ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ» ТИХООКЕАНСКИЙ ФИЛИАЛ ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»)

На правах рукописи

ВАККЕР НИКИТА ЛЕОНИДОВИЧ

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СОВМЕСТНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ЛАМП НАКАЛИВАНИЯ И СВЕТОДИОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА НА ПРОМЫСЛЕ САЙРЫ

05.18.17 Промышленное рыболовство

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель:
Доктор технических наук,
профессор Мизюркин М.А

Владивосток
2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4
ГЛАВА 1 АНАЛИЗ СВЕТОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ОРУДИЙ ЛОВА ПРИМЕНЯЕМЫХ НА ПРОМЫСЛЕ САЙРЫ 11
1.1 анализ светового оборудования, применяемого на промысле сайры..... 11
1.2 анализ орудий лова, применяемых на промысле сайры..... 35
ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СВЕТОТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ГАЛОГЕННЫХ И СВЕТОДИОДНЫХ САЙРОВЫХ ЛЮСТР И ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОЦЕНКЕ СТЕПЕНИ КОНЦЕНТРАЦИИ САЙРЫ В ЗОНЕ ОБЛОВА БОРТОВОЙ САЙРОВОЙ ЛОВУШКИ ПРИ ОСНАЩЕНИИ СУДНА СТР ПР. 420 ГАЛОГЕННЫМИ ЛЮСТРАМИ 40
2.1 сравнительная оценка светотехнических параметров галогенных и светодиодных люстр 40
2.2 оценка поверхностной световой зоны судна СТР пр. 420, оснащенного галогенными люстрами..... 45
2.3 оценка зоны распространения подводной освещенности 51
2.4 материалы исследования по оценке степени концентрации водных биологических объектов, положительно реагирующих на свет, в зоне облова бортовой сайровой ловушки..... 53
ГЛАВА 3 СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СВЕТОТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОМЫСЛОВОГО СУДНА, ОСНАЩЕННОГО КВАРЦЕВО-ГАЛОГЕННЫМИ ЛЮСТРАМИ И СВЕТОДИОДНЫМИ БЛОКАМИ..... 64
3.1 технологическая схема оснащения судна СТР пр. 420 галогенными люстрами и светодиодными блоками 64
3.2 оценка поверхностной световой зоны, создаваемой различными вариантами оснащения судна галогенными люстрами и светодиодными блоками..... 68
3.3 оценка степени концентрации сайры в световом поле, создаваемом галогенными и светодиодными люстрами 71

ГЛАВА 4 ПРОМЫСЛОВАЯ СХЕМА ПОСТАНОВКИ, ПОДСУШКИ И ВЫБОРКИ БОРТОВОЙ АССИМЕТРИЧНОЙ ЛОВУШКИ С СУДНА ТИПА СТР пр. 420 74
4.1 подготовка к постановке ассиметричной ловушки 74
4.2 постановка ассиметричной ловушки 76
4.3 подсушка и выборка ассиметричной ловушки 78
ГЛАВА 5 АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ПРОМЫСЛА САЙРЫ СУДАМИ, ОСНАЩЕННЫМИ РАЗЛИЧНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ СВЕТА 81
ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ 98
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 101

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Одним из путей повышения результативности промысла сайры является модернизация светотехнического оборудования на российских промысловых судах и разработка технологии использования комбинированного светотехнического оборудования с регулировкой светового потока в реальных условиях промысла, позволяющей концентрировать рыбу вдоль всего рабочего борта и облавливать ее ловушкой, соизмеримой с длиной промыслового судна.

На промысле сайры в настоящее время работают суда как российской, так и иностранной постройки. Российские суда в основном оснащены кварцево-галогенными люстрами белого и красного свечения, которые проявили себя только с положительной стороны, и нареканий к ним со стороны рыбаков практически нет. Однако при их использовании увеличение мощности светового потока ограничено энергетическими возможностями судовой электростанции. Увеличение судовой энергии путем замены существующих дизель-генераторов на более мощные требует комплексной конструкторской проработки и значительных финансовых затрат. Вместе с тем, для увеличения суммарной мощности светового потока промыслового освещения есть другой путь - дополнительная установка светодиодных (СВД) источников совместно с существующими кварцево-галогенными (ГЛГ) источниками света на тех же световых выстрелах. За счет высокой световой отдачи СВД источников (более 100 лм/Вт) значительно увеличивается суммарный световой поток (для сравнения: у применяемых кварцево-галогенных ламп накаливания световая отдача составляет всего 22 лм/Вт).

В настоящее время технология проведения исследований состояния запасов водных биоресурсов (ВБР), положительно реагирующих на свет, в частности сайры, заключается в визуальной оценке количества рыб, привлеченных светом к судну, и в определении на этой основе величины их запаса. Несовершенство такой технологии очевидно, и заключается оно в

том, что оценивается не естественное распределение и концентрация скопления рыб, а другое его агрегатное состояние, образовавшееся под воздействием на рыб, привлечённых светом. По нашему мнению, правильней было бы оценивать состояние запасов ВБР, положительно реагирующих на свет, исходя из уловов, как это делается при проведении траловых учетных съемок.

В этой связи являются актуальными исследования, направленные на обоснование технологии совместного применения ламп накаливания и светодиодных источников света на промысле сайры, разработки сайровых ловушек и промысловых схем, позволяющих увеличить облавливаемый объем за счет использования в схеме всей длины рабочего борта промыслового судна, вдоль которого установлены светодиодные блоки красного свечения совместно с галогенными люстрами, и разработки алгоритма по оценке концентрации сайры в освещенной зоне.

Степень разработанности темы. Из истории развития промысла сайры известно, что сайру добывали орудиями лова типа лампары, кошельковым неводом, закидным и ставным неводами, дрифтерными сетями [104]. В 1945г. был разработан способ лова сайры бортовыми ловушками с применением электрического света [92]. В качестве надводных источников света широко применяются лампы накаливания различных типов. Начиная с середины 70-х г. прошлого века велись исследования по применению газоразрядных ламп с различными спектральными характеристиками, которые в настоящее время также используются на промысле сайры. В последние годы на промысле сайры стали активно применять светодиодные источники света, которые имеют высокую световую отдачу. Исследованиям в области техники и тактики промысла сайры посвящены труды многих отечественных и зарубежных ученых Борисов, [13, 14] Роушенбах, [87]; Никоноров, [54]; Сидельников, [88, 88, 89, 90, 92]; Гирса, [23,24]; Еремин [68, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 77, 78]; Янченко, [109]; Айдзава, [8]; Мизюркин [41,45]; Hotta, [117]; Kosaka [120]. Однако на основе произведенных

исследований авторам не удалось однозначно показать преимущества судов на промысле сайры, оснащенных только лампами накаливания, или светодиодами, или оснащенных в комбинации с ГЛГ и СВД с регулировкой светового потока при привлечении рыбы в зону облова. Не удалось обосновать и разработать бортовую ловушку, соизмеримую с размерами судна и позволяющую вести облов сайры как со среднетоннажных, так и высокобортных крупнотоннажных судов. Не разработана методика оценки запасов рыб, положительно реагирующих на искусственные надводные источники света.

Цель и задачи исследования. Цель выполненных исследований заключается в обосновании технологии совместного применения ламп накаливания и светодиодных источников света на промысле сайры с регулировкой светового потока в реальных условиях промысла. Для реализации поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- проанализировать источники света и орудия лова, применяемые на промысле сайры;
- сравнить светотехнические параметры галогенных люстр и светодиодных блоков;
- оценить поверхностную и подводную световые зоны судна СТР пр. 420, оснащенного галогенными люстрами;
- исследовать степень концентрации сайры в искусственном световом поле;
- разработать технологическую схему оснащения судна СТР пр. 420 галогенными люстрами и светодиодными блоками;
- оценить поверхностную световую зону, создаваемую различными вариантами оснащения судна галогенными люстрами и светодиодными блоками;
- оценить степень концентрации сайры в световом поле, создаваемом галогенными люстрами и светодиодными блоками;

- разработать промысловую схему постановки, подсушки и выборки бортовой ассиметричной ловушки с судна типа СТР пр. 420;

- показать различия результативности промысла сайры судами, оснащенными различными источниками света.

Объектом исследования является промысел сайры в СЗТО.

Предметом исследования являются технология добычи сайры.

Научная новизна работы. Впервые осуществлена оценка светотехнических параметров галогенных люстр и светодиодных блоков, рассчитаны зоны распространения поверхностной и подводной освещенности судна СТР пр. 420, оборудованного галогенными люстрами, и светодиодными блоками. Разработана методика оценки степени концентрации сайры в зоне облова и показана возможность определения плотности концентрации рыб, привлеченных в зону облова искусственными источниками света, и в конечном итоге определена естественная концентрация сайры в районе лова; Разработана технологическая схема оснащения судна СТР пр. 420 галогенными люстрами и светодиодными блоками; обоснованы параметры бортовой ассиметричной ловушки, соизмеримой с размерами судна, и разработана промысловая схема ее постановки, подсушки и выборки. Впервые осуществлен анализ результативности промысла сайры судами, оснащенными различными источниками света.

Теоретическая значимость работы заключается в создании ранее не существующего метода определения естественной плотности концентрации скопления сайры на примере работы промыслового судна, оснащенного световыми люстрами и бортовой ловушкой. Согласно методике, расчетным путем определяются зона привлечения сайры на свет и зона концентрации рыб у судна. По этим данным находится коэффициент увеличения плотности концентрации сайры в зоне облова. По улову на световой станции определяется плотность концентрации рыб в зоне облова, а используя

коэффициент увеличения плотности, обратным расчетом определяется естественная концентрация скопления сайры.

Практическая значимость работы заключается в разработке схемы оснащения судна СТР пр. 420 галогенными люстрами и светодиодными блоками с независимой регулировкой светового потока в реальных условиях промысла, и разработке ассиметричной сайровой ловушки, соизмеримой с длиной промыслового судна и промысловой схемы постановки и выборки разработанной ловушки как со среднетоннажного , так и с крупнотоннажного высокобортного судна.

Методология и методы диссертационного исследования. Для достижения цели использованы следующие методы:

- аналитический метод расчета поверхностной и подводной освещенности, создаваемой судовыми промысловыми люстрами, и расчет естественной плотности концентрации сайры по величине улова бортовой ловушки, реализованной в программе Microsoft© Office Excel;

- научно-исследовательские работы (технические и промысловые испытания проводились на судне БИФ ТИНРО НИС «Владимир Сафонов»).

Основные положения, выносимые на защиту:

- метод оценки поверхностной и подводной освещенности, создаваемой судном СТР пр. 420, оснащенным галогенными и светодиодными источниками света;

- метод определения естественной концентрации скоплений сайры в районе лова;

- технология промысла сайры бортовой ассиметричной ловушкой, соизмеримой с длиной судна;

- результативность промысла сайры судами, оснащенными различными источниками света.

Степень достоверности и апробация результатов подтверждается многократными экспериментами на промысле сайры на НИС «Владимир Сафонов» при работе в группе промысловых судов, оснащенных различными

источниками света. Точность измерений спектральных характеристик галогенных люстр и светодиодных блоков, полученных с помощью спектрометра SR-1, составила порядка 4 %. Погрешность измерения освещенности галогенных и светодиодных источников света 10 %.

Декларация личного участия. Автор принимал участие в разработке метода оценки поверхностной и подводной освещенности, создаваемой судном, оснащенным галогенными и светодиодными источниками света, и разработке метода определения естественной концентрации скоплений сайры в районе лова. Разработал технику и тактику промысла сайры ассиметричной ловушкой со среднетоннажного судна, оснащенного различными источниками света с независимой регулировкой параметров светового поля. Автор организовал и провел экспериментальные работы по привлечению к судну сайры при использовании светотехнического оборудования в шести промысловых режимах: с помощью исключительно галогенных люстр; галогенных люстр и белых светодиодных блоков с максимальным световым потоком; галогенных люстр и белых светодиодных блоков со средним световым потоком; галогенных люстр и белых светодиодных блоков с минимальным световым потоком; галогенных люстр и красных светодиодных блоков с максимальным световым потоком и с помощью исключительно белых и красных СВД блоков. Автор исследовал результативность промысла сайры судами, оснащенными различными источниками света.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 7 печатных работ, в том числе 3 в изданиях перечня Российских рецензируемых научных журналов ВАК Минобрнауки России.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения 5 разделов, выводов и предложений, библиографического списка. Общий объем диссертации составляет 113 страниц машинописного текста, 41 рисунков, 12 таблиц. Список использованных источников состоит из 128 работ и 18 работ принадлежит иностранным авторам.

Благодарности. Автор выражает искреннюю благодарность научному руководителю, доктору технических наук, профессору, заслуженному работнику рыбного хозяйства Мизюркину Михаилу Алексеевичу за неоценимую помощь в сборе материала при написании диссертационной работы, доктору технических наук Кручинину Олегу Николаевичу за помощь в подготовке диссертации к защите, ведущему инженеру сектора ресурсосберегающих технологий лова ТИНРО Еремину Юрию Викторовичу за помощь в оснащении НИС «Владимир Сафонов» светотехническим оборудованием, кандидату технических наук Волотову Виктору Михайловичу за помощь в исследовании светотехнических характеристик различных источников света и начальнику отдела бассейновых промысловых прогнозов Захарову Егору Андреевичу за помощь в работе и ценные рекомендации.

ГЛАВА 1 АНАЛИЗ СВЕТОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ОРУДИЙ ЛОВА, ПРИМЕНЯЕМЫХ НА ПРОМЫСЛЕ САЙРЫ

1.1 Анализ светового оборудования, применяемого на промысле сайры

Сайра является одним из наиболее важных промысловых объектов северо-западной части Тихого океана. Ее добычу ведут Япония, Россия, Тайвань, Республика Корея и КНДР. Ресурсы тихоокеанской сайры только в районе Курильских островов позволяют добывать порядка 1 млн т ежегодно [100], при этом косяки сайры рассредоточены на акватории, занимающей десятки тысяч квадратных миль, и совершают протяженные миграции из мест нереста в районы интенсивного нагула и обратно [58, 59, 60, 98, 116, 117, 120]. Как известно, сайра в некоторые периоды жизни положительно реагирует на искусственный свет [13, 14, 23, 24, 27, 28, 61, 62, 82, 83, 84] , и ее реакция на надводные источники света зависит от многих факторов.

Так, сайра слабо реагирует на надводные источники света в период полнолуния, когда луна не закрыта облаками. В такие ночи естественная освещенность позволяет рыбе различать пищу даже в ночное время [83], плохо реагирует на искусственный свет в дни предшествующие прохождению циклонов через район промысла [63, 96]. За несколько суток до шторма у рыб резко ухудшается реакция на искусственный надводный источник света, что отрицательно сказывается на результативности промысла [63, 96, 97]. Здесь важно отметить, что рыбы избегают слоя ветрового волнения, так как в нем сложно сохранить структуру стаи [21, 22, 37]. Как показали многолетние наблюдения, шторма влияют на термоструктуру верхнего слоя океана и приводят как к распаду, так и формированию скоплений сайры. Вероятность распада скоплений сайры после шторма значительно уменьшается от лета к зиме, но при этом ухудшаются условия для нагула сайры, и повышается устойчивость сайровых скоплений [99, 100]

Японские исследователи [8, 9] подразделяли косяки сайры на шесть видов, при определении которых учитывали следующие факторы: глубину

залегания; направление движения; плотность; размеры; способность быстро менять глубину нахождения; особенности реакции на свет.

Такое разнообразие особенностей поведения скоплений сайры предопределило наличие различных видов светотехнического оборудования и приемов лова [17, 18, 40, 52].

Из истории развития промысла сайры известно, что её добывали орудиями лова типа лампары, кошельковым неводом, закидным и ставным неводами, дрифтерными сетями [104]. В 1945 году был разработан способ лова сайры бортовыми ловушками с применением электрического света [92]. В нашей стране сайровый промысел с применением искусственных источников света начал развиваться в 1955 - 1960 годах [14, 86]. В качестве надводных источников света широко применяются лампы накаливания различных типов. Начиная с середины 70-х г. прошлого века, велись исследования по применению газоразрядных ламп с различными спектральными характеристиками, которые в настоящее время также используются на промысле сайры. В последние годы на промысле сайры стали активно применять светодиодные источники света, которые имеют высокую световую отдачу.

Одной из основных задач промысла рыб с использованием искусственного света является выбор источников света с оптимальными спектральными характеристиками [110] и их удобным расположением на промысловой палубе для формирования светового поля с оптимальной освещенностью [2, 4, 79]. Наилучшими источниками света для пелагических рыб, адаптированных к темноте являются источники света с длиной волны 540-550 нм [38, 39, 85].

На начальном этапе освоения промысла сайры бортовыми подхватами с применением надводных источников света использовались колбовые лампы накаливания РЛ-500 синего, белого и красного света [14, 29, 54]. В применяемой схеме оснащения люстра с электрическими лампами красного света выносилась за рабочий борт на выстреле с таким расчетом, чтобы свет

падал на среднюю часть между бортом судна и сигарой. Противоположный борт оснащался люстрами синего света [14, 54]. Люстры с лампами красного света включались после того, как у привлекающего борта под люстрами синего света собиралось достаточное количество сайры. При выключении люстр с синим светом сайра переходила под килем на рабочий борт и в это время облавливалась бортовой ловушкой (рисунок 1.1).

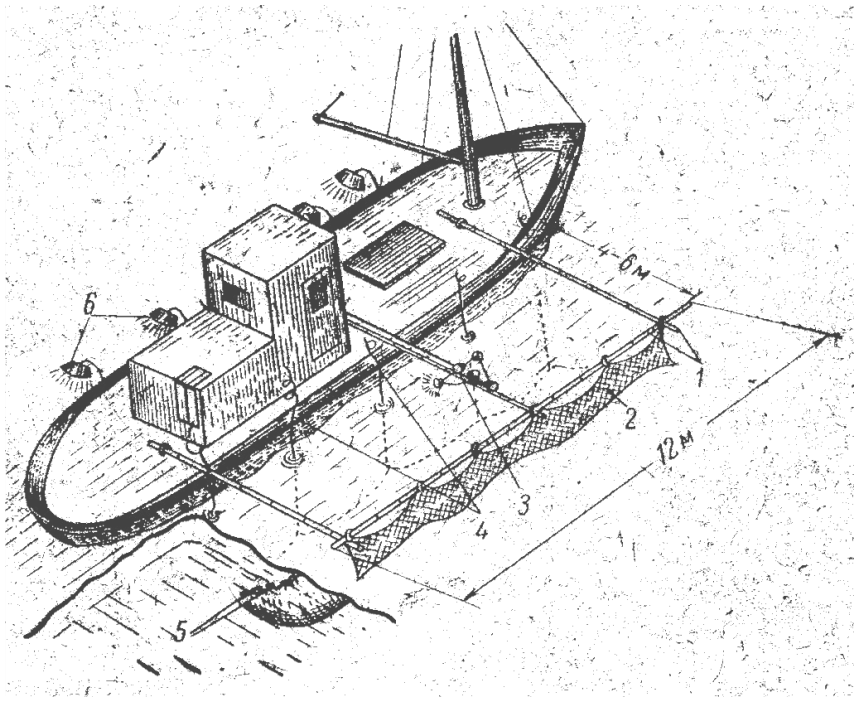


Рисунок 1.1 - Схема оснащения судна люстрами красного и синего света: *1* - сигара, *2* - сетное полотно, *3* - лампы красного света, *4* - подъемные концы, *5* - загрузка, *6* - люстры синего света

При проведении эксперимента с лампами ультрафиолетового света привлекающий борт оснащался лампами накаливания белого света, рабочий борт – ультрафиолетовыми лампами [29]. Сайру привлекали к борту судна светом по общепринятой методике, и косяк концентрировался под источниками белого света.

Источник ультрафиолетового света в это время находился в работе и освещал поверхность воды вместе с лампами накаливания. После выключения ламп РЛ-500 включенным оставался только источник ультрафиолетового света ПРК-7 мощностью 1 кВт. Сайра бурно реагировала на изменение освещенности, собиралась в полеультрафиолетового света и

через некоторое время рассеивалась. Поведение сайры в поле ультрафиолетового света напоминало ее реакцию на красный свет, однако в этом случае косяк сайры концентрировался плотнее и держался в освещенной зоне несколько продолжительнее, чем в красном свете. Такое поведение сайры в зоне облучения ультрафиолетовым светом автор объяснил люминесцирующим эффектом объема воды, в котором присутствуют планктон, взвеси и др.

