеры. Использовался источник света со световым потоком 220 лм.

3 декабря были пойманы две рыбы: на пятый крючок (7,5 м от камеры) — самец пикши длиной 51 см и массой 1420 г с пустым желуд-

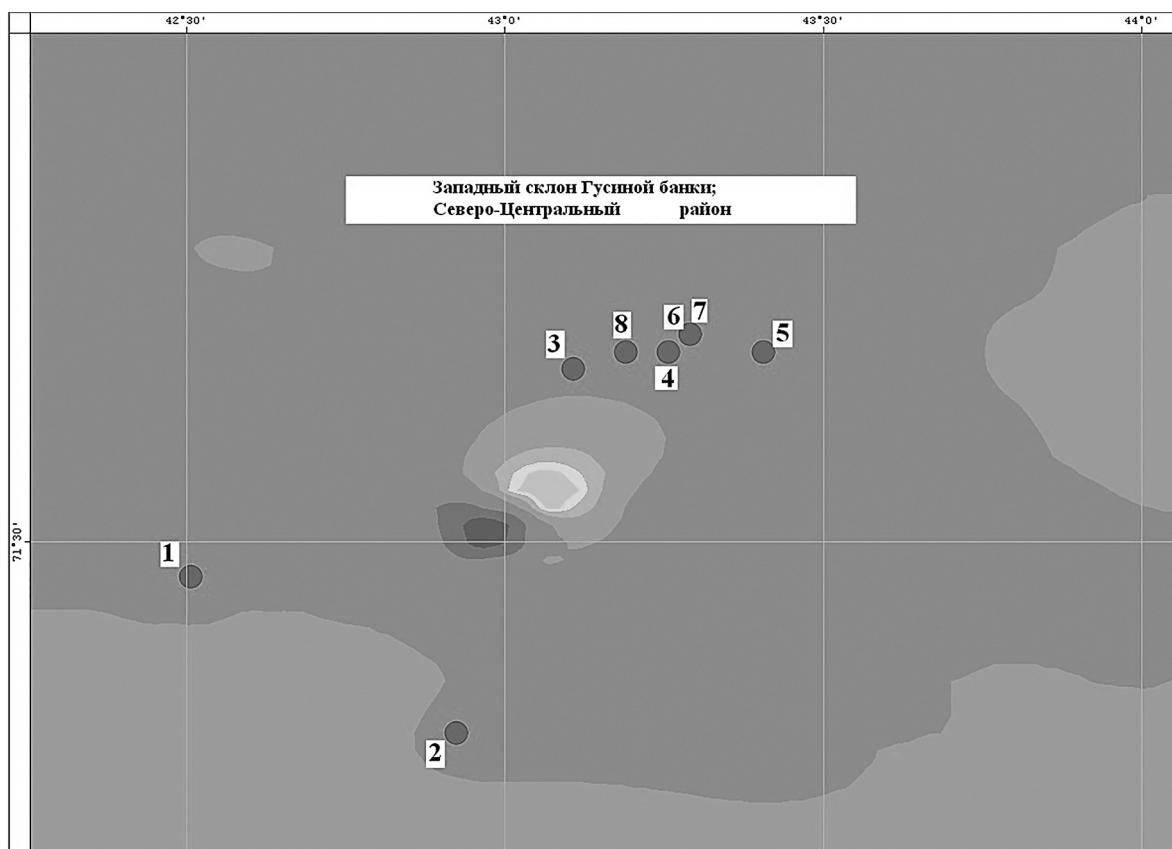


Рис. 9. Районы постановки исследовательских ярусов

Таблица 1. Основные параметры исследовательских ярусов

Дата	03.12.13	09.12.13	10.12.13	14.12.13	15.12.13	18.12.13	19.12.13	20.12.13
Время поста-новки	14:22	15:10	21:45	23:30	22:10	10:20	12:30	10:26
Время выборки	2:20	21:20	2:20	2:30	4:45	16:20	19:45	17:00
Долгота	71°28,0'	71°19,2'	71°39,9'	71°41,3'	71°41,4'	71°41,2'	71°41,6'	71°41,3'
Широта	42°28,9'	42°55,3'	43°06,4'	43°14,8'	43°24,2'	43°15,2'	43°17,3'	43°11,4'
Глубина, м	211	230	247	250	249	249	253	249
Продолжитель-ность застоя, ч	11:58	6:10	4:35	3:00	6:35	6:00	7:15	6:34
Продолжитель-ность подвод-ной съёмки, ч	0:57	3:05	3:20	2:23	3:40	3:34	3:30	3:30
Количество крючков	6	4	4	3	3	3	3	3+4
Наживка	кальмар	кальмар	кальмар	кальмар, скумбрия				

Таблица 2. Параметры видеосъёмки

Дата	03.12.13	09.12.13	10.12.13	14.12.13	15.12.13	18.12.13	19.12.13	20.12.13
Разрешение видеокамеры	1920×1080	1920×1080	1920×1080	1920×1080	1920×1080	1920×1080	1920×1080	1920×1080
Частота кадров, 1/с	30	30	30	30	30	30	30	30
Формат кадра	16:9	16:9	16:9	16:9	16:9	16:9	16:9	16:9
Лазерный указатель	включён	выключен	выключен	выключен	выключен	выключен	выключен	выключен
Угол обзора	широкий	средний	узкий	средний	средний	средний	средний	широкий
Контрастность	обычная	обычная	обычная	обычная	обычная	обычная	повышенная	повышенная
Светочувствительность, ISO	стандартная	стандартная	стандартная	стандартная	800	800	800	800