На судах типа СРТ и СРТМ-800 для промысла сайры применяли лампы накаливания РЛ-500 световой отдачей 9 лм/Вт [89, 90, 109], из которых изготавливались люстры привлекающего, подводящего и концентрирующего света [85]. Люстры привлекающего света составляли из 8-10 ламп с прозрачными колбами, устанавливали на высоте 3-4 м с наклоном 30-60° к поверхности воды. Люстры подводящего света служили для перевода косяка сайры с привлекающего борта на рабочий. Их устанавливали на высоте 5,0-5,5 м, и они конструктивно не отличались от привлекающих люстр. Люстры концентрирующего света изготавливали из 6-10 ламп с колбами голубого и красного стекла, которые устанавливали вдоль рабочего борта на выстрелах, обеспечивая освещение акватории моря в центре зоны облова.

В 80 г. прошлого столетия два промысловых судна типа СТР-1320 «Валуйск» и СТР пр. 503 «Ступино» были оснащены колбовыми лампами накаливания мощностью 500-750 Вт японского производства. После переоборудования эти суда могли заниматься только промыслом сайры. Перейти на другой вид лова могли только после кардинального изменения промысловой схемы, что оказалось весьма затратным и экономически невыгодным. Впоследствии эти суда оборудовались отечественными лампами, по принятой у нас схеме. Распределение поверхностной освещенности от судна типа СТР-1320, оснащенного обычными сайровыми люстрами с колбовыми лампами РЛЗС-500, представлено на рисунке 1.2. В этом случае сайра начнет двигаться к судну с расстояния порядка 60 м, где

освещенность составляет 0,1 лк [85]. Именно к таким параметрам освещенности приурочены основные жизненные функции сайры [31, 85, 86]

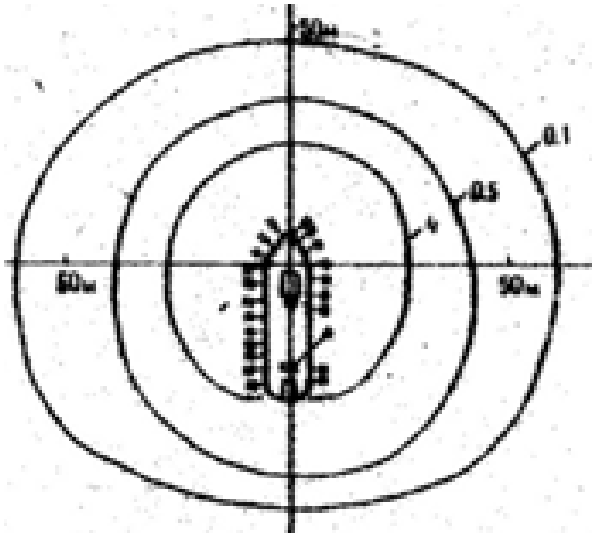


Рисунок 1.2 - Распределение горизонтальной освещенности от сайрового оборудования, состоящего из люстр с лампами накаливания РЛЗС-500 у судна типа СТР-1320

В настоящее время на промысле сайры работают маломерные и среднетоннажные суда Японии, Южной Кореи и Тайваня, которые продолжают оборудоваться колбовыми лапами накаливания мощностью 500-750 Вт световой отдачей порядка 15 лм/Вт. При этом в схему оснащения судов постоянно встраиваются и другие источники света.

В связи с тем, что световая отдача у колбовых ламп накаливания не высокая (9-15 лм/Вт), рыбопромышленники совместно со специалистами по светотехнике постоянно ведут поиск и проводят экспериментальные работы с другими источниками света. Начиная с 1974 г. сотрудники ТИНРО Алимов, Глебов, Казаков, Янченко [5, 11, 25, 105, 106, 107, 108, 109], проводили экспериментальные работы с источниками лучистой энергии, качественно отличающимися от света ламп накаливания. На взгляд авторов, такими источниками могли стать трубчатые ксеноновые лампы ДКсТ 20 000 и ДКсТ 50 000, в которых используется излучение ксенона при давлении от сотен до нескольких миллионов паскалей.

Трубчатые лампы типа ДКсТ представляют собой мощный источник оптического излучения в близкой ультрафиолетовому, в видимой и близкой

инфракрасному излучению областях спектра. Маркировка ламп: Д – дуговая, Кс – ксеноновая, Т – трубчатая. Световая отдача у лампы ДКсТ 20 000 составляет 29 лм/Вт, у лампы ДКсТ 50 000 – 45 лм/Вт [10].

В 1975 году специалистами ТИНРО был спроектирован, изготовлен и запатентован [7] специальный светильник «Сириус» для концентрации сайры у борта промыслового судна (рисунок 1.3).

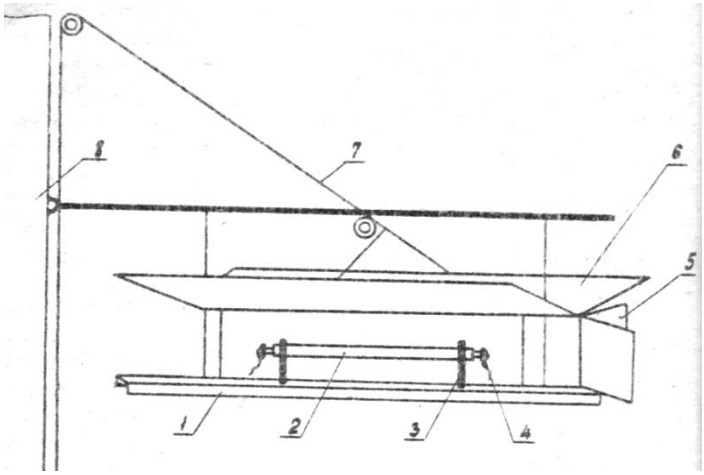


Рисунок 1.3 - Светильник «Сириус» для лампы ДКсТ 50 000: *1*- основание светильника, *2* - лампа ДКсТ 50 000, *3* - держатели лампы, *4* - токоподводящий кабель, *5* - боковые неподвижные открылки, Верхние подвижные открылки, *7* - оттяжка, *8* - носовая мачта судна

Испытания проводили на промысловых скоплениях сайры с судна типа СРТМ 800 «Ракета». При обнаружении рыбы судно ложилось в дрейф, и включали светильник «Сириус». По мере подхода сайры к борту судна верхние открылки светильника опускались (рисунок 1.3) и одновременно с этим включались несколько сайровых люстр. По мере образования плотного косяка вокруг судна светильник «Сириус» выключался, и включались все сайровые люстры. Далее по обычной схеме производили облов сайры бортовой ловушкой [109]. Во время экспериментального лова было выявлено, что применение светильника «Сириус» совместно с сайровыми люстрами существенно повышает результативность лова сайры. Совместно с представителями промышленности было рекомендовано оборудовать несколько судов типа СРТ-300-400, РС-300 лампами ДКсТ 20 000, а суда

типа СРТМ-800 – лапами ДКсТ 20 000 и ДКсТ 50 000 для широких производственных испытаний.

Распределение поверхностной освещенности от судна СРТМ-800, оснащенного сайровыми люстрами с лампами РЛЗС-500 и двумя светильниками «Солнечник» с ксеноновыми лампами ДКсТ 20 000, показано на рисунке 1.4 [86]. В этом случае сайра начнет привлекаться к судну с бортов с расстояния порядка 200 м, с носа – 80 м, а с кормы – 115 м, где освещенность составляет 0,1 лк [86]. Анализ работы добывающих судов на промысле сайры в 1977 г. показал, что в реальных условиях промысла, особенно в свежую погоду, трудно соблюсти рекомендуемый режим работы осветительным устройством с подвижными плоскими открылками из-за сильной бортовой качки, что вызывает изменение освещенности на крайних участках освещенной зоны. При этом ширина участка с периодическим изменением освещенности прямо пропорциональна силе ветра или волнения и обратно пропорциональна ширине открылков. Изменение освещенности в зоне привлечения сайры отражалось на ее поведении и влияло на скорость перемещения рыбы к борту судна [107, 108] и отрицательно влияло на результативность промысла.

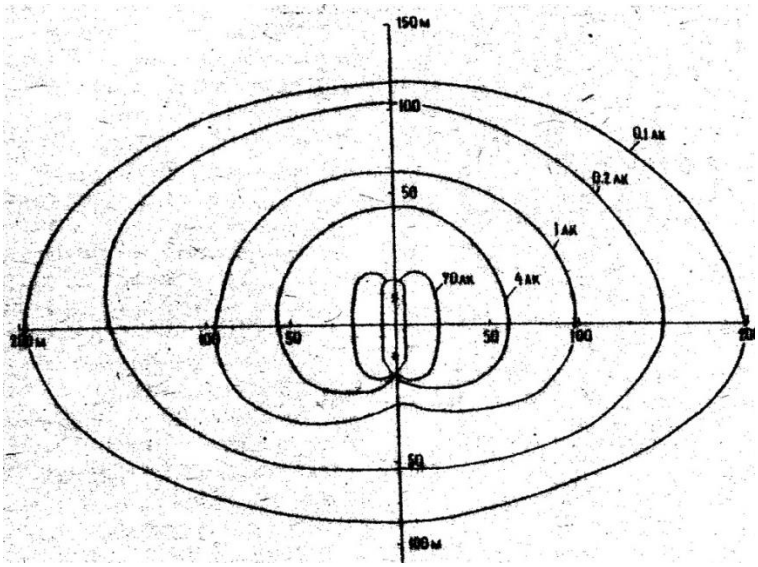


Рисунок 1.4 - Распределение поверхностной освещенности от судна СРТМ-800, оснащенного двумя светильниками «Солнечник»

Оценку эффективности источников света следует производить с учетом факторов, обусловливающих ведение промысла, таких как надежность работы светового оборудования в морских условиях, удобство эксплуатации и обслуживания, энергетические возможности, конструктивные и энерготехнические особенности судна и т.п. [25]. Для приведения ксеноновых газоразрядных ламп в рабочее состояние каждому светильнику необходимо иметь крупногабаритную пускорегулирующую аппаратуру, что снижает их надежность и затрудняет использование светильников «Солнечник» и «Сириус» на промысловых судах [86]. По вышеперечисленным причинам на отечественных судах, несмотря на высокую эффективность ламп ДКсТ 20 000 и ДКсТ 50 000, продолжили оснащать промысловые суда лампами накаливания РЛЗС-500 и приступили к дооборудованию судов галогенными лампами накаливания (ГЛН) типа КГ мощностью 1,5 и 5,0 кВт.

Принцип действия ГЛН заключается в образовании на стенке кварцевой колбы летучих соединений – галогенидов вольфрама, которые испаряются со стенки, разлагаются на теле накала и возвращают ему испарившиеся атомы вольфрама. Эти лампы по сравнению с обычными лампами имеют более стабильный по времени световой поток, повышенный срок службы, значительно меньшие размеры, высокую термостойкость и механическую прочность благодаря применению кварцевой колбы [10]. Малые размеры и прочная оболочка позволяют наполнить лампы до высоких давлений ксеноном и получить на этой основе более высокую яркость и повышенную световую отдачу (порядка 22-26 лм/Вт).

В 1987-1989гг. начали использовать галогенные лампы накаливания КГ-220-1500 в светильниках типа ПКН (рисунок 1.5) взамен сайровых люстр с лампами РЛЗС-500 и световой гирлянды с лампами КГ-220-5000 [86, 110]. На судах типа РС-300 световое оборудование состояло из 10-12 выстрелов с двумя светильниками ПКН-1500, и семь таких светильников дополнительно

устанавливались на мачте судна (рисунок 1.6) На судне типа СТР-1320 пр. 503 устанавливалось 23 выстрела со светильниками типа ПКН (рисунок 1.7).

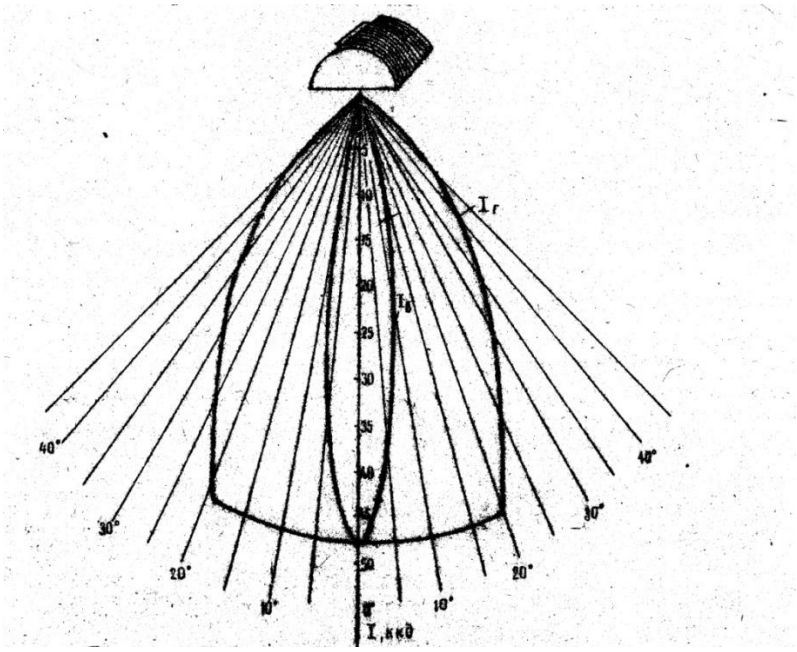


Рисунок 1.5 - Кривые силы света светильника ПКН 1500-2 в горизонтальной *($I_г$)* и вертикальной *($I_в$)* плоскостях

Светильники ПКН 1500-2 – это светильники прожекторного типа, имеющие соответственные углы излучения в вертикальной и горизонтальной плоскостях (рисунок 1.5). Эту особенность учитывали при выборе угла наклона светильников ПКН во время настройки светового оборудования.

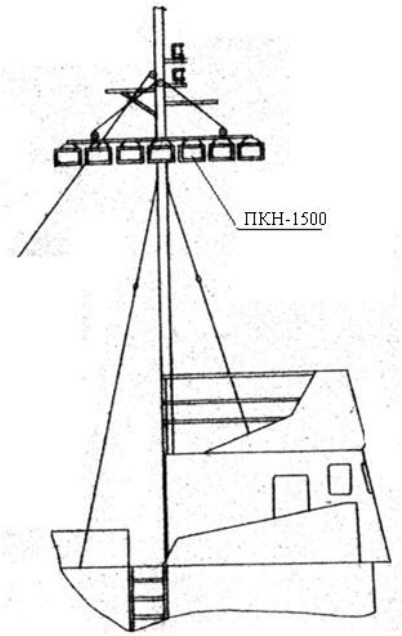


Рисунок 1.6 - Схема расположения дополнительных светильников ПКН-1500 на мачте судна типа РС-300

При оснащении судна типа СТР-1320 (рисунок 1.7) светильниками ПКН, разработанными ДВФ НПО промрыболовства, на баке в диаметральной плоскости судна устанавливали пару светильников ПКН, которые позволяли переводить сайру на рабочий борт без потерь.

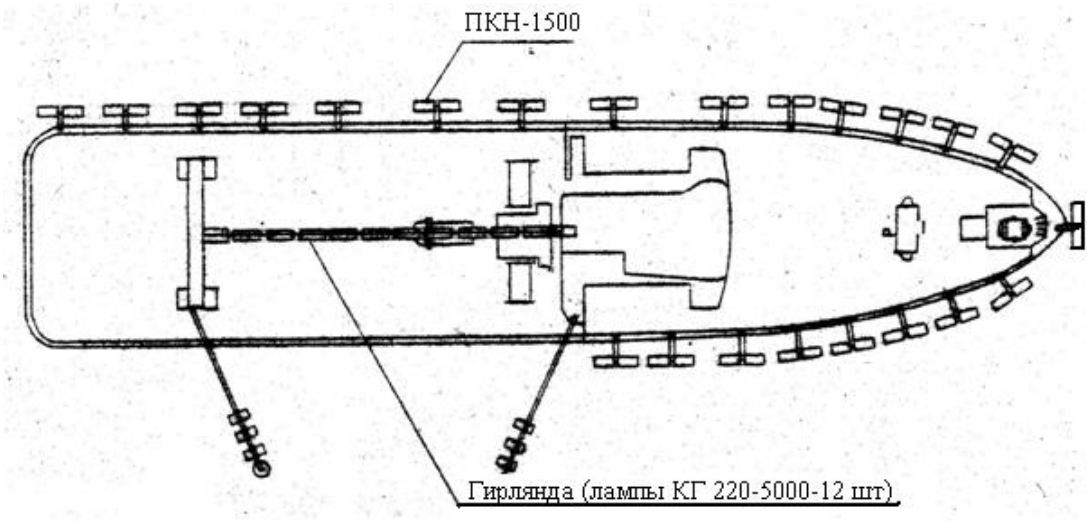


Рисунок 1.7 - Оборудование судов типа СТР-1320, пр. 503 светильниками ПКН-1500-2 и гирляндой из ламп ГК-220-5000 для промысла сайры

Результаты технических и промысловых испытаний на добывающих судах различного типа показали, что светильники ПКН-1500-2 и гирлянду из ламп ГК-220-5000 можно рекомендовать к широкому внедрению в промышленность после проведения дополнительных исследований по технике и тактике промысла сайры.

Проведенные исследования заведующим сектора светотехнических конструкций Дальтехрыбпрома Ю.В. Ереминым показали, что предварительная настройка угла наклона луча от ПКН при работающем двигателе из-за вибрации корпуса нарушалась. Это приводило к изменению параметров светового поля, и сайра, попадая в зону светового дискомфорта, покидала облавливаемое пространство. С целью исключения подобного явления на научно-исследовательском судне «Горячий» изменяли форму поверхности отражателей для изменения зеркального отражения в смешанное. При зеркальном отражении падающий и отраженный лучи лежат в одной плоскости и угол падения луча равен углу отражения его, при

диффузном – отраженный поток излучения рассеивается, а при смешанном – наблюдается частично зеркальное и частично диффузное отражение [10]. При эксплуатации светильников ПКН были отмечены следующие недостатки:

- масса одного светильника порядка 16 кг;

- жесткий тепловой режим работы источника света губителен для вольфрама и кварца из-за расположения лампы внутри светильника;

- источник света в рабочем положении согласно инструкции по эксплуатации должен находиться в горизонтальном положении, отклонение допускалось $\pm 4^{o}$;

- светильник конструктивно выполнен так, что после выключения лампы при ее охлаждении внутрь светильника всасывался влажный морской воздух, который, конденсируясь, накапливался внутри ПКН. При последующем включении образовывался пар, который частично стравливался, а основная масса влаги оставалась внутри светильника. При эксплуатации порядка 5-10 дней, накопившаяся влага, окисляла подпружиненные контакты, и наступал момент, когда между окислившимися контактами образовалась электрическая дуга, которая привела к разрушению контактов, и в конечном итоге к выходу из строя ПКН.

Вышеперечисленные основные недостатки светильника ПКН-1500-2 привели к попыткам разработки промысловой галогенной лампы КГП [3]. За базовый объект была принята галогенная лампа накаливания типа КГ-220-1500. Разработанная лампа (рисунок 1.8), отличается тем, что она может использоваться в районах с умеренно холодным морским климатом и снабжена двумя трубками, выполненными заодно с колбой.