Экспозиция (замер)	центр.-взвеш.	центр.-взвеш.	центр.-взвеш.	центр.-взвеш.	центр.-взвеш.	точечный	центр.-взвеш.	

ком; на шестой крючок (9 м от камеры) — самка трески длиной 81 см и массой 3040 г с полным желудком (морские тараканы). Ярус находился в воде 11 часов. На видеозаписи продолжительностью около часа были видны только первые один-два крючка с наживкой, и можно сделать вывод, что рыбы были пойманы после окончания видеосъёмки.

9 и 10 декабря аналогичным образом использовался отрезок хребтины, на котором с интервалом 70 см было установлено 4 крючка с поводцами длиной 40 см. В качестве наживки также использовался кальмар (рис. 10, 11). С этого момента и в дальнейшем для ос-

вещения уже использовался рассеянный свет (220 лм). В обоих случаях на видеозаписи достоверно просматривались лишь первые два крючка с наживкой.

9 декабря на первый крючок (50 см от видеокамеры) была поймана самка пикши длиной 41 см и массой 580 г с пустым желудком. Ярус находился в воде 6 часов, продолжительность видеозаписи составила 3 часа. Рыба явно была поймана после окончания видеозаписи.

10 декабря на четвёртый крючок (250 см от видеокамеры) был пойман самец трески длиной 71 см и массой 2640 г (рис. 12, 13), в желудке которого были две особи эвфаузиид. На видеозаписи четвёртый крючок не просматривался. Анализ видеозаписи показал, что рыба была поймана примерно через полчаса пребывания яруса на грунте. После момента поимки были отмечены рывки хребтины и резкие изменения ориентации видеокомплекса с зарыванием в ил, которые продолжались больше часа.

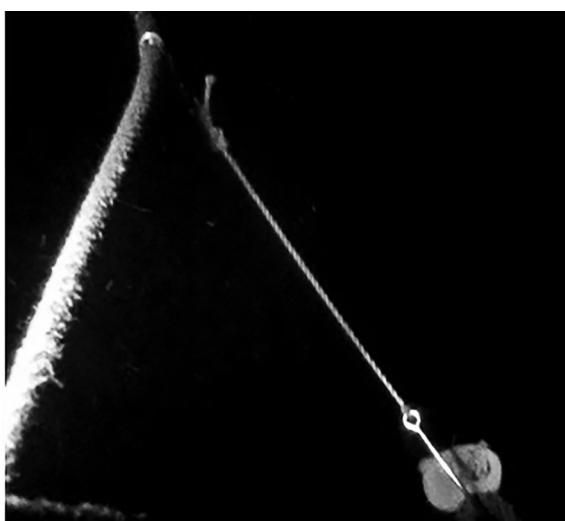


Рис. 10. Отрезок хребтины, поводец, крючок с наживкой; глубина постановки яруса — 211 м (9 декабря)