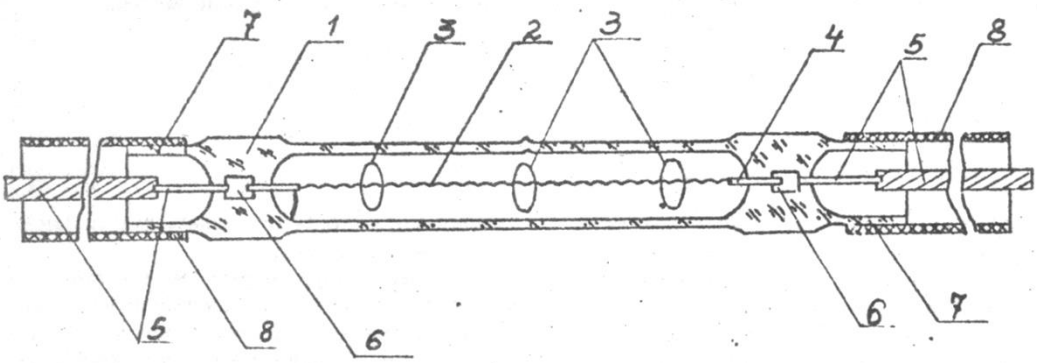


Рисунок 1.8 - Галогенная лампа накаливания: *1*-колба, *2*-тело накаливания, *3*-держатели, *4*-вводы, *5*-выводы, *6*-вакумно-плотные впаи, *7*-трубчатые элементы, *8*-трубки

Для сохранения постоянных световых параметров на протяжении всего срока службы лампу наполняли инертным газом с добавлением галогенных соединений давлением свыше 3 атмосфер. Галогенные соединения выполняли обратный перенос испарившихся частиц вольфрама со стенок колбы на тело накала. После проведения технических и промысловых испытаний на СТР пр. 503 «Сычево» лампа была поставлена в серийное производство с обозначением КГП-220-1500 (кварцево-галогенная промысловая напряжением 220 В и мощностью 1500 Вт). После успешных испытаний и внедрение в производство лампы КГП-220-1500 были изготовлены лампы красного света КГПкр.-220-1500 и лампа повышенной мощности КГП-220-5000.

В дальнейшем на базе ламп КГП-220-1500 были разработаны устройства для промыслового освещения [68] и на базе лампы КГП-220-5000 – устройство для ведения пассивного поиска сайры и световая гирлянда. Лампы в виде трубчатой удлиненной колбы изготовлены из кварцевого стекла, отличающегося повышенной ударопрочностью и стойкостью к попаданию брызг на нагретое в рабочем состоянии стекло колбы. Длина лампы составляла 280 мм, диаметр колбы 15 мм.

Устройства для промыслового освещения (люстра) представляло собой удлиненный алюминиевый корпус, состоящий из нескольких секций. В каждой секции размещалось по три лампы КГП-220-1500. Секции

соединялись между собой по торцевым кромкам специальными болтами (рисунок 1.9). Такая конструкция позволяла изготавливать люстру любой мощности начиная с 4,5 кВт и более. На рисунке 1.9 показана люстра общей мощностью 9,0 кВт. Для питания источников света люстра имеет смонтированную на корпусе коробку, через которую проходят кабели.

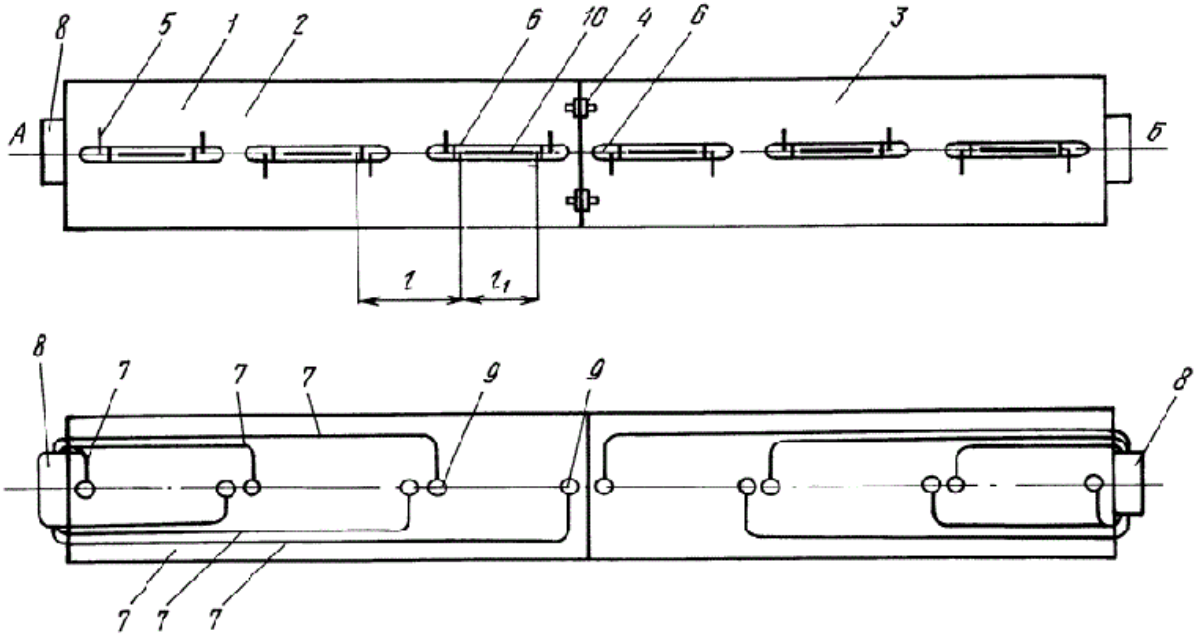


Рисунок 1.9 - Устройство для промыслового освещения: *1* - корпус, *2* и *3* - секции, болты, *5* - кронштейны, *6* - источники света, *7* - кабели, *8* - распределительные коробки, *9* - отверстия, *10* - тело накала лампы

Лампы установлены вдоль корпуса люстры так, что тела накала всех ламп расположены на одной линии, проходящей вдоль корпуса через его середину. Линейная конструкция лампы позволяла свести к минимуму высоту корпуса за счет небольшого диаметра колбы лампы и в то же время полностью скрыть лампу внутри корпуса. На промысле в рабочем положении промысловые светильники, как правило, устанавливали под углом порядка 60° к поверхности воды. Свойство ламп работать в произвольном положении давало возможность расположить лампы не поперек, а вдоль корпуса. Такая установка ламп являлась оптимальной с точки зрения реакции объекта лова на источник освещения и позволяла создать так называемое дробное освещение, к которому сайра наиболее восприимчива.

С целью обеспечения возможности регулирования светового поля, повышения эксплуатационной надежности и возможности использования без привлечения дополнительных судовых средств (выстрелов и/или стрел), на базе ламп КГП-220-1500 [68] разработали устройство [74] для промыслового освещения (рис. 1.10).

Устройство содержало отражатель, источники света в виде галогенных линейных ламп накаливания произвольного положения горения, снабженных гибкими выводами, тела накала которые расположены в линию, токовводы для подключения питания к источникам света и узлы герметизации, выполненные в виде двух трубчатых элементов из эластичного материала, окружающих внешние звенья токовводов и корпус. Корпус выполнен с возможностью использования его в качестве выстрела в виде балки с продольной герметичной полостью, в котором размещены токовводы. Концы токовводов снабжены разъемами для подключения галогенных линейных ламп накаливания, герметично выведенными из полости балки, при этом один конец корпуса снабжен герметичным отсеком, оснащенным съемной герметизируемой крышкой и кабельным вводом, причем в полости отсека размещена электротехническая арматура и вторые концы токовводов. Конец корпуса связан с вертикальной стойкой, установленной на судне, с возможностью поворота в вертикальной плоскости, проходящей через его продольную ось. Корпус установлен с возможностью поворота вокруг продольной оси вертикальной стойки. Такое техническое решение позволило регулировать световой поток повышенной плотности и увеличить прочность корпуса устройства.

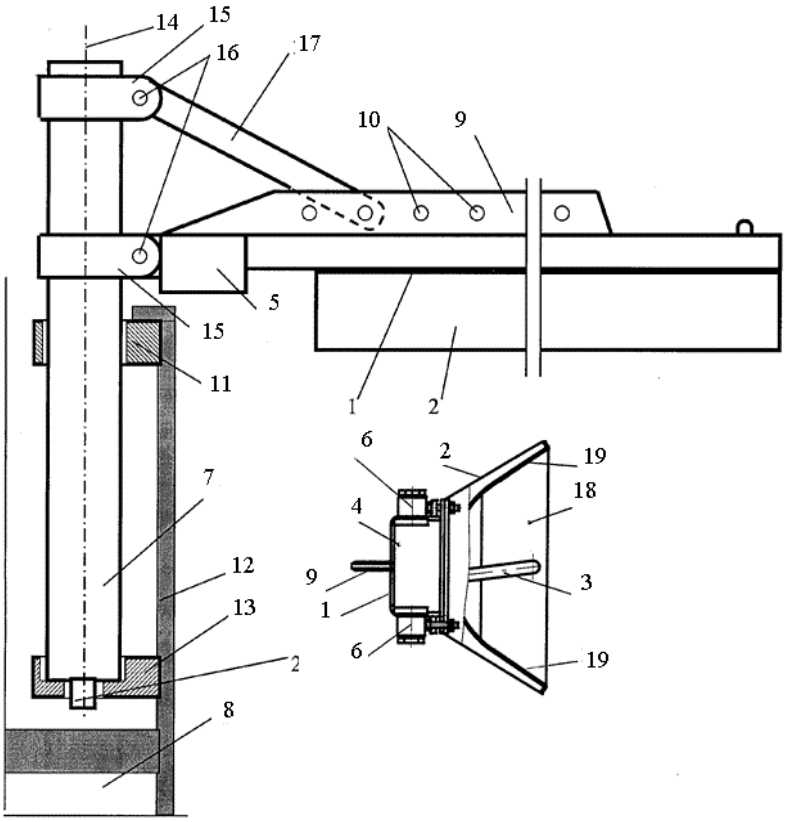


Рисунок 1.10 - Устройство для промыслового освещения: *1* - корпус; *2* - отражатель; *3* - трубчатый элемент; *4* - герметичная полость; *5* - герметичный отсек; *6* - кабельный ввод; *7* - вертикальная стойка; *8* - судно; *9* - ребро жесткости; *10* - отверстия; *11* - проушина; *12* - борт судна; *13* - отверстие подпятника; *14* - продольная ось; *15* - хомут; *16* - отверстия под болты; *17* - жесткая тяга; *18* - ребра жесткости; *19* - боковые стенки

С целью увеличения интенсивности освещения на ограниченном участке площади Ю.В. Ереминым и В.В. Касьяненко было разработано устройство (рисунок 1.11) для промыслового освещения, позволяющее концентрировать сайру в зоне действия орудия лова, при этом устройство могло оснащаться как белыми, так и красными источниками света [76].

Устройство для промыслового освещения, содержащее корпус с галогенными линейными лампами накаливания произвольного положения горения, снабженными узлами герметизации и электротехнической арматурой, выполнено в форме цилиндра, внутри которого размещен экран в виде правильного многоугольника, вершины которого касаются цилиндрического корпуса. Корпус устройства разделен на две части. В верхней части установлена электротехническая арматура, а в нижней -

галогенные линейные лампы накаливания произвольного положения горения. Их тела накала расположены радиально относительно оси цилиндра с равными углами между смежными телами накала и закреплены на экране узлами крепления.

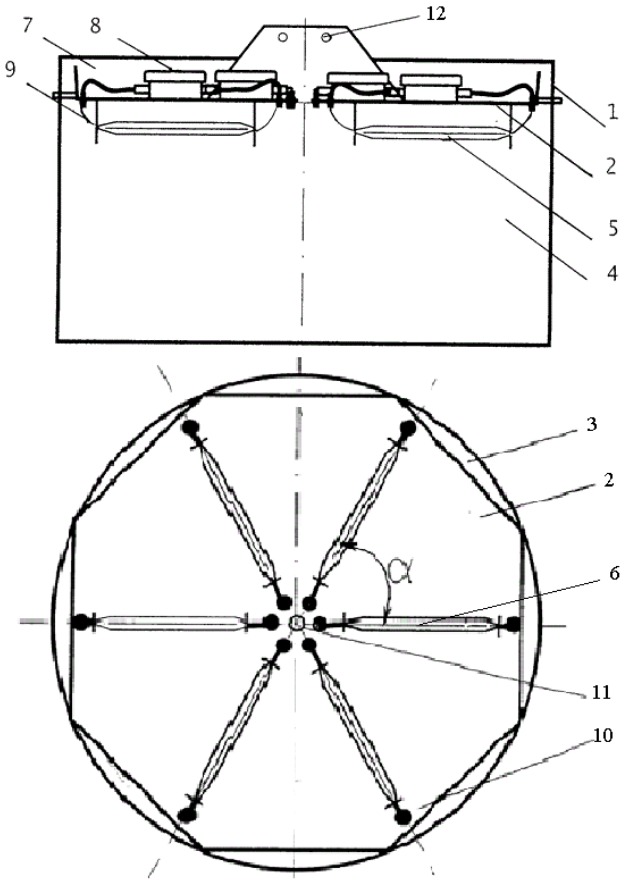


Рисунок 1. 11 - Устройство для промыслового освещения: *1*-цилиндрический корпус; *2*-экран; *3*-вентиляционные отверстия; *4*-нижняя часть устройства; *5*-галогенные линейные лампы; *6*-тело накала; *7*-верхняя часть цилиндрического корпуса; *8*-электротехническая арматура; *9*-кабели; *10*-отверстия для кабеля; *11*-вентиляционные отверстия; *12*-отверстия для крепления устройства на выстрелах

Предложенное устройство для промыслового освещения по сравнению с описанными ранее является более компактным и при этом позволяет создать большое освещение на ограниченном участке площади, что способствовало вылову большего количества гидробионтов.

На основе устройства для промыслового освещения [76] было разработано и запатентовано устройство для промыслового освящения

(рисунок 1.12) с техническими характеристиками, превышающими предыдущую разработку.

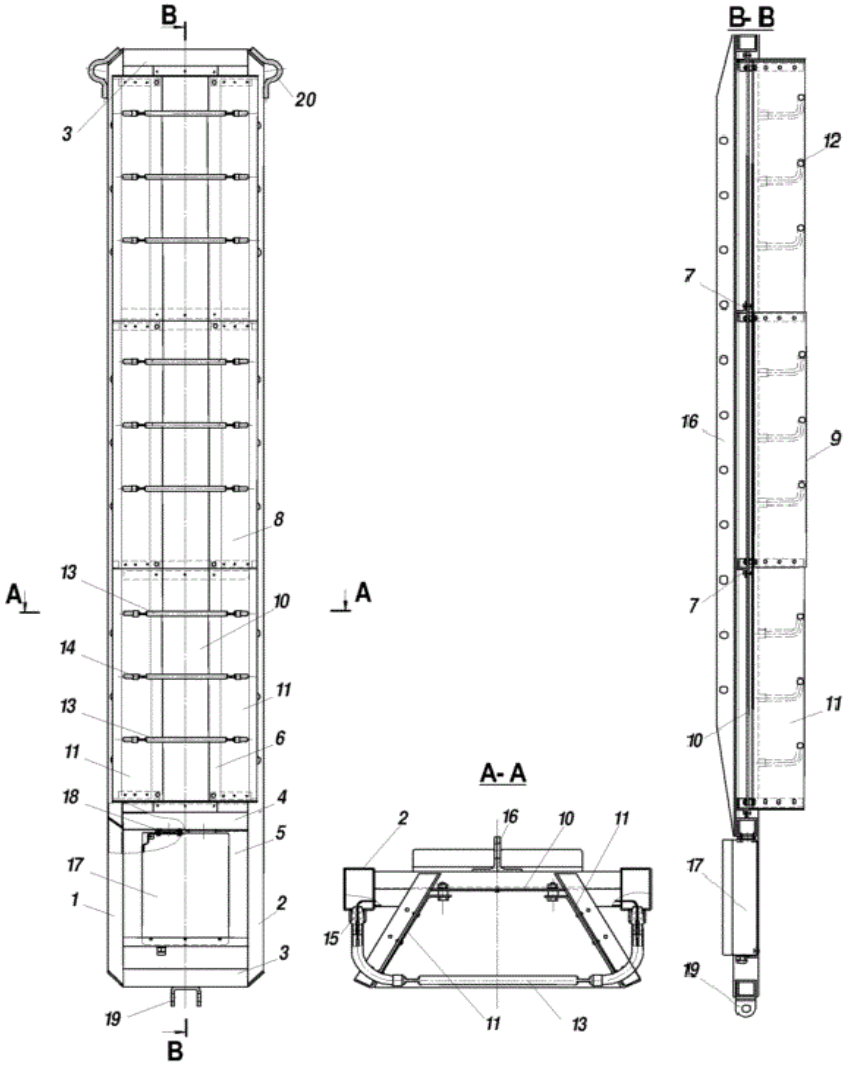


Рисунок 1.12 - Устройство для промыслового освещения: *1* - металлическая рама; *2* - продольный элемент; *3* - поперечный элемент; *4* - полая перемычка; *5* - отсек управления; *6* - отсек освящения; *7* - перемычка; *8* - отделение; *9* - отражатель; *10* - центральная плоскость; *11* - боковые плоскости; *12* - отверстия; *13* - источник белого света; *14* - источник красного света; *15* - герметичный ввод; *16* - перфорированная пластина; *17* - герметичная коробка; *18* - герметичные вводы; *19* - рым; *20* - конечные рамы

Устройство для промыслового освещения [77] выполнено в виде металлической рамы, состоящей из полых продольных и полых поперечных элементов, рама разделена полой перемычкой на два отсека - отсек управления и отсек освещения. Отсек освещения дополнительно разделен перемычками, закрепленными на верхних кромках полых продольных элементов, по меньшей мере, на два отделения. Отражатель размещен в

отсеке освещения внутри рамы и выполнен секционно, причем каждая секция отражателя выполнена в виде трех плоскостей: центральной, прикрепленной к перемычкам отсека освещения с возможностью перемещения вдоль продольной оси рамы, и двух боковых плоскостей, жестко закрепленных под углом более 90° к плоскости рамы и имеющих по нижней кромке отверстия. Внутри каждого отделения отсека освещения равномерно по длине отделения размещены источники белого и красного света через один, при этом они установлены параллельно друг другу и перпендикулярно оси рамы, кабели питания продеты через отверстия в боковых плоскостях отражателя и закреплены в герметичных вводах, расположенных на полых продольных элементах рамы. Перфорированная пластина выполнена над отсеком освещения, закреплена вдоль продольной оси рамы к полой перемычке, перемычкам отсека освещения и полому поперечному элементу. Герметичная соединительная коробка установлена в отсеке управления, внутри нее размещены дистанционно управляемые регулятор напряжения источников белого света и выключатель источников красного света. Кабели питания к каждому источнику света проложены через герметичные выводы, полую перемычку и продольные элементы рамы и подсоединены к источнику света через герметичные вводы. Устройство прошло успешно технические испытания в реальных морских условиях на средне и крупнотоннажных судах и показало высокую надежность работы при любых погодных условиях.

В настоящее время разработанные устройства для промыслового освещения [68, 74, 76], выполненные на основе галогенной лампы накаливания [67] широко применяются на среднетоннажных судах, занимающихся промыслом сайры. Однако слабая энерговооруженность этих судов ограничивает количество устанавливаемых устройств для промыслового освещения, что снижает результативность лова сайры отечественными судами [41].

По результатам накопленного опыта на промысле сайры с применением кварцево-галогенных ламп накаливания был разработан и внедрен в учебный процесс Дальрыбвтуза тренажер, имитирующий технологию лова сайры в СЗТО [69], который позволяет студентам виртуально принять участие в облове сайры бортовым подхватом, при этом управляя поведением рыбы изменением параметров светового поля, исходя из гидрометеорологических условий в районе промысла. Тренажер снабжен блоком управления регуляторами напряжения, соответствующим судовому пульту управления. В дальнейшем тренажер для промысла рыбы был усовершенствован и позволял перед обловом сайры произвести имитацию поиска промыслового объекта в обучающем тренажере [72].

В 1999 г. была сформирована инициативная группа, возглавляемая Ю.В. Ереминым, которая разработала технику и тактику промысла сайры с крупнотоннажных судов, имеющих высокую энерговооруженность. В результате был изобретен [70, 71] кормовой сайровый подхват (КСП) и на НИС «Профессор Леванидов» установлено световое оборудование общей мощностью 900 кВт [26, 45, 47, 65, 127], которое располагалось по бортам судна двумя независимыми линиями (рисунок 1.13). Напряжение на источниках света плавно регулировалось от 80 до 240 В.

В период с сентября по октябрь 2001 г. в районе южных Курильских островов и в открытой части Тихого океана был осуществлен экспериментальный промысел сайры с НИС «Профессор Леванидов», где было выловлено более 550 т сайры [47, 49]. В 2002 г. на промысел сайры вышли два судна типа РТМС («Урания» и «Багратион»), что должно было позволить результативно вести промысел в открытой части океана в автономном режиме [20, 42]. Среднесуточный вылов у этих судов составил 16,6 т [46]. В дальнейшем из-за реорганизаций предприятий, которым принадлежали суда типа РТМС, промысел сайры крупнотоннажными судами был прекращен.

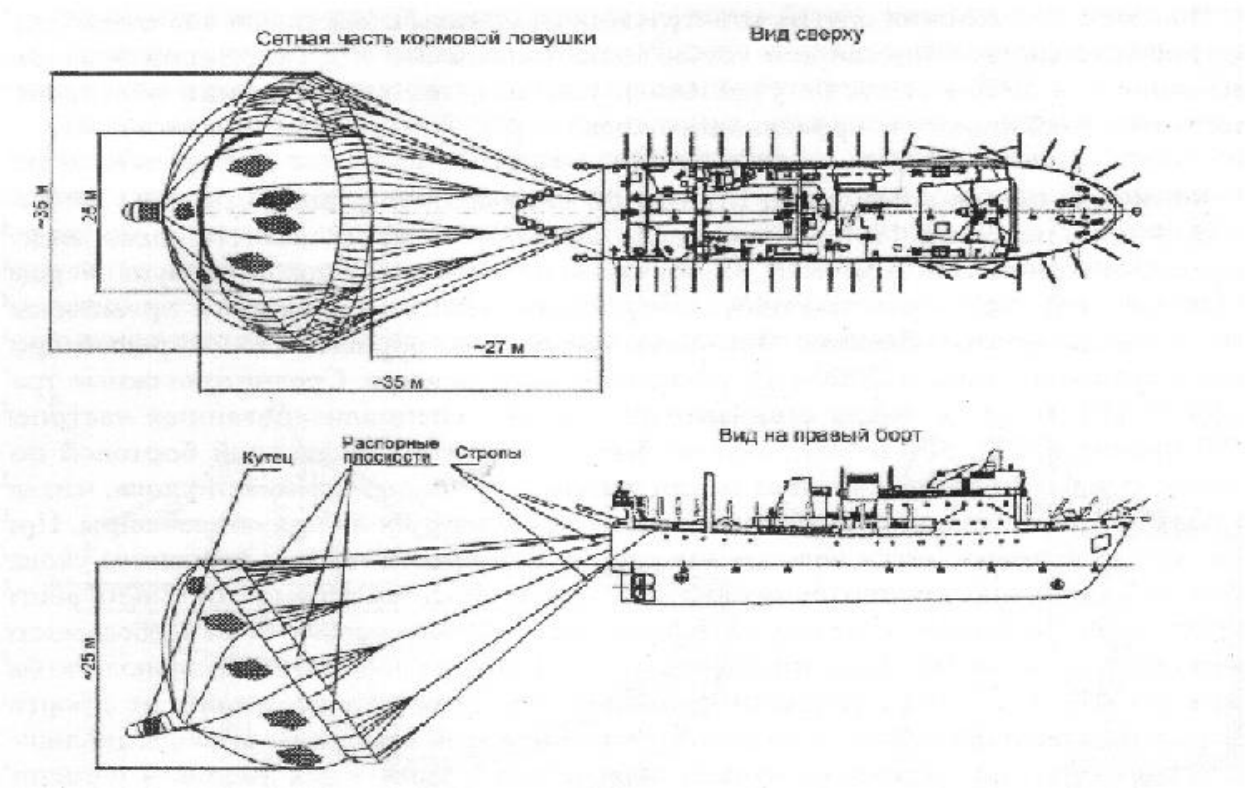


Рисунок 1.13 - НИС «Профессор Леванидов», оснащенный КСП и люстрами на основе галогенных ламп накаливания

В 2009 г. была разработана двухуровневая схема оснащения промыслового судна источниками света, которые располагались параллельно поверхности воды с возможностью поворота относительно вертикальной и/или одной из горизонтальных осей, и/или относительно их продольной оси [75]. При этом предусматривалось, что мощность источников света нижнего уровня ниже мощности источников света, расположенных на верхнем уровне.

В настоящее время все суда типа СТР пр. 420 и пр. 503 оснащены промысловыми кварцево-галогенными лампами КГП-220-1500 и КГПкр.-220-1500. Для подключения галогенных люстр и светильников дополнительного освещения (гирлянда и прожекторы курсового поиска) на вышеперечисленных судах максимальная возможность отбора мощности от судовой электростанции составляет 150 и 360 кВт соответственно. Как показала практика на промысле сайры, этой мощности явно было

недостаточно для ведения результативного промысла, особенно при совместной работе с судами Японии, республики Корея и Тайваня.

Анализ светового оборудования, применяемого на промысле сайры, показал, что в настоящее время при производстве промысловых люстр используют в основном лампы накаливания, у которых невысокая световая отдача. Как отмечалось ранее, у колбовых ламп накаливания световая отдача составляет 9-15 лм/Вт, у галогенной лампы накаливания типа КГ-220-1500 – 22-26 лм/Вт. Такая низкая световая отдача требует большого расхода электричества и у колбовых ламп накаливания очень короткий срок службы. Вышеперечисленные недостатки ламп накаливания заставили рыбаков и ученых найти другие источники света и разработать высокоэффективные люстры на основе светодиодных ламп с учетом светочувствительных характеристик сайры [126].

Светодиодные лампы представляют собой миниатюрные полупроводниковые источники света, в которых излучение возникает на полупроводниковом переходе в результате рекомбинации электронов и «дырок». В светоизлучающих диодах используют полупроводниковые материалы высокой частоты, легированные малым количеством контролируемых примесей, создающих либо избыток электронов, либо их недостаток, т.е. избыток «дырок», которые ведут себя подобно положительным зарядам. Спектр излучения светодиодных ламп зависит от материала полупроводника и вводимой примеси. Световая отдача светодиодных ламп составляет более 100 лм/Вт и зависит от материала полупроводника. Светоизлучающие диоды применяют главным образом в качестве малогабаритных осветителей [10].

Экспериментальные работы на промысле тихоокеанской сайры с использованием светодиодных источников света проводились в 2005 г с судна Boso-maru, принадлежащего исследовательскому центру рыболовства префектуры Chiba, Япония, которое было оснащено шестью светодиодными люстрами и восьмью люстрами, оснащенными лампами накаливания

(рисунок 1.14). При проведении экспериментальных работ сравнивались уловы, потребность в электроэнергии и потребление топлива научно-исследовательского судна, оснащенного светодиодными источниками света и лампами накаливания, и судна – оснащенного только колбовыми лампами накаливания [126]. При этом в августе-сентябре, судно, оснащенное лампами накаливания, работало 5 сут в районе г. Кусиро (юго-восток о. Хоккайдо) и среднесуточный вылов сайры составил 9,4т, а в октябре это же судно, оснащенное светодиодными источниками света и лампами накаливания, работало 3 сут в районе г. Хатинохе (северо-восток о. Хонсю), где среднесуточный вылов составил 9,2 т. Результаты эксперимента показали, что уловы при различной оснастке практически сопоставимы, но отбор мощности от судовой электростанции при вооружении лампами накаливания составил 182 кВт, а при встраивании в схему оснащения светодиодных люстр – 100 кВт, что в конечном итоге отразилось на потреблении топлива. При работе с лампами накаливания расход топлива составил 49,8 кг/час, а при дооборудовании светодиодными блоками -29,6 кг/час.

Практика использования энергосберегающего светового оснащения для лова сайры на российских судах в период путины 2013 г. любезно предоставлена начальником сайровой экспедиции В.Н. Филатовым. В этот год на промысле сайры работало три судна, два судна типа СТР пр. 503 («Николай Хорт» и «Елизово») и судно японской постройки с размерными характеристиками, близкими к судну типа СТР пр. 420 «Мерцана», оборудованных светодиодными блоками.

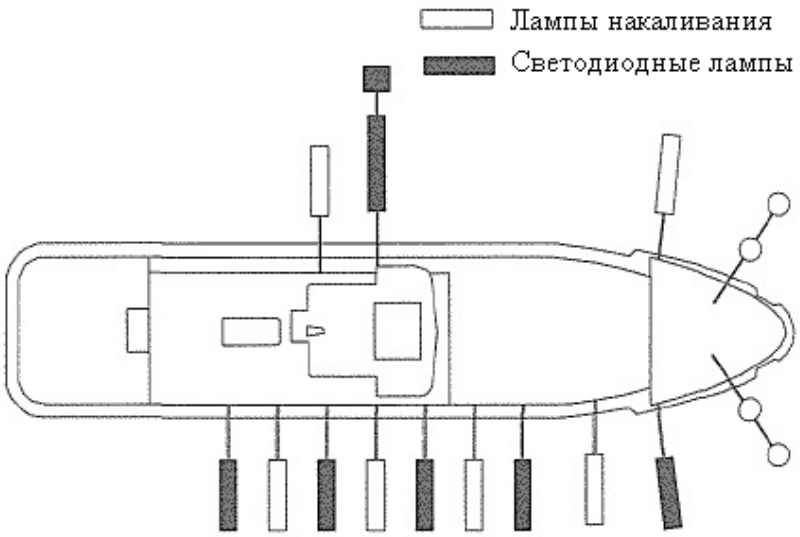


Рисунок 1.14 - Схема оснащения научно-исследовательского судна Boso-maru люстрами, изготовленными из ламп накаливания, и светодиодными блоками

СТР «Николай Хорт» был оборудован 30 светодиодными блоками размером 25 х 85 см, изготовленными в Китае, в которых размещали 180 светодиодов мощностью по 2 Вт каждый. К одному выстрелу крепили один светодиодный блок. При таком оснащении светодиодными блоками и прожектором потребление электроэнергии было в 8-10 раз меньше, чем при стандартной схеме оснащения судна кварцево-галогенными люстрами. При изготовлении светодиодных блоков использовались светодиоды с различными цветовыми характеристиками по всему спектру. Затраты на приобретение 30 светодиодных блоков составили 3 млн руб.

При проведении промысловых испытаний было отмечено, что нет сплошного поля света, свет очень тусклый. От каждой люстры на поверхности воды образовывалось эллипсовидное световое пятно, удаленное от борта. Даже при небольшой качке рыба не успевала перемещаться за этими пятнами «зайчиками» и уходила из зоны облова. При этом отмечали, что положительного эффекта от «цветового коктейля» нет. Чтобы увеличить яркость света выстрелы приходилось опускать почти к самой воде.

Эксперимент показал, что уловы на СТР «Николай Хорт», оборудованного только светодиодными блоками, в 2-3 раза меньше, чем у

остальных 4 судов этой же компании, оснащенных кварцево-галогенными люстрами. По заключению капитана, создаваемого освещения вокруг судна светодиодными блоками явно не хватало как по вертикали (нужно хотя бы три люстры на один выстрел), так и по горизонтали (нужно ставить выстрелы в два раза чаще). Чтобы исправить положение необходимо увеличить количество люстр в 6 раз, что в итоге сведет на нет всю экономию в энергопотреблении, а стоимость существенно возрастет.

В 2013году СТР «Елизово» на промысле сайры сделал попытку ведения лова, оснастившись светодиодными блоками аналогично СТР «Николай Хорт», проработал 7 дней и промысловых уловов не добился.

Сайролов СТР «Мерцана», судно японской постройки с размерными характеристиками близкими к судну типа СТР пр. 420, принадлежащий компании (ООО «Флинт»), был оборудован светодиодными блоками, размером 45 х 80 см, размещенными на 9 выстрелах, по две люстры на каждом выстреле. Между выстрелами со светодиодными блоками были установлены выстрелы со стандартными японскими люстрами, оснащенными лампами накаливания (всего 7 люстр). Центральный выстрел был оснащен 4 светодиодными блоками. При таком оснащении вместе с прожектором потреблялось электроэнергии в 1,5 раза меньше, чем при стандартной схеме на основе ламп накаливания. Установленные светодиодные блоки позволяли манипулировать цветовыми характеристиками светового поля по всему спектру. Установленные на судне СТР «Мерцана» светодиодные люстры были взяты в аренду в одной из японских фирм. Стоимость одной новой люстры 3-5 тыс. дол.

При такой схеме оснащения судна светодиодными блоками и люстрами с лампами накаливания было достигнуто сплошное поле света вокруг судна, однако, по заключению капитана, результативность промысла была сопоставима с результатами остальных 4 судов японского производства аналогичного класса, оборудованных колбовыми лампами накаливания.

В настоящее время на промысле сайры суда Японии, Южной Кореи Тайваня и России оснащают световым оборудованием, состоящим из ламп накаливания и светодиодов. Применение светодиодных источников на промысле рыб, положительно реагирующих на искусственный надводный источник, изложено во многих зарубежных работах [126, 128,] а так же отмечено, что светодиодные источники позволяют эффективно сэкономить топливо без значительного влияния на объемы улова [112, 113, 115, 119, 122, 123, 124].

С целью определения оптимальных источников света для рыболовных ламп были изучены спектральная освещенность и характеристики подводного освещения комбинированных светодиодных ламп синего, зеленого и белого светодиодов. По результатам исследований был сделан вывод, что комбинированные светодиодные лампы могут быть использованы в качестве предпочтительных источников света для рыболовных люстр [114]. В 2019 году были проведены работы по определению распределения освещенности белого и красного света люстр при углах наклона 45^0, 60^0 и 75^0. Результаты показали, что значение освещенности сначала увеличивались, а затем уменьшались с увеличением расстояния, и что распределение освещенности разных цветов люстр под одним и тем же углом было совершенно разным [118].

На данный момент нет однозначного вывода о преимуществах судов, ведущих промысел сайры, оснащенных светодиодами. Исследования в этом направлении необходимо продолжить.

1.2 Анализ орудий лова, применяемых на промысле сайры

Необходимо отметить, что промысловые скопления сайр образует как в Тихом, так и в Атлантическом океанах. В Тихом океане освоение сайры началось в середине XIX, а в Атлантике – в середине XX века. В качестве орудий лова использовали обкидные невода, ставные и дрифтерные сети, бортовые ловушки, бортовые и кормовые подхваты и по мере развития промысла, для интенсификации лова, стали применять электрический свет.

В XIX веке прибрежные скопления сайры японскими рыбаками облавливались обкидными неводами, которые по своей конструкции имели вид лампары, с длиной крыльев до 500 м. Обкидным неводом в основном облавливали плотные небольшие скопления. Невод укладывался на неводной площадке в корме судна в обратной последовательности постановки. После обнаружения плотного косяка его облавливали, осуществляя замет вокруг него, выметывая вначале пятное крыло, а затем бежное. Замет завершался взятием начала пятного крыла на борт и взятием его на стопор, после чего приступали к буксировке невода. По мере буксировки крылья невода сходились, а обловленная сайра оказывалась в сливной части невода и выбиралась на борт.

Для облова разреженных скоплений сайры, совершающих нагульные миграции, японские рыбаки использовали ставные и дрифтерные сети. Ставными сетями работали в прибрежной зоне, а дрифтерные сети позволяли облавливать сайру вдали от берегов, не ориентируясь на глубину места лова. Сетной лов сайры показал свою результативность и стал вытеснять лов обкидными неводами.

По мере промысла сайры неводами и сетями было замечено, что сайра положительно реагирует на искусственные надводные источники света и длительное время задерживается в освещенной зоне. Исходя из этих наблюдений, японские рыбаки стали совершенствовать технологию облова сайры, используя искусственные надводные источники света при ее лове сетями, что значительно повысило результативность промысла. Существенным недостатком промысла сайры сетями было то, что затрачивалось большое количество времени на освобождение сетей от рыбы, которая была объячеена или запутана в сетном полотне, и при освобождении сетей, некоторая часть сайры повреждалась, что приводило к снижению эффективности промысла.

Работая сетями с использованием электрического света на промысле сайры, рыбаки отмечали, что судовое освещение привлекает рыбу к борту

судна и чем интенсивность искусственного света выше, тем с большего расстояния сайра привлекается к судну и плотность косяка увеличивается с увеличением времени засветки. Такое поведение сайры позволило применить подъемную сеть (бортовую ловушку) для облова рыбы, собравшуюся у борта судна. На начальном этапе освоения такой технологии лова сайры рыбаки использовали бортовые ловушки, которыми облавливали поверхностных рыб в дневное время. Такие бортовые ловушки имели прямоугольную или трапециевидную форму. У трапециевидной ловушки нижняя подбора была длинней верхней. Сетное полотно ловушки, по всему периметру садилось на боковые верхнюю и нижнюю подборы с определенным коэффициентом посадки с целью образования провиса, что позволяло успешней облавливать рыб при подъеме ловушки. Для задания горизонтального раскрытия верхняя подбора оснащалась бамбуковым шестом, который обеспечивал плавучесть. При необходимости увеличения плава распорный шест формировался из нескольких бамбуковых стволов, которые связывались между собой. Такая конструкция плава стала называться сигарой. По нижней подборе ловушки крепили загрузку как концентрированную, так и рассредоточенную и оснащали выборочными концами.

В конце 40-х гг. XX века промысел сайры в Японии вступил в период крупных изменений, когда количество судов, участвующих в промысле, за 3 года увеличилось с 600 до 2000, что способствовало резкому повышению уловов. На большинстве промысловых судов, занимающихся промыслом сайры, применялись бортовые ловушки, изготовленные из хлопчатобумажной дели с шагом ячеи 6 - 8 мм, которая подшивалась на пеньковые подборы [104]. В начале 50-х гг. при изготовлении бортовых подхватов, японцы начали использовать сетные полотна, изготовленные из синтетических материалов.

В нашей стране освоение промысловых скоплений сайры началось во второй половине 50-х гг. XX века. На этом этапе лов сайры вели бортовыми подхватами, конструкции которых были похожи на ловушки, какими

работали рыбаки Японии. При этом у наших ловушек существенно отличалась оснастка нижней подборы. В качестве загрузки используются концентрированные груза, которые крепятся в нижней части боковых подбор. Для задания дополнительной прочности по всему периметру бортового подхвата, встраивается опушка, изготовленная из более толстой нитки, чем основное сетное полотно.

Кроме бортовых подхватов, наши промысловики облавливали сайру, собранную у борта судна, и пирамидальными подхватами, у которых площадь облова составляла порядка 7 - 15 м^2, а у бортовой ловушки размером 25 х 30 м - 750 м^2. При этом у конусных подхватов было существенное преимущество перед бортовыми подхватами, которое заключалось в том, что у конусных подхватов время, затрачиваемое на один цикл лова, было на порядок ниже, чем у бортовых подхватов. Однако площадь облова у бортового подхвата, за один цикл лова была практически выше на два порядка, по сравнению с конусным подхватом. Поэтому в настоящее время промысел сайры ведется бортовыми подхватами, а конусные – используются научно-исследовательскими судами при проведении учетных работ.

Одним из недостатков в конструкции бортового подхвата является наличие жесткой сигары по верхней подборе, длина которой ограничена конструктивными особенностями судна и эта сигара доставляет большое количество неудобств при размещении ее на борту судна и часто ломается при работе в штормовую погоду. С целью исключения вышеназванной проблемы разработан и внедрен в промышленность бортовой подхват, у которого верхняя подбора оснащена кошельковыми наплавами, плотно набитыми на посадочный трос [73].

В 70-е гг. прошлого столетия осваивался лов атлантической сайры с использованием электрического света и бортовых подхватов. На рисунке 1.15 отображен бортовой подхват в рабочем положении [51].