Рис. 11. Крючок с наживкой из кальмара на дне; глубина постановки яруса — 247 м (10 декабря)



Рис. 12. Выборка исследовательского яруса 10 (11) декабря (на четвёртом от видеобокса крючке треска длиной 71 см)



Рис. 13. Выборка исследовательского яруса 10 (11) декабря



Рис. 14. Треска на поводце с крючком на глубине 247 м (10 декабря, западный склон Гусиной банки)

В некоторый момент видеокамерой была зафиксирована голова трески с крючком в челюсти (рис. 14), т.е. рыба на 40-сантиметровом поводце попала в зону съёмки, определяемую интенсивностью освещённости.

Как отмечалось выше, крупные рыбы, удерживаемые ярусом, вызывали существенные нарушения ориентации видеобоксов и процесса съёмки. По этой причине было принято решение выставлять крючки с наживкой таким образом, чтобы они находились в освещённой зоне и могли быть зафиксированы видеокамерой.

В дальнейшем при постановках исследовательского яруса с 14 по 19 декабря (4 операции) использовался отрезок хребтины, на котором с интервалом 70 см было установлено 3 крючка с поводцами переменной длины. Первый поводец, прикреплённый на расстоянии 50 см от камеры был длиной 20 см, второй поводец — длиной 40 см, третий — длиной 40 или 50 см. Такая длина поводцов обеспечивала попадание крючков с наживкой в зону виде-



Рис. 15. Отрезок хребтины, поводцы и крючки с наживкой (гребневик обывает наживку; глубина 249 м, 15 декабря)



Рис. 16. Отрезок хребтины, поводцы и крючки с наживкой (эвфаузиды обывают наживку; глубина 249 м, 15 декабря)

осъёмки, но при этом почти исключала вероятность их сцепления друг с другом (рис. 15, 16). В качестве наживки использовались кальмар и скумбрия.

При проведении этих 4 постановок изменили параметры видеосъёмки — светочувствительность, контрастность, экспозиция и углы обзора, в результате чего удалось повысить качество изображения.

20 декабря был выставлен исследовательский ярус, оснащённый по второму варианту, т.е. с направлением видеокамеры и потока света вертикально на дно. Несмотря на принятые меры предосторожности при установке видеокомплекса на хребтину и отдаче яруса, один из крючков горизонтального отрезка хребтины зацепился за вертикальную пожилину. В результате произошло отклонение оси видеокамеры от вертикальной пожилины, и пучок из 4 поводцов с крючками не попал в кадры видеосъёмки.



Рис. 17. Рыба, перемещающаяся в зоне яруса (видны вертикальная оттяжка, отрезок хребтины с крючками и регулировочная цепь; глубина 249 м, 20 декабря, 11:01:17)

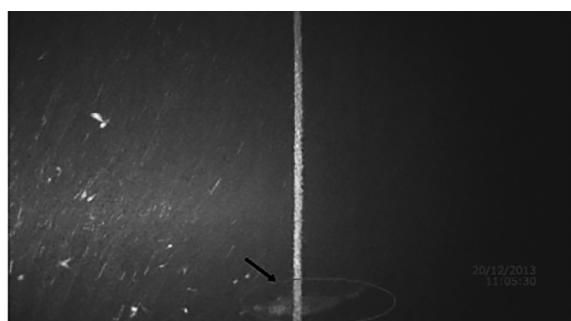


Рис. 18. Рыба, перемещающаяся в зоне яруса (виден отрезок хребтины; глубина 249 м, 20 декабря, 11:05:30)