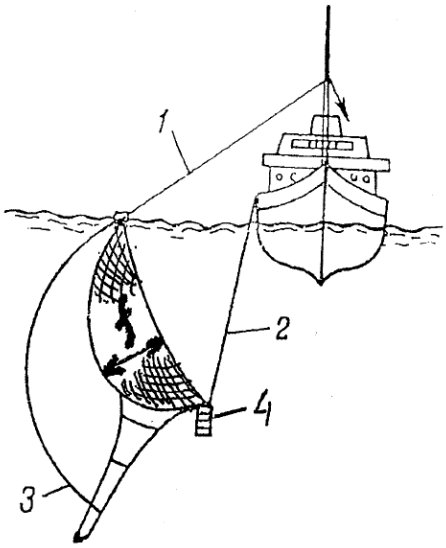


Рисунок 1.15 - Бортовой подхват для промысла атлантической сайры:
1 - подсушивающий конец; *2* - грузовой конец; *3* - дележный линь;
4 - груз - углубитель; f-выпуклость (провис) сетной части подхвата

Отличительным конструктивным элементом в подхвате является наличие мешка, который расположен в нижней части. В процессе выборки сетной части подхвата сайра скатывается в мешок и с помощью дележного линя *3* осуществляется подъем улова на борт и его выливка. С целью предотвращения выхода рыбы через боковые подборы они оснащались плавом достаточной подъемной силы, обеспечивающим быстрое всплытие боковых подбор после выборки грузов-углубителей *4*.

К основным недостаткам описанных выше устройств и способов лова сайры можно отнести их незначительный облавливаемый объем, невозможность использования высокобортных и крупнотоннажных судов (особенно при работе бортовым подхватом) и невозможность работы при волнении моря более 4 баллов. Всего этого можно избежать, добывая сайру бортовым подхватом, соизмеримым с длиной судна.

ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СВЕТОТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ГАЛОГЕННЫХ И СВЕТОДИОДНЫХ САЙРОВЫХ ЛЮСТРИ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОЦЕНКЕ СТЕПЕНИ КОНЦЕНТРАЦИИ САЙРЫ В ЗОНЕ ОБЛОВА БОРТОВОЙ САЙРОВОЙ ЛОВУШКОЙ ПРИ ОСНАЩЕНИИ СУДНА СТР ПР. 420 ГАЛОГЕННЫМИ ЛЮСТРАМИ

2.1 Сравнительная оценка светотехнических параметров галогенных и светодиодных люстр

Нами были проведены серия измерений светотехнических характеристик световых люстр состоящих из белых и красных галогенных ламп КГП 220-1500 мощностью 1,5 кВт каждая (рисунок 1.9) и работы по измерению светотехнических характеристик с люстрами, состоящими из светодиодных источников белого, красного, зеленого и синего излучения[19].

Светодиодные люстры (рисунок 2.1) состояли из 400 светодиодов мощностью по 0,5 Вт каждый, скомпонованных на панели, вмонтированных в герметично защищенный металлический корпус, закрытый с лицевой стороны стеклом (рисунок 2.1, а), а с тыльной стороны – радиатором для отвода тепла (рисунок 2.1, б). Суммарная мощность такой люстры составляла 200 Вт. По результатам исследований получены спектры излучения (энергетическая яркость излучения на различной длине волны) и освещенность на различном расстоянии от люстр.

Первой светотехнической характеристикой люстры является спектр излучения. С помощью спектрометра SR-1 фирмы Topcon (Япония) была проведена серия измерений спектральных характеристик СВД люстр с излучением белого, красного, синего и зеленого света (рисунок 2.2).

Необходимо отметить, что интенсивность излучения синей СВД люстры значительно превосходила остальные, а поэтому измерения с ней произведены с понижением чувствительности (загрублением) спектрометра SR-1 до самого малого уровня, приблизительно в 30-40 раз меньшего, чем при измерениях люстр белого, красного и зеленого свечений. В связи с чем

показания спектрометра по энергетической яркости излучения синей люстры (рис. 2.2, г) также занижены на величину загрубления.

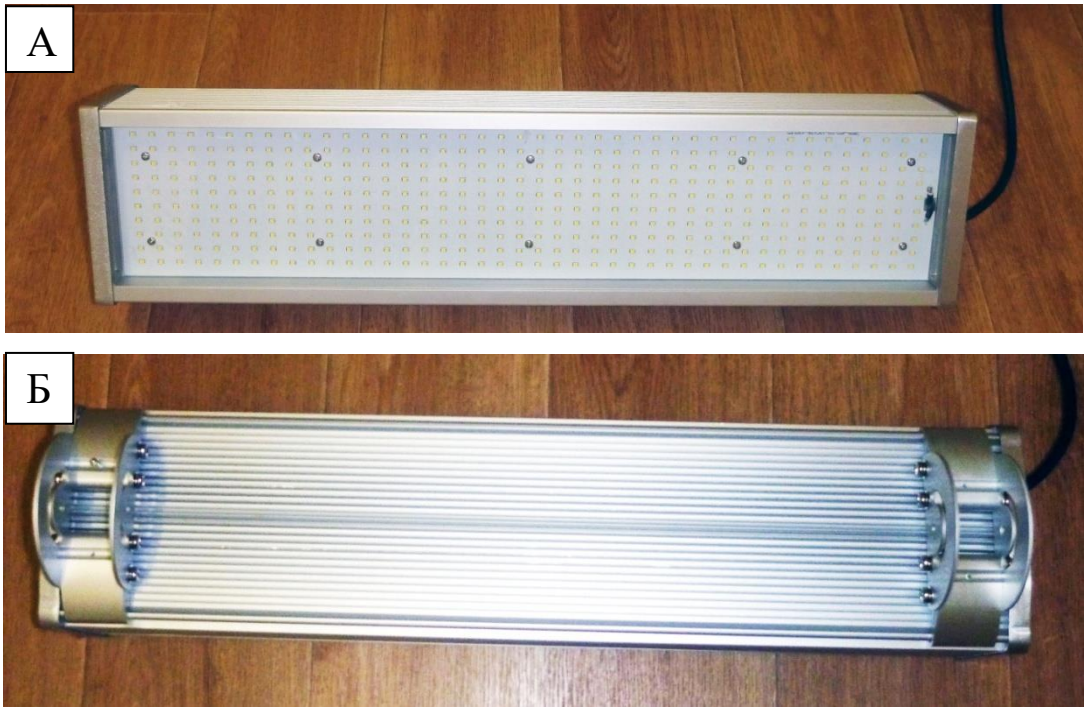


Рисунок 2.1 – Светодиодная люстра: **А** – лицевая сторона; **Б** – тыльная сторона

Совместный спектр излучения СВД люстр всех цветов (рисунок 2.3) получен нами при измерении отраженного света от белой поверхности. Видно, что наибольший вклад в «цветовой коктейль» вносят синяя и красная области спектра, что не противоречит полученным данным по прямым измерениям спектров СВД люстр различного цвета (рисунок 2.2).

На основании этих измерений можно предположить, что совместное использование белых ГЛГ люстр и цветных СВД люстр увеличит энергию излучения в сине-зеленой области спектра.

Поскольку в настоящее время на российских судах в основном используются ГЛГ люстры белого и красного свечений, интерес представляет сравнение совместного излучения красно-белых ГЛГ и СВД люстр, показанного на рисунке 2.4, где заметно существенное различие в спектрах.

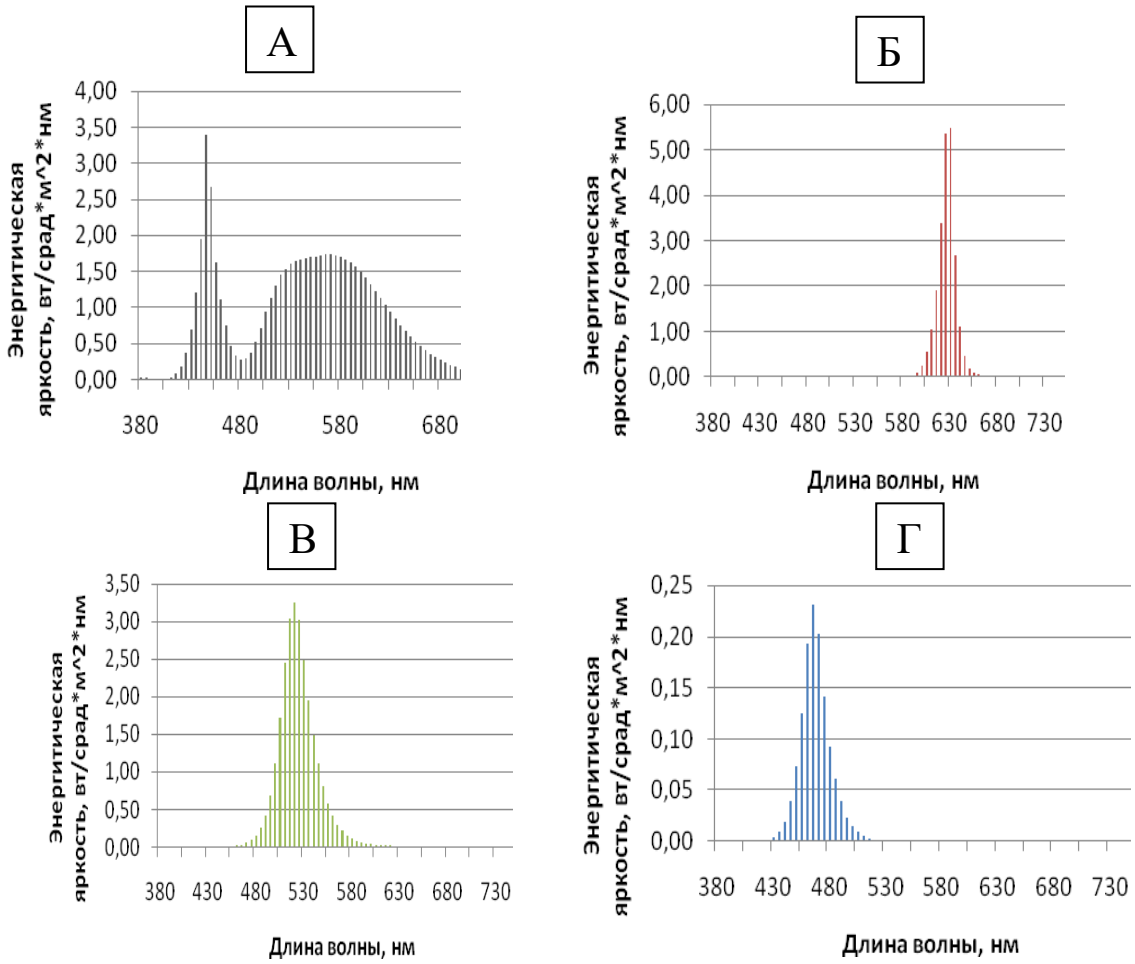


Рисунок 2.2 – Спектр излучения отдельных люстр, состоящих из СВД источников разного свечения: **А** – белого; **Б** – красного; **В** – зеленого; **Г** - синего

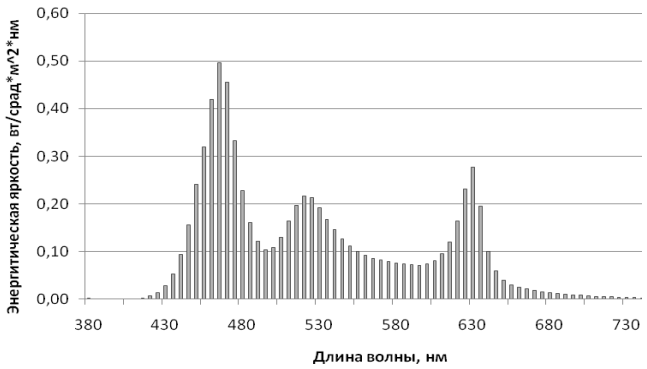


Рисунок 2.3 – Совместный спектр излучения белых, красных, зеленых и синих СВД люстр

ГЛГ люстра генерирует излучение, энергия которого монотонно возрастает в диапазоне длин волн от 380 до 750 нм, тогда как у СВД люстр

имеются максимумы излучения в синей (450 нм) и красной (630 нм) областях спектра.

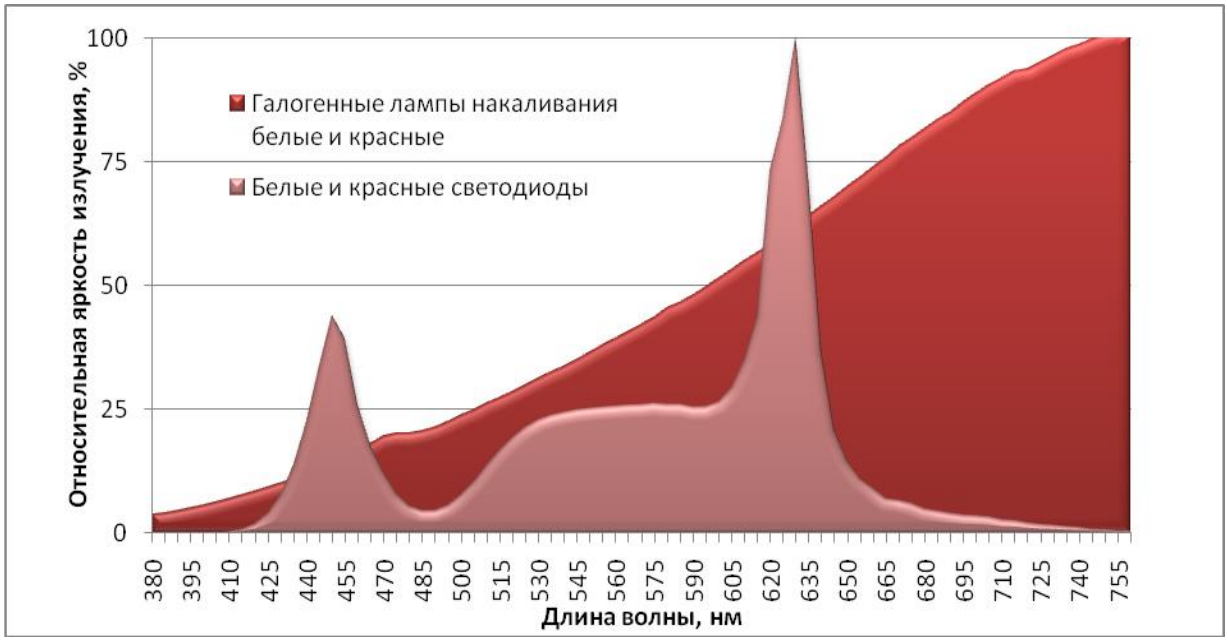
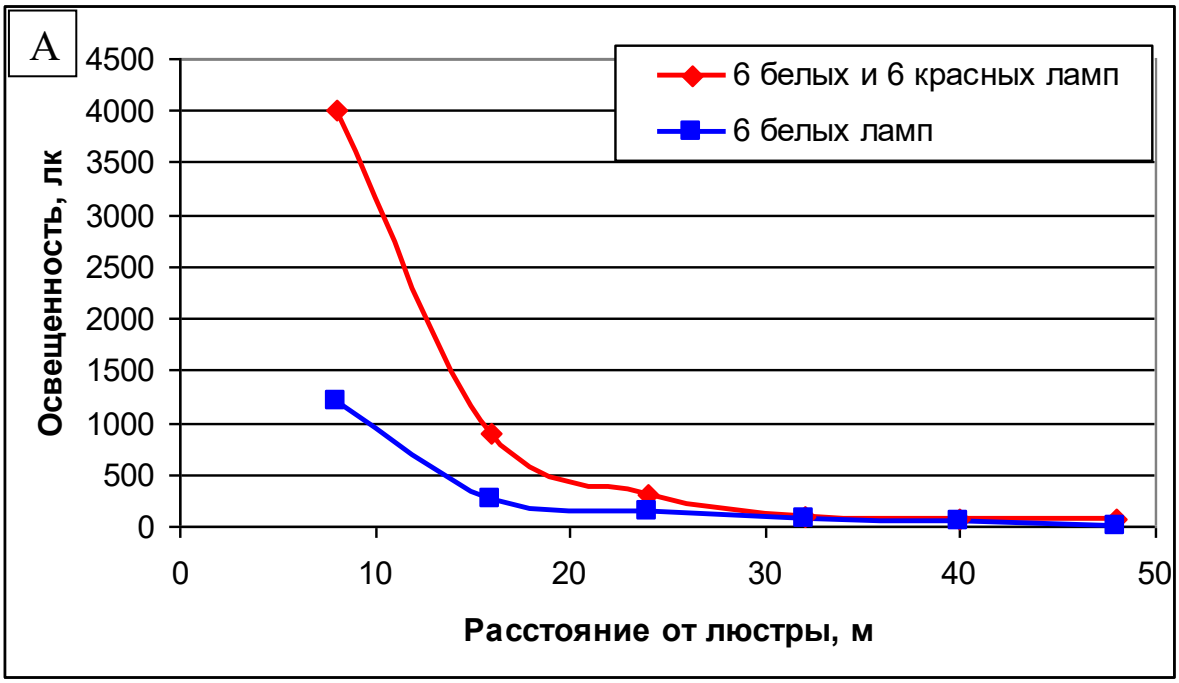


Рисунок 2.4 – Сравнительный спектр излучения ГЛГ и СВД люстр, состоящих из источников белого и красного свечения

Второй светотехнической характеристикой люстры является освещенность. Освещенность, измеренная с помощью люксметра Ю-116 на различном расстоянии от ГЛГ и СВД люстр, показана на рисунок 2.5 При этом измерения проведены при различных условиях: ГЛГ люстры измерялись на удалении от 8 до 50 м, а СВД – на расстоянии 1 и 2 м. Для корректного сравнительного анализа выполнили приведение к одному метру освещенности от ГЛГ люстры, при условии снижения освещенности пропорционально квадрату расстояния [39]. В результате такого приведения получили, что шесть белых ГЛГ ламп дают на расстоянии 1 м освещенность 76800 лк (рисунок 2.5, а), при этом их суммарная мощность составляет 9000 Вт. Белая СВД люстра мощностью 200 Вт на расстоянии 1 м создает освещенность 5000 лк (рисунок 2.5, б). Несложным расчетом определили, что эффективность, определяемая как освещенность на 1 Вт мощности, у СВД люстры в 3 раза выше, чем у ГЛГ люстры.



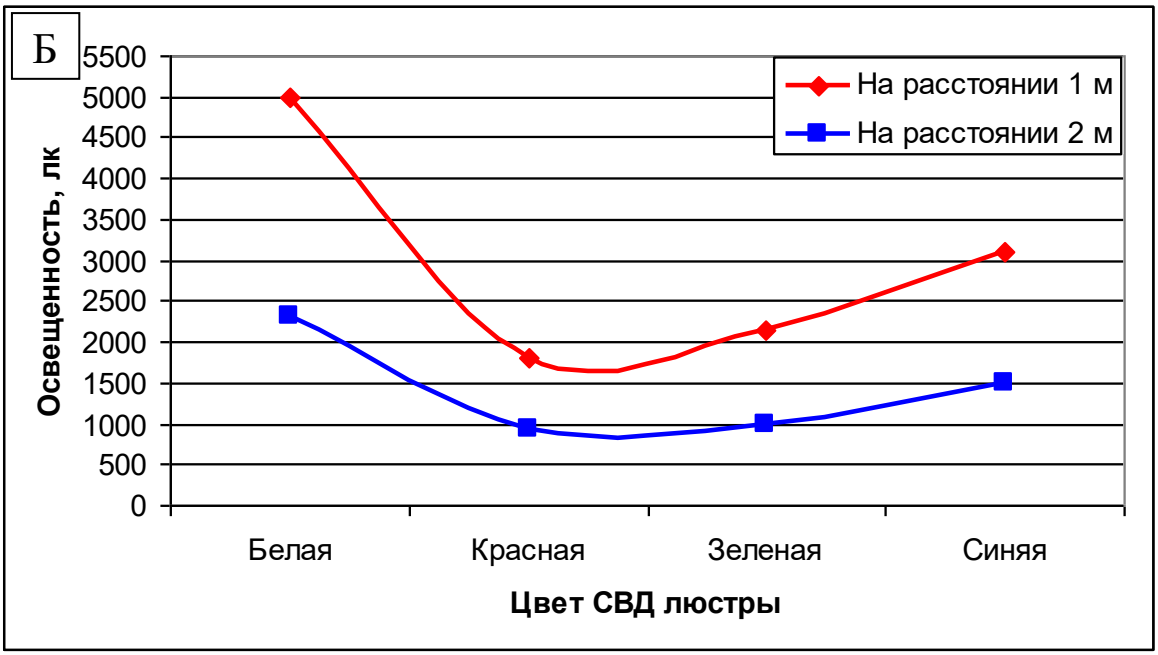


Рисунок 2.5 – Освещенность от люстр, состоящих из источников разного свечения: **А** – ГЛГ лампы; **Б** – СВД источники

2.2 Оценка поверхностной световой зоны судна СТР пр. 420, оснащенного галогенными люстрами

Решение задачи оценки поверхностной световой зоны покажем на примере судна СТР пр. 420, схема расположения световых люстр разработана специалистами ООО ИПЦ "Геоток" и приведена на рисунок 2.6.

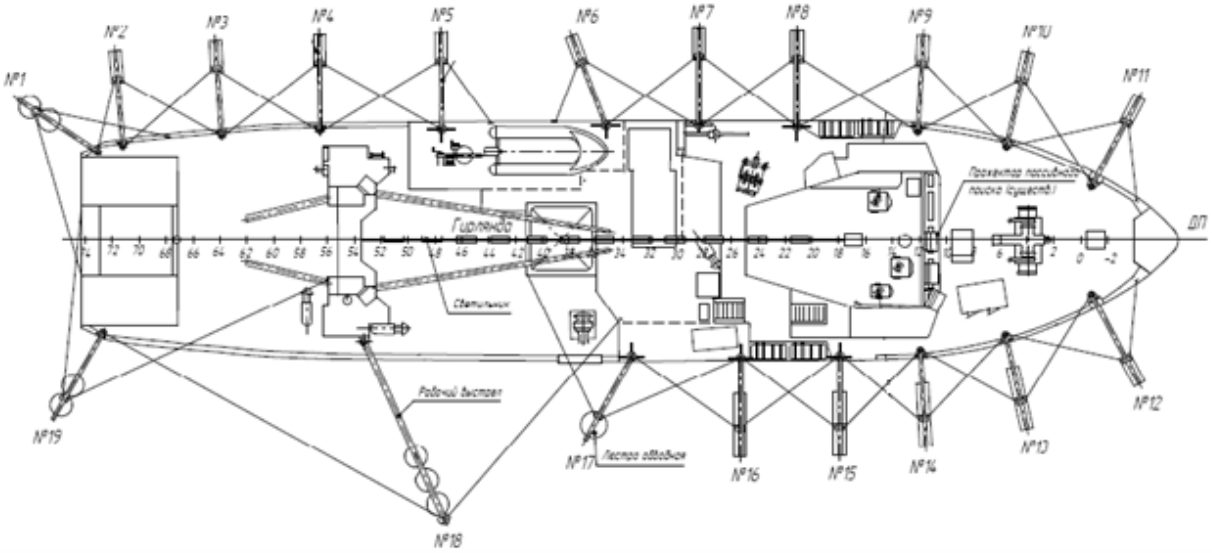


Рисунок 2.6 – Схема расположения световых галогенных люстр на СТР пр. 420

Предположим, что судовая люстра находится в точке $L_{(XYZ)}$ на высоте h от поверхности моря (от плоскости XY) и расположена под углом α к поверхности моря (рисунок 2.7).

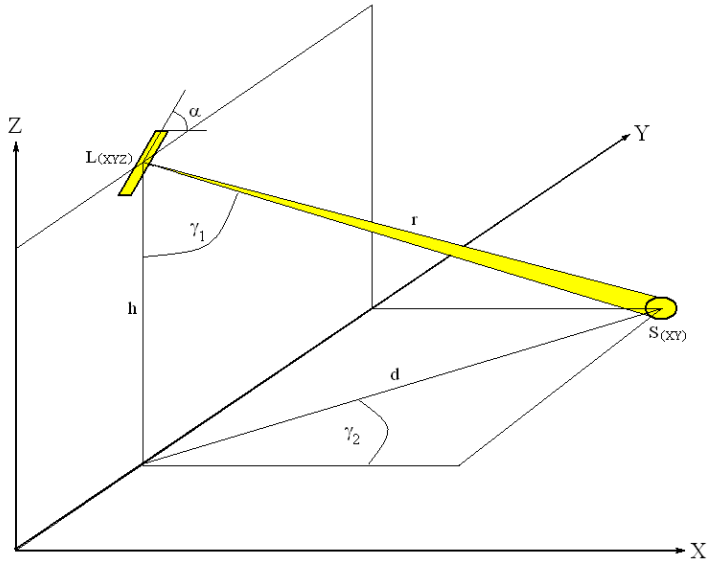


Рисунок 2.7 – К расчету поверхностной освещенности от судовой люстры

Освещенность в точке $S_{(XY)}$, находящейся на поверхности моря, рассчитывается по следующей общей формуле [Кноринг, 1956; Сидельников, 1981]:

$$E_0 = \frac{F \cos\gamma}{2\pi r^2} \ , \qquad (2.1)$$

где F – световой поток источника, лм; γ – угол падения света, рад; r – расстояние от источника до точки освещаемой поверхности, м. Однако формула (2.1) справедлива для источников, световой поток от которых распространяется равномерно по направлениям, ограниченным нижней полусферой [92]. Светораспределение светильников производственного назначения, к которым относятся промысловые люстры, близко к косинусному [34]: максимальная освещенность создается в точке поверхности, находящейся под углом 0^0 к нормали плоскости светильника, а минимальная – под углом 90^0. Этот закон действует в отношении как вертикальной, так и горизонтальной плоскости распространения света (углы γ_1 и γ_2, рисунок 2.7). При этом положение (направление) нормали плоскости светильника зависит от угла его наклона к освещаемой поверхности (угол α, рисунок 2.7). Преобразовав формулу (2.1), получили выражения для расчета поверхностной освещенности с учетом угла наклона люстры к поверхности воды, вертикального и горизонтального углов падения светового потока, расстояния до точки поверхности и высоты подвески люстры.

Световой поток от источника, попадая на поверхность моря, частично отражается, а частично преломляется и распространяется вглубь моря. Доля проникающего светового потока характеризуется коэффициентом отражения τ, который показывает отношение яркостей преломленного и падающего лучей. Связь между яркостью света, падающего на поверхность моря, преломленного и отраженного света, определяется уравнениями Френеля [103]. Используя их, И.И. Сидельников [92] рассчитал зависимость коэффициента отражения от угла падения, представленную в табл. 2.1. Для

удобства использования в расчетах данных табл. 2.1 коэффициент отражения нашли в виде аппроксимации с относительной погрешностью, не превышающей 8%.

Таблица 2.1 – Зависимость коэффициента отражения от угла падения светового потока на поверхность моря

γ_1,град	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
τ	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,97	0,94	0,87	0,65	0

С учетом коэффициента отражения поверхностная освещенность выразится как:

$$E_{\mathrm{W}} = \tau E_0 \tag{2.2}$$

Освещенность в каждой точке поверхности моря определяется суммарным световым потоком от каждой люстры. В соответствие со схемой расположения световых люстр на судне СТР пр. 420 (рис. 2.6) рассчитали координаты каждой люстры, приняв за начало координат центр судна [36, 15]. Эти данные, а также мощность каждой люстры приведены в табл. 2.2.

Таблица 2.2 – Координаты и мощность галогенных люстр на СТР пр. 420

Номера люстр	**X_L**	**Y_L**	**Мощность люстры, кВт**
11 ЛБ	-3,86	22,36	4,5
10 ЛБ	-8,31	16,93	4,5
9 ЛБ	-8,55	11,12	4,5
8 ЛБ	-8,55	6,64	4,5
7 ЛБ	-8,55	2,16	4,5
6 ЛБ	-8,55	-2,32	4,5
5 ЛБ	-8,55	-6,8	4,5
4 ЛБ	-8,55	-11,28	4,5
3 ЛБ	-85,5	-15,76	4,5
2 ЛБ	-8,55	-20,24	4,5
1 ЛБ	-9,34	-25,11	9
12 ПБ	3,86	22,36	4,5
13 ПБ	8,31	16,93	9
14 ПБ	8,55	11,12	9
15 ПБ	85	6,64	9
16 ПБ	8,55	2,16	9
17 ПБ	8,13	-4,15	9
18 ПБ	15,32	-9,32	27
19 ПБ	8,13	-26,55	18

Для определения координат точек поверхности моря, в которых рассчитывается суммарная освещенность, поверхность вокруг судна разбили на квадраты и получили координатную сетку точек размером 50х50 м (рисунок 2.8) с координатами X_S и Y_S левого (ЛБ) и правого (ПБ) бортов.

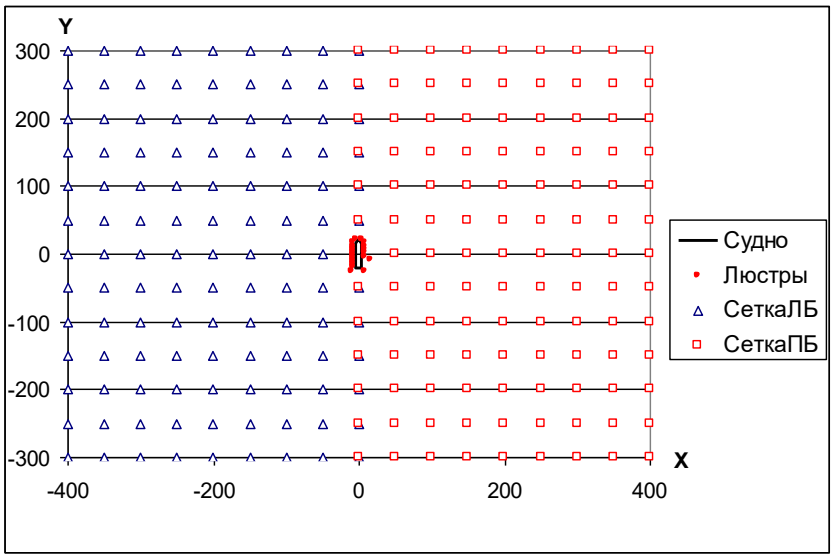


Рисунок 2.8 - Координатная сетка точек, в которых определяется суммарная освещенность от галогенных люстр

В результате расчетов по формуле (2.2) получили трехмерную матрицу $\{X_S, Y_S, E_W\}$, которая в графическом виде представляется поверхностью с изолиниями поля освещенности вокруг судна. На рисунке 2.9 приведены изолинии поля освещенности, создаваемой световыми люстрами СТР пр. 420. В связи с тем, что диапазон изменения освещенности в пределах принятой координатной сетки весьма широкий (от 0,03 лк - на расстоянии 300-400 м от судна; до 5000 лк - вблизи судна), шкала освещенностей на рисунке 2.9 представлена в логарифмическом виде.

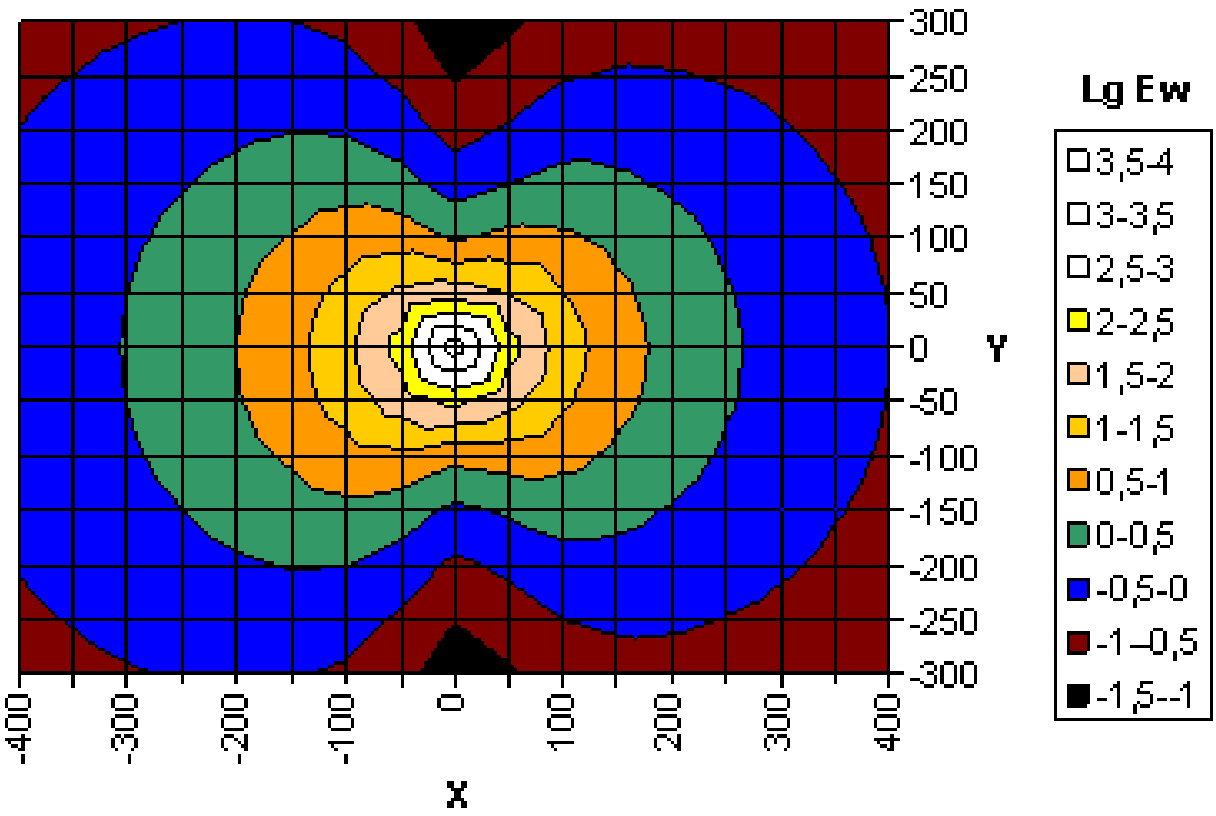


Рисунок 2.9 - Поверхностная освещенность, создаваемая галогенными люстрами на СТР пр. 420

Диапазоны освещенностей, соответствующие логарифмическим диапазонам, приведены в таблице 2.3.

На рисунке 2.9 видно, что картина поверхностной освещенности не симметрична относительно диаметральной плоскости судна. Наблюдается также явное ослабление освещенности по носу и корме судна.

Таблица 2.3 - Диапазоны освещенностей, соответствующие логарифмическим диапазонам на рисунке 2.9

Логарифмический диапазон (LgEw)		Диапазон освещенности (Ew, лк)	
от	до	от	до
3,5	4	3200	10000
3	3,5	1000	3200
2,5	3	320	1000
2	2,5	100	320
1,5	2	32	100
1	1,5	10	32
0,5	1	3,2	10
0	0,5	1	3,2
-0,5	0	0,32	1
-1	-0,5	0,1	0,32
-1,5	-1	0,03	0,1

Такое распространение света объясняется схемой расположения люстр (рисунок 2.6), изменив которую можно добиться более равномерного распространения света, что приведет к увеличению световой зоны, создаваемой судовыми люстрами для привлечения и концентрации водных биологических объектов, положительно реагирующих на свет.

2.3 Оценка зоны распространения подводной освещенности

Второй немаловажной задачей является оценка зоны распространения подводной освещенности от галогенных люстр. Известно, что зона привлечения водных биологических объектов, положительно реагирующих на свет, ограничивается распространением подводной освещенности 0,01 лк, а зона концентрации – распространением освещенности 150 лк [Сидельников, 1981]. Подводная освещенность на глубине z с учетом отражения определится из выражений:

$$E_z = \tau_\beta E_0 \exp(-\alpha_E L_E), \quad (2.3)$$

где τ_β - коэффициент отражения, который показывает отношение яркостей преломленного и падающего лучей; E_0- освещенность поверхности моря, лк; α_E - показатель ослабления света с глубиной, м$^{-1}$, L_E – расстояние от точки падения луча на поверхность моря до точки определения подводной освещенности:

$$L_E = z\sqrt{1+tg^2\beta}, \quad (2.4)$$

где z – глубина проникновения светового потока, м; β - угол преломления светового потока, рад:

$$\beta = \arcsin(\frac{\sin\gamma}{n_\beta}), \quad (2.5)$$

где n_β - коэффициент преломления, который для границы воздух - морская вода принимается равным 1,34; γ - угол падения светового потока, рад:

$$\gamma = arctg\frac{D_E}{H}, \quad (2.6)$$

где H- высота подвески источника над уровнем моря, м; D_E- расстояние от проекции источника на поверхность моря до точки падения луча на поверхность моря, м.

Для определения зоны распространения подводной освещенности с использованием выражений (2.3) – (2.6) создан алгоритм расчета в программе Microsoft© Office Excel [36, 15], при этом поверхностную освещенность E_0 моря определяли исходя из известных соотношений для точечных источников света [34]. На рисунке 2.10 показан результат расчета зон привлечения и концентрации, создаваемой судном СТР пр. 420, оснащенного с правого (рабочего) борта восемью, а левого (нерабочего) – одиннадцатью ГЛГ люстрами мощностью 9 кВт каждая.

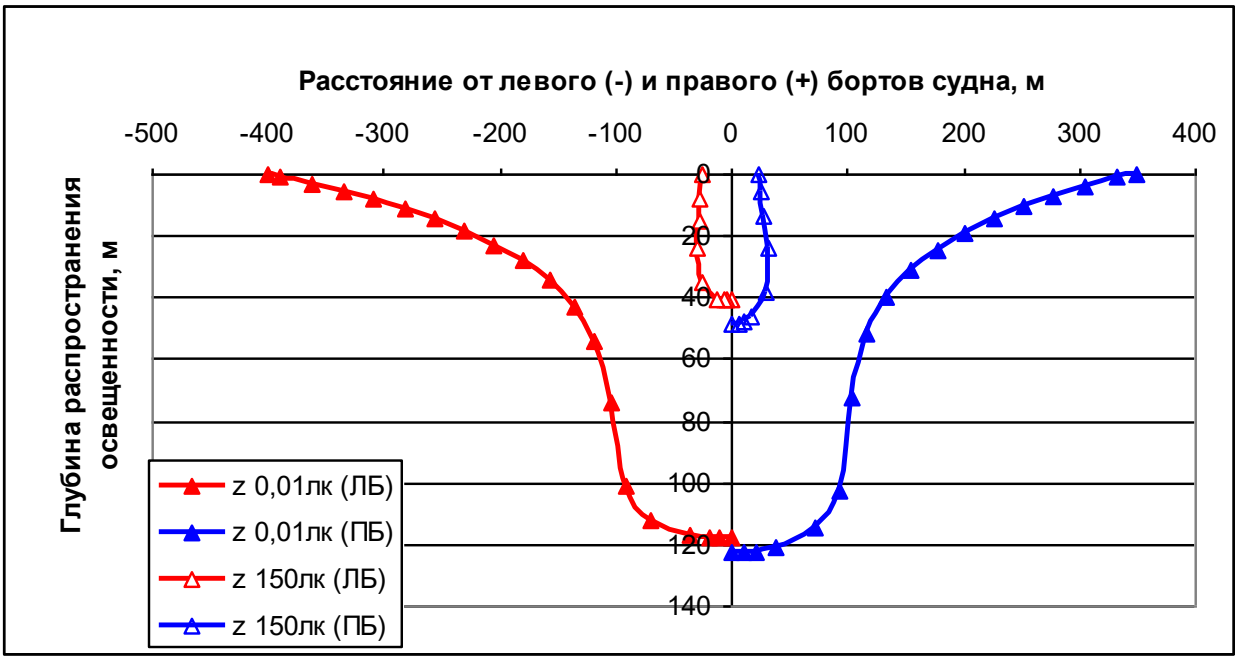


Рисунок 2.10 - Зона привлечения и концентрации, создаваемая галогенными люстрами СТР пр. 420

На графиках рисунка 2.10 видно, что горизонтальная зона распространения освещенности 0,01 лк с левого борта составляет около 400 м, а с правого – около 350 м, тогда как максимальная глубина распространения, наоборот, больше с правого борта. Такая же картина наблюдается и с распространением освещенности 150 лк. Такое распространение света объясняется различным наклоном люстр к поверхности воды: с правого борта он составляет около 10^0, с левого – около 45^0.