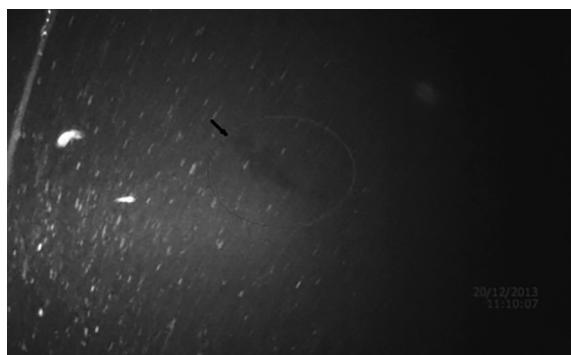


Рис. 19. Рыба, перемещающаяся в зоне яруса (виден отрезок хребтины с крючками; глубина 249 м, 20 декабря, 11:10:07)

Анализ видеосъёмки, выполненной на ярусе, позволил последовательно зафиксировать в зоне действия яруса 4 особи рыбы (предположительно трески), которые перемещались вблизи грунта во взвешенном слое, состоящем из песка и ила. На кадрах видеосъёмки они были трудноразличимы (рис. 17–19).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Подводные наблюдения проводились в Баренцевом море на глубинах 210–250 м, имеющих низкую освещённость, поэтому для обеспечения видеосъёмки использовался искусственный свет белого цвета. Подобное освещение традиционно использовалось при проведении подводных фото-, кино-, видео-, телесъёмок и визуальных наблюдений в различных районах Мирового океана, в том числе в Баренцевом море [Серебров, 1988]. При этом не отмечалось, что данный световой спектр заметно влияет на поведение рыб и затрудняет проведение наблюдений [Коротков, 1998]. Применяемый искусственный свет представляет собой излучение, в спектре которого распределение энергии наименьшее в коротковолновой и наибольшее в длинноволновой области [Протасов, 1961 а], и содержит как участки спектра, на которые у гидробионтов выражена положительная реакция, так и участки спектра с безразличной или отрицательной на них реакцией.

Как показали наблюдения в северных морях, большинство донных и придонных гидробионтов не проявляют заметной реакции на средства подводного наблюдения [Лагунов, 1955; Киселев, 1968]. По большей части эти

наблюдения и съёмки проводились с движущимися платформ, на которых находились наблюдатели или подводная аппаратура.

В нашем случае проводились видеонаблюдения за практически неподвижным отрезком хребтины с поводцами, освещённым достаточ-но ярким для глубин 200–250 м источником искусственного света, то есть гидробионты входили в зону наблюдения в результате собственных перемещений. До постановки исследовательского яруса изучаемые объекты находились практически в полной темноте. Искусственный свет, несомненно, оказывал влияние на поведение гидробионтов и, соответственно, на результаты проведённых исследований. Известно, что сильное градиентное поле точечного светового поля вызывает «шоковые реакции»: непроизвольное движение рыб на источник света, нарушение равновесия и круговые движения вокруг источника. [Протасов, 1961 а]. Высокая интенсивность света от источников не позволяет многим видам рыб подходить и концентрироваться около них, большинство рыб держится вдали от источников света в зоне освещения меньшей интенсивности.

В сетчатке глаз большинства костистых рыб имеется два типа приёмников света: колбочки (дневные приёмники света) и палочки (сумеречные приёмники света). В сумерках (в условиях «темновой» адаптации глаза) воспринимаемый спектр света охватывает только коротковолновую часть шкалы воспринимаемых световых волн. Днём (в условиях «световой» адаптации глаза) воспринимаемый спектр света смещается в правую (длинноволновую) часть спектра света. Переход от дневного (колбочкового) к сумеречному (палочковому) зрению сопровождается изменениями функциональных особенностей зрения: остроты зрения, способности восприятия цветов и других зрительных реакций. Величина освещённости, при которой происходит переход от дневного к сумеречному зрению, для трески составляет 0,01–0,001 лк [Протасов, 1968].

Чувствительность глаз рыб к яркости света может меняться в 10^9 – 10^{10} раз. Пороговая чувствительность глаз трески после 40-минутного пребывания в темноте по экспериментальным данным В. Р. Протасова [1968] составляет 0,0000004 лк и в дальнейшем не возрастает. Переход сетчатки глаза трески от



Рис. 20. Рак-отшельник и другие гидробионты, привлеченные в зону яруса (западный склон Гусиной банки, глубина 247 м, 10 декабря)

состояния темновой к световой адаптации проходит значительно быстрее — от 10 до 30 с [Протасов, 1968].