2.4 материалы исследования по оценке степени концентрации водных биологических объектов, положительно реагирующих на свет, в зоне облова бортовой сайровой ловушки

В разделе 2.2 приведен результат расчета поверхностной освещенности от судовых галогенных люстр СТР пр. 420, и показана картина поверхностного поля освещенности вокруг судна. Исходя из полученной картины, можно определить размеры зоны привлечения рыб на свет и зоны концентрации рыб у судна, по которым находится коэффициент увеличения плотности концентрации рыб [36, 16].

Предположим, что зона привлечения ограничивается изолинией 0,32 лк, а зона концентрации представляет собой кольцо, ограниченное изолиниями 100 и 320 лк. Тогда площадь зоны привлечения можно оценить как сумму площадей эллипсов с размерами полуосей 250 х 300 м – с левого борта и 200 х 250 м – с правого борта. Площадь зоны концентрации оценим как разницу площадей окружностей с радиусами 50 м (изолиния 100 лк) и 30 м (изолиния 320 лк). Несложными расчетами получаем размер зоны привлечения – 392700 м^2, а зоны концентрации – 5030 м^2, откуда делаем вывод, что плотность концентрации рыб в зоне облова бортовой ловушкой должна увеличиться по сравнению с естественной плотностью в 78 раз.

Оценку естественной плотности концентрации рыб по данным их облова на световых станциях произведем, используя классическое определение коэффициента уловистости [12], преобразуя которое получим следующую формулу для определения плотности концентрации облавливаемого скопления рыб:

$$\rho = Q/(\varphi V_{обл}) \ , \qquad (2.7)$$

где Q – улов, экз (кг); φ – коэффициент уловистости; $V_{обл}$ – обловленный объем воды, м^3.

В общем виде технологию определения естественной концентрации скопления рыб по данным их облова на световых станциях можно представить следующим алгоритмом:

1 Расчетным путем определяется зона привлечения рыб на свет:

$$V_0 = f(E_L, K_L, \alpha_в, \alpha_w, \lambda_0), \qquad (2.8)$$

где E_L – световые параметры ламп (мощность, световая отдача, яркость, спектр); K_L - конструктивные параметры люстр (количество ламп, диаграмма направленности излучения, угол наклона к воде и др.); $\alpha_в$ – коэффициент ослабления света в воздухе; α_w – коэффициент ослабления света в воде; λ_0 – минимальная освещенность, при которой начинается движение рыб к источнику света, лк.

2 Расчетным путем определяется зона концентрации рыб у судна:

$$V_n = f(E_L, K_L, \alpha_в, \alpha_w, \lambda_n), \quad (2.9)$$

где λ_n – оптимальная (комфортная) освещенность, при которой рыбы могут длительное время находиться в освещенной зоне, лк.

3 Находим коэффициент увеличения плотности скопления в результате привлечения рыб в зону облова:

$$k_\rho = k_t V_0 / V_n \ , \quad (2.10)$$

$$k_t = t_L / t_0 \ , \quad (2.11)$$

$$t_0 = (R_0 - R_n) / v_p , \quad (2.12)$$

где k_t– временной коэффициент; t_L – продолжительность световой станции, с; t_0 – продолжительность движения рыб от зоны привлечения к зоне концентрации, с; R_0 – радиус зоны привлечения, м; R_n – радиус зоны концентрации, м; v_p – скорость перемещения рыб к источнику света, м/с.

4 По улову определяем плотность скопления рыб в зоне облова:

$$\rho_L = Q / \varphi_G V_G , \quad (2.13)$$

$$V_G = f(K_G), \quad (2.14)$$

где Q – улов за один подъем ловушки, кг; φ_G – коэффициент уловистости ловушки; V_G – объем воды, облавливаемый ловушкой за один подъем, м^3; K_G - конструктивные параметры ловушки (длина, ширина, форма).

5 Определяем естественную концентрацию скопления рыб:

$$\rho_0 = \rho_L / k_\rho . \quad (2.15)$$

Покажем расчет естественной плотности концентрации сайры при облове ее ассиметричной ловушкой 40 х 30 м с судна СТР пр. 420, разработанной на основе патента № 2616827 и ОСТ 15 98-75 - ловушки. Длина ловушки соизмерима с размерами судна. Суда данного класса имеют следующие размеры: длина – 39,5 м; ширина - 9,3 м; высота борта – 5,1 м. На судах этого класса на промысле сайры применяют ловушку 33 х 30 м, которая представляет собой трапециевидное сетное полотно, посаженное

всеми кромками на подборы. Основное сетное полотно выполнено из капроновой дели 187 текс х 3 с шагом ячеи 10 мм. Основу ловушки составляет прямоугольное сетное полотно размером 25 х 30 м в посадке, где нижняя подбора равна 25 м, высота ловушки – 30 м. При этих размерах площадь сайровой ловушки составляет 870 м^2.

Раскрой сетной части разработанной нами бортовой ассиметричной ловушки 40 х 30 м показан на рисунке 2.11. Сетная часть сайровой ловушки, в основном, изготовлена из капроновой дели 187 текс х 3 с шагом ячеи 10 мм и функционально разделена на три части: пятную 1, бежную 2 и сливную 3. Пятная часть выполнена в форме треугольника, а бежная - в форме неравнобокой трапеции, между которыми размещена сливная часть в форме прямоугольника со смещением в сторону пятной части.

Согласно представленным размером ловушки ее площадь составляет 965 м^2. Сравнивая размеры ловушек, можно отметить, что ловушка 40 х 30 м при каждом цикле облова сайры будет охватывать объем воды на 6 % больше, чем ловушка 33 х 30 м, что положительно повлияет на результативность промысла.

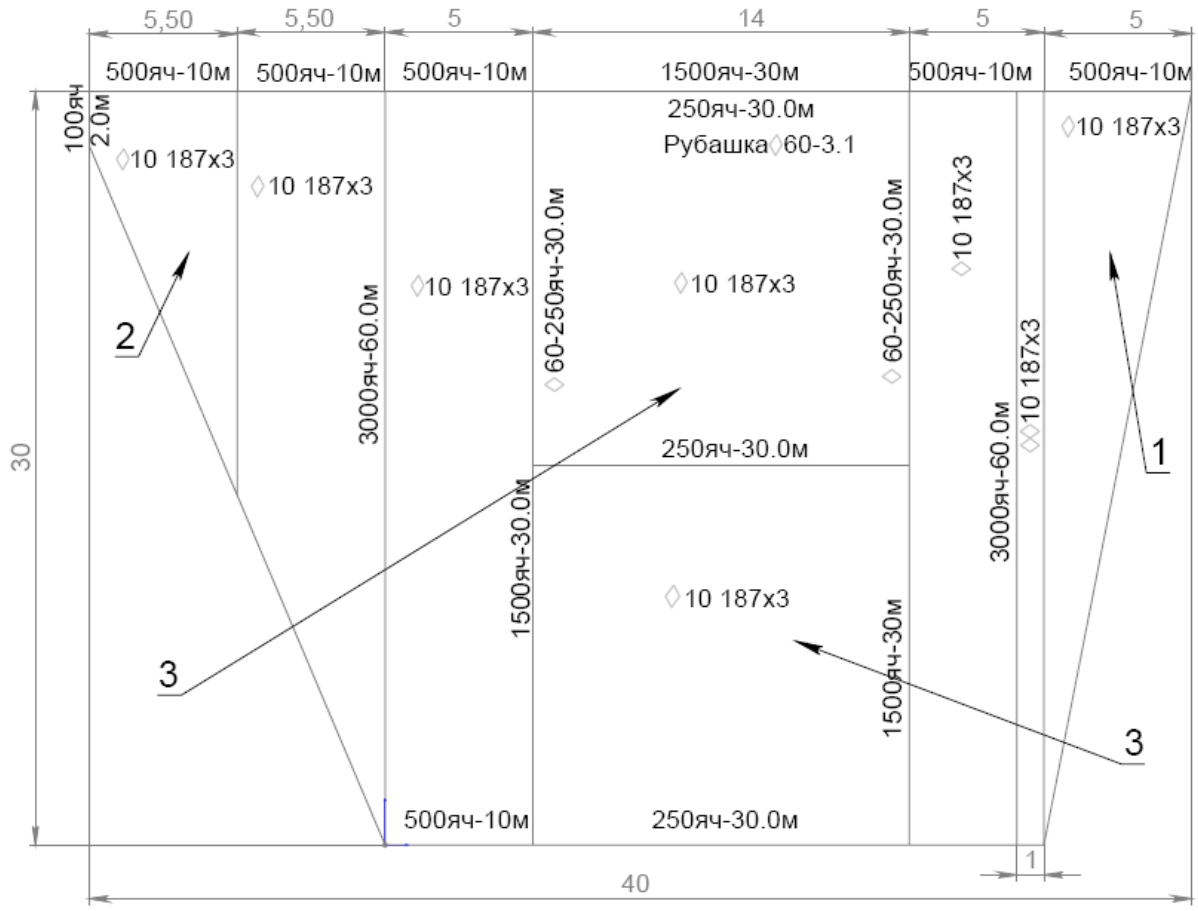


Рисунок 2.11 – Раскрой сетной части сайровой ловушки 40 х 30 м

Сборочный чертеж бортовой ассиметричной сайровой ловушки 40 х 30 м показан на рисунке 2.12. Сетная часть снабжена верхней подборой 4 длиной 40 м, изготовленной из каната Данлайн диаметром 28 мм. Верхняя подбора 4 оснащена блоком плавучести 5, состоящим из кошельковых наплавов МС-25, размещенных на трех посадочных канатах по 225 штук на каждом, которые помещаются в сетной рукав и подвязываются к верхней подборе. Общая подъемная сила блока плавучести составила 1620 кг.

Нижняя подбора *6* выполнена из стального троса диаметром 15,5 мм. Она оснащена загрузкой, в виде концентрирующего груза *7* массой 750 кг, размещенного на стыке пятной *1* и сливной *3* частей. По длине подбора дифференцированно загружена свинцовыми грузами *8* массой 1,5 кг каждый. Сливная часть 3 снабжена каркасом из пожилин *9*, изготовленных из каната Данлайн диаметром 12 мм, расположенных вертикально и горизонтально.

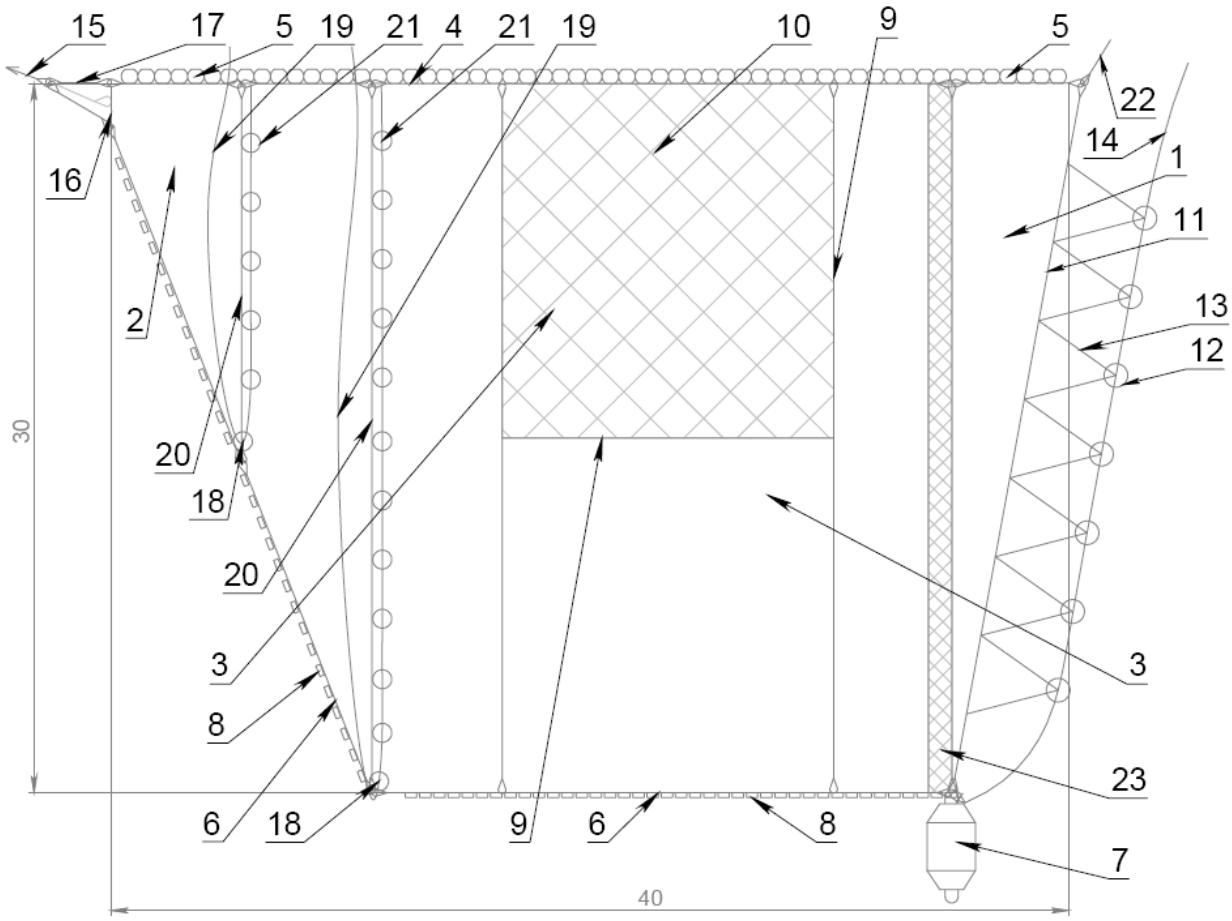


Рисунок 2.12 – Сборочный чертеж сайровой ловушки 40 х 30 м

Для дополнительной прочности сливной части *3* ловушки к внешней ее стороне подшивается сетное покрытие *10*, изготовленное из капроновой дели с шагом ячеи 60 мм диаметром нитки 3,1 мм размером в вытяжку 30 х 48 м. К боковой кромке основной прямоугольной пластины *3* на стыке с пятной частью *1* по всей ее высоте, дополнительно вставлена сетная пластина *23* из капроновой дели 187 текс х 3 с шагом ячеи 10 мм шириной 1,0 м в вытяжку.

Боковая подбора *11* выполнена из каната Данлайн диаметром 26 мм, к которой прикреплены стяжные кольца *12* диаметром 200 мм, изготовленные из стального прутка диаметром 22 мм. Кольца *12* подвязаны к боковой подборе *11* через систему уздечек *13*, выполненных из каната Данлайн диаметром 12 мм. Через стяжные *12* кольца пропущен стальной стяжной трос *14* диаметром 17,5 мм, заведенный на барабан траловой лебедки.

Бежная *2* часть ловушки выполнена с бежным урезом *15*,

изготовленным из каната Данлайн диаметром 28 мм, который соединен с посадочным концом *16*, выполненным из каната Данлайн диаметром 12 мм, посредством канатов *17*, изготовленных из каната Данлайн диаметром 26 мм. Бежной урез *15* выведен на вытяжную лебедку, расположенную в носовой части судна.

На нижней подборе 6 бежной части *2* закреплено кольцо *18*, через которое пропущен подсушивающий канат *19*. Кольцо *18* диаметром 100 мм выполнено из стального прутка 12 мм, канат *19* изготовлен из каната Данлайн диаметром 26 мм. Один конец подсушивающего каната *19* закреплен на верхней подборе *4*, а другой выведен к лебедке, расположенной на борту судна. От кольца *18* вверх по сетной части закреплена пожилина *20*, выполненная из каната Данлайн диаметром *12* мм, к которой подвязаны подсушивающие кольца *21* через систему уздечек, выполненных в виде треугольной рамы, внутрь которой вшито сетное полотно (на чертеже не показано). Рама изготовлена из каната Данлайн диаметром 10 мм, а сетное полотно – из полиэтиленовой дели диаметром нитки 3,0 мм шагом ячеи 60 мм.

К крайнему углу пятной части *1* прикреплен пятной урез *22*, выведенный на турачку грузовой лебедки. Пятной урез *22* изготовлен из каната Данлайн диаметром *28* мм

При изготовлении ловушки все подборы и пожилины крепились к сетному полотну через систему цепочек шагом ячеи 60 мм, вывязанных из капронового каната диаметром 5,0 мм.

Разработанная ассиметричная сайровая ловушка имеет некоторые преимущества по сравнению с трапециевидными ловушками, которые применяются на наших промысловых судах:

-предлагаемая конструкция ассиметричной сайровой ловушки позволяет использовать ее как на среднетоннажных, так и крупнотоннажных промысловых судах, соизмеряя длину верхней подборы с длиной судна,

максимально уменьшая отрицательное воздействие высокого надводного борта;

-выполнение сетного полотна в виде трех частей (пятной, сливной и бежной) дают возможность доставки и загрузки их на судно раздельно, соединяя их непосредственно на судне с помощью экипажа. Транспортировка орудия лова большого размера сопряжена с рядом трудностей. За счет наличия трех частей сетного полотна орудие лова достигает размеров, соизмеримых с длиной судна, вследствие чего значительно повышается уловистость орудия лова;

-выполнение пятной части в виде треугольника позволяет снять нагрузку с сетного полотна пятной части, так как стяжные кольца равномерно размещены по боковой кромке, концентрирующий груз и пятной урез расположены на противоположных углах. За счет этого боковая кромка работает на растяжение, что предотвращает сетное полотно пятной части от порыва (разрушения) и способствует сохранению рабочей формы орудия лова при постановке и выборке;

-выполнение бежной части в форме неравнобокой трапеции необходимо для сохранения целостности сетного полотна при его эксплуатации, особенно при больших уловах. Для снижения возникающей значительной нагрузки на сетное полотно в место сочленения бежной части бежная кромка соединена с бежным урезом посредством нескольких канатов, снимающих нагрузку с сетного полотна бежной части. Это обеспечивает сохранение рабочей формы орудия лова, а также прочность орудию лова при его выборке;

-выполнение сливной части в виде прямоугольника со смещением в сторону пятной части наилучшим образом обеспечивает прием улова. Поскольку нагрузка на сетное полотно в этом случае значительно возрастает, сливная часть снабжается не только вертикальными и горизонтальными пожилинами, но и двойным сетным полотном. Это позволяет принять орудию лова значительный улов и сохранить при этом целостность как

сетного полотна, так и всего орудия лова, что значительно повышает результативность лова;

-оснащение орудия лова пятным и бежным урезами совместно с наплавами, закрепленными на верхней подборе, обеспечивает придание орудию лова при облове объекта рабочей формы, а также создаёт максимальное пространство между бортом судна и орудием лова с целью большего захвата объекта лова. И, как следствие, способствуют увеличению площади облова и повышению результативности лова;

-наличие вертикальных пожилин на сетном полотне бежной части необходимо для обеспечения прочности орудия лова и размещения на них подсушивающих колец;

-размещение загрузки по нижней подборе сливной и бежной частей дифференцированно с увеличением расстояния между ними в сторону бежной кромки уменьшает трудозатраты на подсушку орудия лова и повышает безопасность его эксплуатации, обеспечивает придание орудию лова рабочей форме при лове рыбы, а также способствует сохранению целостности сетного полотна при подсушке ловушки. Кроме того, это позволяет увеличить скорость выборки и значительно сократить время обработки орудия лова, что, в конечном результате, повышает результативность лова. Обловленную рыбу изымают из орудия лова с помощью рыбонасоса.

Площадь вышеописанной ловушки определяется ее длиной, которая соизмерима с длиной рабочего борта судна. Вертикальную зону облова представим площадью ловушки в плане, рассчитанной как сумма площадей пятной, бежной и сливной частей ловушки (см. рисунком 2,11). Обловленный ловушкой объем можно оценить как сумму объемов половины усеченного конуса бежной части, половины цилиндра сливной части и половины конуса пятной части с радиусом окружности в основании: $R = H_л / \pi$, где $H_л$ – высота сливной части ловушки. Результаты расчета рабочих

параметров ловушки, применительно к размерам судна типа СТР пр. 420, приведён в таблице 2.4.