Анализ видеозаписи подводных наблюдений показал, что вся пойманная исследовательским ярусом рыба (треска и пикша) облавливалась крючками, находящимися за пределами зоны интенсивного освещения, и поэтому почти не попадала в кадр. Это означает, что треска и пикша держались на границе зоны освещённости, стараясь не заходить внутрь освещённой зоны. При этом уловистость исследовательского яруса (на количество выставленных крючков) в период с 3 по 10 декабря была значительно выше аналогичных показателей промысловых ярусов, выставляемых на соседних участках. Скорее всего, причиной этого явления было привлечение в освещённую зону значительного количества эвфаузиид, креветок, молоди рыб и других гидробионтов (рис. 20), которые, в свою очередь, привлекали хищников.

Подобная концентрация трески и пикши на границах освещённой зоны была зафиксирована сотрудником ВНИРО О. А. Соколовым с подводной лодки «Северянка» в Баренцевом море на глубине 120 м [Беляева, Никоноров, 1961]. В освещённой зоне в большом количестве собирались ракчи эвфаузииды, а особи трески и пикши активно питались этими раками, не заходя в зону интенсивного освещения.

В период с 14 по 19 декабря, после того как с экспериментального яруса были убраны поводцы с крючками, которые располагались за пределами зоны наблюдения, не было отмечено случаев поимки рыб, несмотря на значительное повышение уловистости промысловых ярусов, выставляемых на соседних участках. Скорее всего, треска и пикша, обитающие на глубинах 210–250 м в условиях полярной ночи, избегают зоны интенсивного локального освещения.

Наиболее вероятно, что при постановках исследовательского яруса, оснащённого по первому варианту, особи трески и пикши совершили перемещения в придонном слое вблизи освещённого отрезка хребтины, но не заходили в наблюдалемую зону.

Анализ видеозаписи подводных наблюдений за исследовательским ярусом, оснащённым по второму варианту, подтверждает эту гипотезу. Несмотря на отсутствие на крючках

пойманых рыб, были зафиксированы перемещения рыб, державшихся на границе зоны интенсивного освещения.

Проведённые исследования показали, что прямое наблюдение за поведением трески и пикши на указанных глубинах при использовании «белого» света практически невозможно. Решение проблемы видится в применении монохромного освещения.

Большинство рыб — дихроматы: они различают значительно меньше цветов, чем человек. Все видимое ими разнообразие цветов можно получить смешением двух основных: синего и светло-красного, а не трёх цветов, как у человека. При этом они не видят электромагнитных волн, воспринимаемых нами как тёмно-красный свет. Объясняется это тем, что красные лучи солнечного света не проникают глубоко под воду [Протасов, 1961 б].

Шкала световосприятия трески разделяется на три участка: участок цветного зрения в центре шкалы и два участка ахроматического зрения по краям шкалы. Цветное пространство трески — двухмерное, то есть в сетчатке имеются два цветных приёмника, и любой цвет для глаз трески может быть выражен через два основных цвета — красный и синий [Протасов, Голубцов, 1960].

Красный свет, не воспринимаемый рыбами, может быть использован для наблюдения за их поведением ночью [Протасов, 1961 б]. По экспериментальным данным [Протасов, 1961 а], воспринимаемый молодью трески спектр света составляет 445–685 ммк, границы темновой адаптации составляют 445–610 ммк с максимальной чувствительностью 504 ммк, границы световой адаптации составляют 485–685 ммк с максимальной чувствительностью 550 ммк. При переходе трески от световой к темновой адаптации максимум чувствительности глаза к свету сдвигается из жёлто-зелёной области (550 ммк) в зелёную область (500 ммк); при противоположной адаптации происходит обратное [Протасов, Голубцов, 1960].

Аквариальные эксперименты также показали, что треска устремлялась к своей пище (мелким рыбкам) только днём, ночью же она обнаружить её не могла. Когда в полной темноте освещали аквариум тёмно-красным светом, было видно, как треска неуверенно, как бы

«наощупь» передвигается по аквариуму, совершенно не реагируя ни на красный свет, ни на рыбок. Но как только включали над аквариумом обычную электрическую лампу, картина сразу же изменялась — треска нападала на рыбок [Протасов, 1961 б].

Представляется целесообразным проводить дальнейшие исследования процесса ярусного лова с применением монохромного освещения, оказывающего на изучаемые рыбные объекты привлекающее, нейтральное и, возможно, даже отпугивающее воздействие. Ориентировочно это может быть освещение зелёно-голубого, жёлтого и тёмно-красного участков спектра.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведённых исследований были установлены следующие новые положения и результаты:

1. Проведённые работы показали техническую возможность получения данных об особенностях процесса ярусного лова непосредственно на промысле, где с использованием подводной видеосъёмки наблюдалась работа отдельных элементов ярусного порядка и поведение промысловых донных рыб и других гидробионтов в зоне его действия.

2. Установлено, что на работу исследовательского яруса большое влияние оказывают погодные условия, поверхностные и придонные течения, которые затрудняют проведение подводной видеосъёмки.

3. Определено, что для повышения эффективности проведения работ необходимы стабильные гидрологические и погодные условия, возможные лишь в условиях полярного лета.

4. Установлена необходимость увеличения продолжительности подводной видеосъёмки для охвата всего времени промысловой операции, а также увеличения размеров зоны интенсивного освещения.

5. Показано, что прямое наблюдение за поведением трески и пикши на глубинах 200—250 м при использовании искусственного «белого» света практически невозможно.

6. Определено, что объекты лова избегают освещённой «белым» светом зоны и держатся на границе светового пятна, т.е. за пределами зоны наблюдения.

7. Рекомендовано при проведении подводных наблюдений за поведением трески и пикши использовать нейтральные по воздействию участки спектра освещения, не привлекающие и не отпугивающие рыбу. Для этого при подборе спектра освещения целесообразно применять искусственный монохромный свет различных оттенков красного и жёлтого цветов.

ЛИТЕРАТУРА

- Беляева В. Н., Никоноров И. В. 1961. О причинах привлечения рыб на свет // Вопросы ихтиологии. Т. 1. Вып. 3 (20). С. 513—518.
- Киселев О. Н. 1968. Визуальные наблюдения за поведением рыб в естественных условиях // Тезисы докладов Всесоюзной конференции по вопросу изучения поведения рыб в связи с техникой и тактикой промысла. Мурманск. С. 21—26.
- Коротков В. К. 1998. Реакция рыб на трап, технология их лова. Калининград: Страж Балтики. 397 с.
- Лагунов И. И. 1955. Опыт подводных наблюдений из гидростата // Рыбное хозяйство. № 8. С. 54—57.
- Серебров Л. И. 1988. О дифференцированной уловистости донных трапов // Орудия и способы рыболовства. Вопросы теории и практики. М.: Изд-во ВНИРО. С. 185—193.
- Протасов В. Р. 1961 а. О реакциях рыб на свет в связи с особенностями их световосприятия // Вопросы ихтиологии. Т. 1. Вып. 3 (20). С. 519—532.
- Протасов В. Р. 1961 б. Зрение рыб // Природа. № 5. С. 104—106.
- Протасов В. Р. 1968. Зрение и ближняя ориентация рыб. М.: Наука. 206 с.
- Протасов В. Р., Голубцов К. В. 1960. Некоторые функциональные особенности глаза трески [*Gadus morhua* (L.)] и керчака [*Myoxocephalus scorpius* (L.)] // Труды Института морфологии животных им. А. Н. Северцева. Вып. 13. С. 129—138.
- Чумakov А. К., Лука Г. И. 2014. Перспективы развития ярусного промысла в Баренцевом море. СПб: Наука. 336 с.

REFERENCES

- Belyaeva V. N., Nikonorov I. V. 1961. O prichinah privlecheniya ryb na svet [On the attraction of fish by light] // Voprosy ikhtiologii. T. 1. Vyp. 3 (20). S. 513—518.
- Kiselev O. N. 1968. Vizual'nye nablyudeniya za povedeniem ryb v estestvennyh usloviyah [Visual observations of fish behaviour *in vivo* in natural environment] // Tezisy dokladov Vsesoyuznoj konferencii po voprosu izucheniya povedeniya ryb v svyazi s tekhnikoj i taktikoj promysla. Murmansk. S. 21—26.

- Korotkov V.K. 1998. Reaktsiya ryb na tral, tekhnologiya ih lova [The reaction of fish to the trawl, fishing technology]. Kaliningrad: Strazh Baltiki. 397 s.
- Lagunov I. I. 1955. Opyt podvodnyh nablyudenij iz gidrostata [Experience of underwater observations from hydrostat] // Rybnoe hozyajstvo. № 8. S. 54–57.
- Serebrov L.I. 1988. O differentsirovannoj ulovistosti donnyh tralov [On different catchability of bottom trawls] // Orudiya i sposoby rybolovstva. Voprosy teorii i praktiki. M.: Izd-vo VNIRO. S. 185–193.
- Protasov V.R. 1961 a. O reaktsiyah ryb na svet v svyazi s osobennostyami ih svetovospriyatiya [On the reaction of fish to light with reference to peculiarities of their perception] // Voprosy ikhtiol. T. 1. Vyp. 3 (20). S. 519–532.
- Protasov V.R. 1961 b. Zrenie ryb [Vision of fish] // Priroda. № 5. S. 104–106.
- Protasov V.R. 1968. Zrenie i blizhnyaya orientatsiya ryb [Vision and night orientation of fish]. M.: Nauka. 206 s.
- Protasov V.R., Golubtsov K.V. 1960. Nekotorye funktsional'nye osobennosti glaza treski [*Gadus morhua* (L.)] i kerchaka [*Myoxocephalus scorpius* (L.)] [Some functional features of the cod's [*Gadus morhua* (L.)] and sculpin's [*Myoxocephalus scorpius* (L.)] eyes] // Trudy Instituta morfologii zhivotnyh im. A. N. Severtseva. Vyp. 13. S. 129–138.
- Chumakov A.K., Luka G.I. 2014. Perspektivy razvitiya yarusnogo promysla v Barentsevom more [Prospects for a longline fishery development in the Barents Sea]. SPb: Nauka. 336 s.

Поступила в редакцию 02.06.15 г.
Принята после рецензии 16.06.15 г.

Underwater monitoring of longline fisheries in the Barents Sea

V. V. Akishin, I. G. Istomin, V. A. Tatarnikov

Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (FSBSI “VNIRO”, Moscow)

The study of individual elements of the bottom longline and behavior of objects of fishing in the area using underwater observations aimed at improving the efficiency of the longline, improvement and evaluation of its impact on the ecosystem of fishing areas. To solve these problems an underwater video set was developed, which included camcorders, underwater camera case, light source, underwater light source case, and fasteners. The technique of carrying out underwater works implied two variants of specifically developed tier usage: to monitor the plot both in horizontal and vertical planes. In two areas of the Barents Sea 8 research performances were released, during which various video modes were tested. The experiment was carried out in the intervals between fishing operations, without the distraction of the crew, with minimal time on fishing. We used several types of equipment for each tier line segment. The footage video shows aquatic organisms of different species, including commercial fish. Research longline fished cod and haddock. Longline fishing was conducted in the conditions of polar night at depths with minimal lighting, therefore, to improve the quality of the video an artificial white light was used, which is common for underwater photos, film, video, TV filming and visual observations. Analysis of the results showed that fish had avoided zones of intense light and stayed on its borders, almost not getting into the field of observation. The concentration of cod and haddock within the range of a research of the stage was higher compared to adjacent commercial longlines. The reason of this phenomenon was a significant number of aquatic species attracted to the lighted area, and thus the attracted predators. Analysis of published data on cod eyesight showed expediency of usage of monochromatic light in further studies because it has no impact on fish.

Key words: longline fishing, the Barents Sea, underwater videocomplex, cod, haddock.