Таблица 2.4 - Расчет площади и обловленного объема ассиметричной ловушки 40 х 30 м

Составная часть ловушки	Горизонтальный размер, м	Высота, м	Площадь, $м^2$	Обловленный объем, $м^3$
Бежная	11,0	30,0	170,5	543,3
Сливная	24,0	30,0	720,0	3437,7
Пятная	5,0	30,0	75,0	238,7
Суммарно			965,5	4219,8

Предположим, что улов сайры, полученный за одну выборку бортовой ловушки 40 х 30 м с обловленным объемом 4219,8, составил 7 т (около 47 000 экз.) при коэффициенте уловистости ловушки 0,6. Расчет по формуле (2.7) показывает, что плотность концентрации рыб, привлеченных светом в зону облова, в этом случае составит около 19экз/$м^3$. Учитывая, что плотность концентрации рыб в зоне облова бортовой ловушкой увеличена в 78 раз, получаем величину естественной плотности концентрации сайры в размере: 19/78 = 0,24 экз/$м^3$, или приблизительно 1 экз. в объеме 4 $м^3$.

По результатам исследований светотехнических параметров галогенных и светодиодных сайровых люстр и исследований по оценке степени концентрации сайры в зоне облова бортовой сайровой ловушки при оснащении судна СТР пр. 420 галогенными люстрами можно сделать следующие выводы:

- в результате измерений спектральной яркости светодиодных блоков белого, красного, зеленого и синего свечений отмечено, что наибольший вклад в их совместный спектр излучения («цветовой коктейль») вносят синяя и красная области спектра;

- при совместном использовании галогенных люстр и светодиодных блоков увеличивается энергия излучения в сине-зеленых областях спектра и

эффективность (освещенность на 1 Вт мощности) у светодиодных блоков в 3 раза выше, чем у галогенных люстры;

- поверхностная освещенность от судовых галогенных люстр вокруг судна СТР пр. 420 распределена неравномерно и определяется схемой расположения люстр вдоль борта;

- зоны распространения подводной освещенности от галогенных люстр, зависят от угла наклона люстры к поверхности воды;

- плотность концентрации рыб, привлеченных в зону облова галогенными люстрами судна СТР пр. 420, увеличивается в 78 раз по сравнению с естественной концентрацией;

- разработанная ассиметричная бортовая сайровая ловушка 40 х 30 м применительно к судну СТР пр. 420 способна за один цикл лова охватить порядка 4220 м^3 воды;

- ассиметричная ловушка 40 х 30 м при каждом цикле облова сайры будет охватывать объем воды на 6 % больше, чем ловушка 33 х 30 м, что положительно повлияет на результативность промысла.

ГЛАВА 3 СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СВЕТОТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОМЫСЛОВОГО СУДНА, ОСНАЩЕННОГО КВАРЦЕВО-ГАЛОГЕННЫМИ ЛЮСТРАМИ И СВЕТОДИОДНЫМИ БЛОКАМИ

3.1 Технологическая схема оснащения судна СТР пр. 420 галогенными люстрами и светодиодными блоками

В качестве примера приведем оснащение промыслового судна СТР пр. 420, оборудованного в базовом варианте специальными кварцево-галогенными источниками света КГП-220-1500, КГП-220-5000 и КГПкр-220-1500, с дополнительной установкой различных светодиодных герметичных блоков белого и красного излучений потребляемой мощностью 400 Вт и с габаритными размерами, идентичными размерам блоков с лампами КГП-220-1500 (рисунок 3.1). Размещение красных светодиодных блоков вдоль всего рабочего борта позволит использовать на промысле сайры ловушку, соизмеримую с длиной судна (см рисунок 2.11 и 2.12).

Промысловое освещение на кварцево-галогенных лампах сохраняется неизменным, со своим пультом управления промысловым освещением, позволяющим регулировать напряжение на источниках света и включение-выключение люстр (светильников), гирлянды дополнительного освещения и прожекторов пассивного (курсового) поиска, и не зависит от светодиодного освещения. Для увеличения суммарной мощности светового потока промыслового освещения дополнительно установили различные светодиодные блоки совместно с существующими галогенными источниками на тех же световых выстрелах, предназначенных для крепления кварцево-галогенных источников света. Мощность и световой поток галогенных люстр, светодиодных блоков и светильников гирлянды приведены в таблицах 3.1 и 3.2.

Как видно из данных таблицы 3.1, установка светодиодных блоков параллельно с регулируемыми кварцево-галогенными лампами накаливания позволит увеличить суммарный световой поток судовых люстр на 1566000 лм или на 50 % за счет высокой световой отдачи СВД источников излучения.

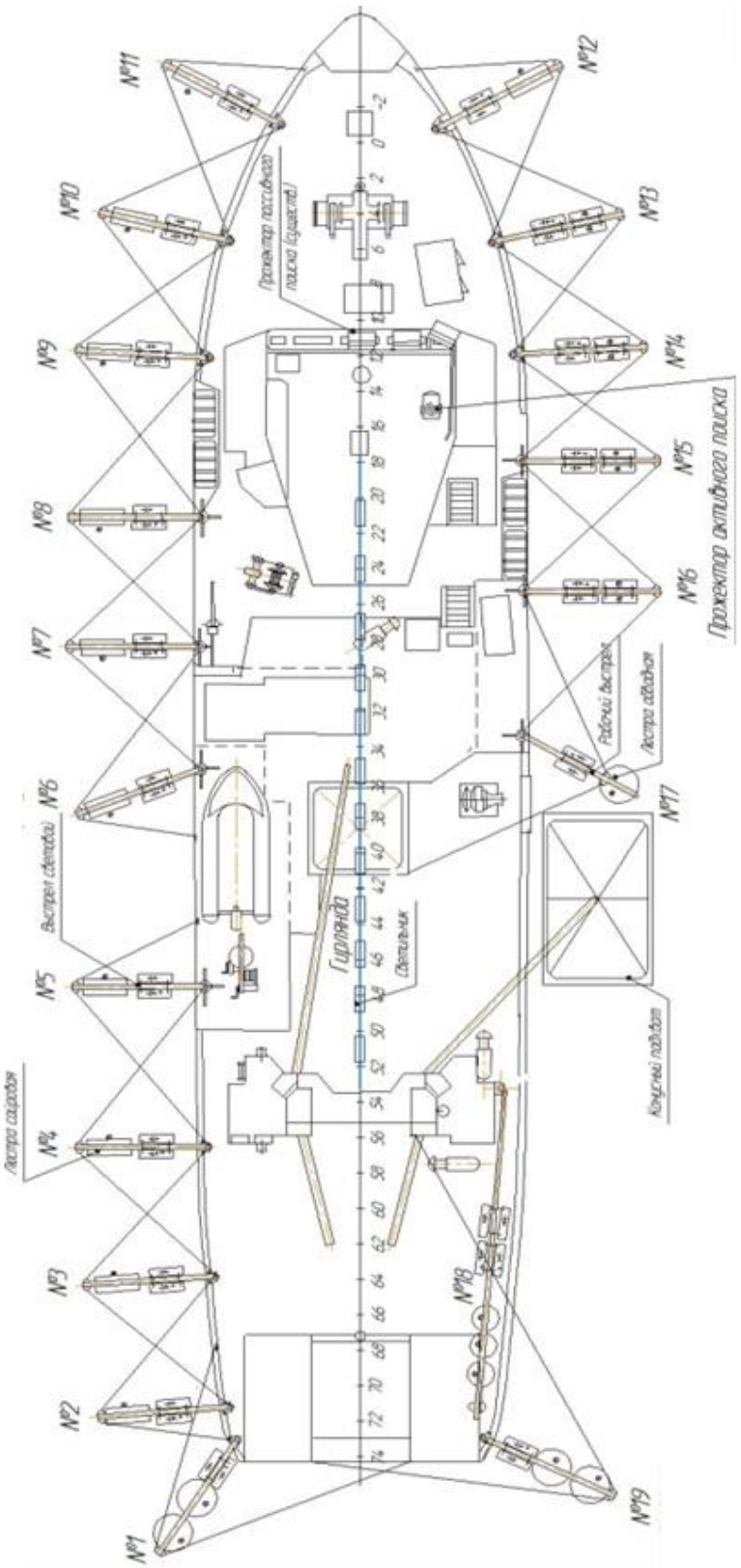


Рисунок 3.1 - Схема оснащения галогенными и светодиодными источниками света НИС "Владимир Сафонов"

Таблица 3.1 - Мощность и световой поток галогенных (ГЛГ) люстр и светодиодных блоков (СВД)

№№ люстр	Мощность ГЛГ, кВт	Светоотдача ГЛГ, лм/кВт	Световой поток ГЛГ, лм	Мощность СВД, кВт	Светоотдача СВД, лм/кВт	Световой поток СВД, лм	Световой поток ГЛГ+СВД
11 ЛБ	4,5	22000	99000	0,4	135000	54000	153000
10 ЛБ	4,5	22000	99000	0,4	135000	54000	153000
9 ЛБ	4,5	22000	99000	0,4	135000	54000	153000
8 ЛБ	4,5	22000	99000	0,4	135000	54000	153000
7 ЛБ	4,5	22000	99000	0,4	135000	54000	153000
6 ЛБ	4,5	22000	99000	0,4	135000	54000	153000
5 ЛБ	4,5	22000	99000	0,4	135000	54000	153000
4 ЛБ	4,5	22000	99000	0,4	135000	54000	153000
3 ЛБ	4,5	22000	99000	0,4	135000	54000	153000
2 ЛБ	4,5	22000	99000	0,4	135000	54000	153000
1 ЛБ	18	22000	396000	0,8	135000	108000	504000
12 ПБ	4,5	22000	99000	0,4	135000	54000	153000
13 ПБ	9	22000	198000	0,8	135000	108000	306000
14 ПБ	9	22000	198000	0,8	135000	108000	306000
15 ПБ	9	22000	198000	0,8	135000	108000	306000
16 ПБ	9	22000	198000	0,8	135000	108000	306000
17 ПБ	9	22000	198000	0,8	135000	108000	306000
18 ПБ	27	22000	594000	1,6	135000	216000	810000
19 ПБ	18	22000	396000	0,8	135000	108000	504000
Сумма	157,5		3465000	11,6		1566000	5031000

Таблица 3.2 - Мощность и световой поток светильников гирлянды (ГРЛ)

№ светильников	Мощность ГРЛ, кВт	Светоотдача ГРЛ, лм/кВт	Световой поток ГРЛ, лм
1	5	22000	110000
2	5	22000	110000
3	5	22000	110000
4	5	22000	110000
5	5	22000	110000
6	5	22000	110000
7	5	22000	110000
8	5	22000	110000
9	5	22000	110000
10	5	22000	110000
11	5	22000	110000
12	5	22000	110000
Сумма	60	264000	1320000

Для установки светодиодных блоков российской сборки потребуется дополнительное увеличение мощности всего на 11,6 кВт, или на 7%, которую можно взять с существующего судового штатного трансформатора. Дополнительно потребуется выполнение кабельных трасс минимального сечения и установка дополнительного пульта управления, оснащенного системой защиты в соответствии с требованиями судового регистра РФ.

3.2 Оценка поверхностной световой зоны, создаваемой различными вариантами оснащения судна галогенными люстрами и светодиодными блоками

Расчет поверхностной световой зоны, создаваемой различными вариантами оснащения судна галогенными и светодиодными люстрами, провели при четырех различных вариантах (комбинациях) оснащения промыслового судна СТР пр. 420: галогенными люстрами (ГЛГ), галогенно-светодиодными люстрами (ГЛГ+СВД), галогенными люстрами с гирляндой (ГЛГ+ГРЛ) и галогенно-светодиодными люстрами с гирляндой (ГЛГ+СВД+ГРЛ).

Для расчета светового поля были определены координаты всех люстр и светильников гирлянды и построен график расположения гирлянд и люстры на судне (рисунок 3.2).

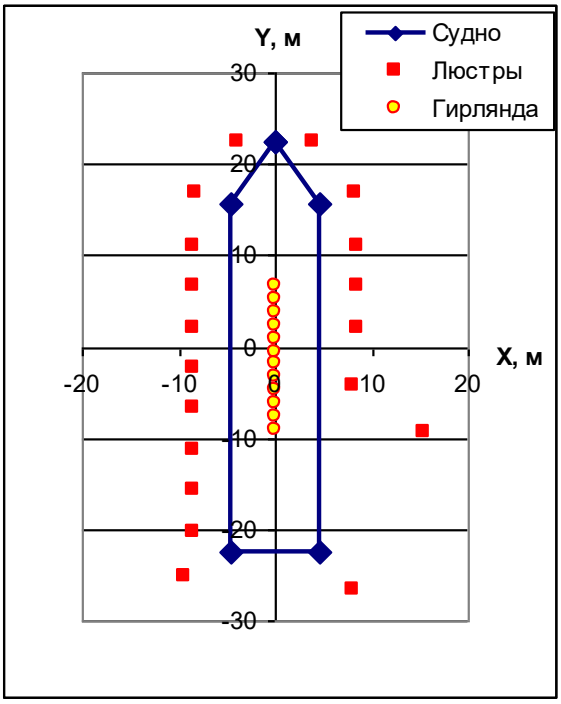


Рисунок 3.2 - Координаты галогенных и светодиодных люстр и гирлянды

Методика расчета формы светового поля, создаваемого различными вариантами сайровых люстр, основана на использовании законов светотехники [34, 92, 103] и достаточно подробно изложена во второй главе

диссертации и в наших работах [36, 121]. Расчет освещенности произведен для точек, расположенных в пространстве вокруг судна (с левого и правого бортов, с носа и кормы) на расстоянии до 3600 м. Результаты расчета светового поля при различных комбинациях светотехнического оснащения СТР пр. 420 приведены на рисунке 3.3, где синим цветом показана зона распространения освещенности 0,01 лк, являющейся пороговой для привлечения рыб к свету [92].

На рисунке 3.3 видно существенное различие в форме светового поля судна при оснащении его люстрами и совместном использовании люстр и гирлянды. Если при использовании люстр световое поле представляется в виде «бабочки» с эллипсовидными «крыльями» по левому и правому бортам, то при использовании люстр с гирляндой световое поле выравнивается и приобретает форму, близкую к окружности. При этом освещенность 0,01 лк распространяется на большее расстояние от бортов судна: 1800 - 2500 м – от ГЛГ и СВД люстр, 3400-3600 м – от люстр с гирляндой. За счет этого зона привлечения рыб, рассчитанная как площадь распространения освещенности 0,01 лк, увеличивается в 3,5-3,9 раза. Объясняется такая форма светового поля тем, что люстры излучают свет под углом к поверхности моря, тогда как светильники гирлянды (лампы) излучают свет равномерно по всем направлениям.

В таблице 3.3 приведены обобщенные данные по потребляемой мощности (P, кВт), световому потоку (F, лм) и зоне привлечения (S, $м^2$) при различных вариантах (комбинациях) светотехнического оснащения судна СТР пр. 420.

Анализ данных таблицы 3.3 показывает, что дополнительное оснащение судна СВД люстрами приводит к увеличению потребляемой мощности всего на 7 %, при этом световой поток увеличивается на 31 %, а зона привлечения - на 33,5 % по сравнению с ГЛГ люстрами. Применение световой гирлянды совместно с ГЛГ и СВД люстрами приводит к увеличению потребляемой мощности на 35,5 %, светового потока – на 26,2 %, а зоны привлечения – в

2,6 раза. Этот результат анализа не противоречит сложившейся на отечественных сайроловных судах практике применения гирлянды с целью увеличения зоны привлечения сайры. Однако после окончания световой станции гирлянда отключается, и перевод сайры на рабочий борт осуществляется с помощью люстр путем их последовательного отключения или уменьшения подаваемого на них напряжения.

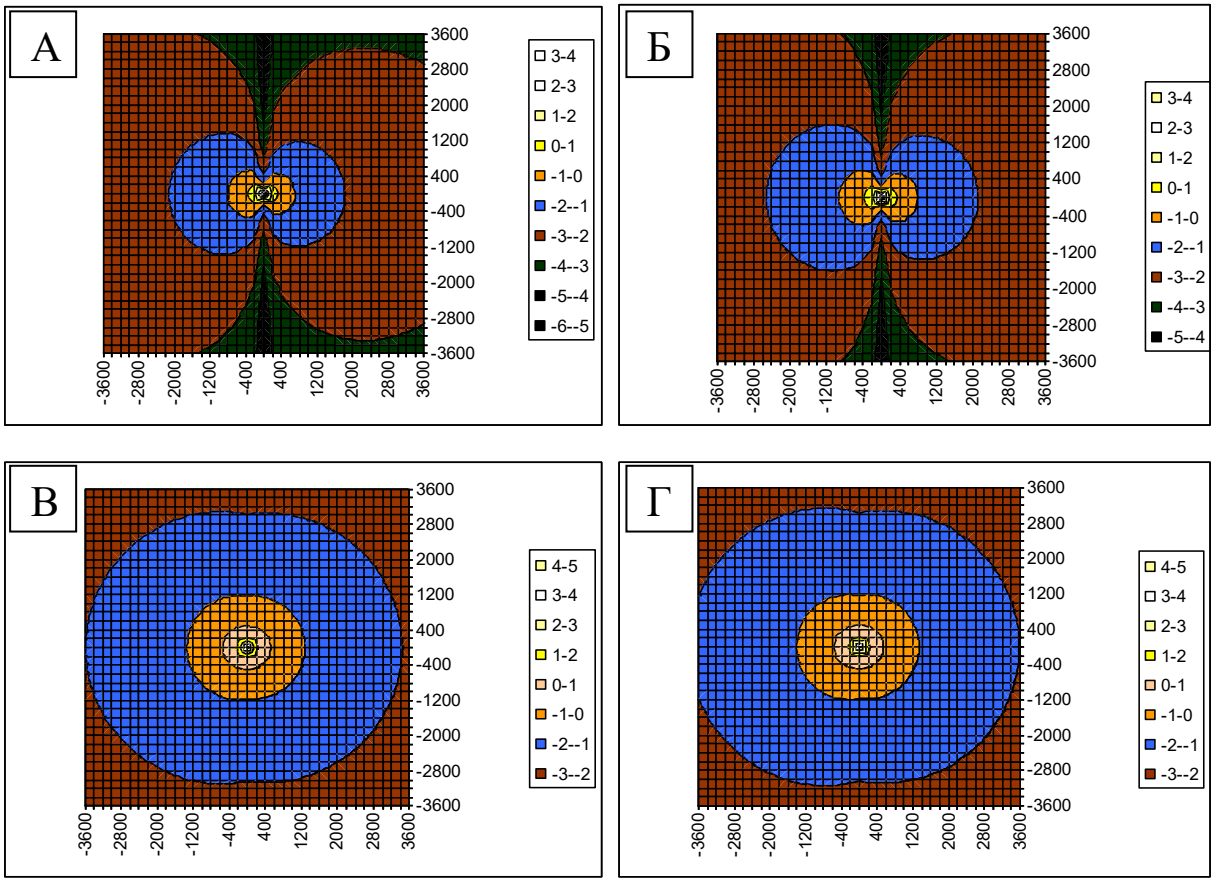


Рисунок 3.3 – Поле освещенности вокруг судна СТР пр 420:
А – при оснащении ГЛГ люстрами; **Б** – при оснащении ГЛГ и СВД люстрами; **В** – при оснащении ГЛГ люстрами с гирляндой; **Г** – при оснащении ГЛГ и СВД люстрами с гирляндой

Таблица 3.3 – Результаты анализа потребляемой мощности, светового потока и зоны привлечения сайры при различных комбинациях светотехнического оснащения СТР пр. 420

Параметр	Варианты оснащения судна гирляндами и люстрой				
	ГЛГ	ГЛГ+СВД	ГРЛ	ГРЛ+ГЛГ	ГРЛ+(ГЛГ+СВД)
P, кВт	157,5	169,1	60	217,5	229,1
P / P max	0,69	0,74	0,26	0,95	1,0
F, лм	3465000	5031000	1320000	4785000	6351000
F / F max	0,54	0,79	0,21	0,75	1,0
S, $м^2$	8164999	10901327	28274334	32169909	37392807
S / S max	0,22	0,29	0,76	0,86	1,0

3.3 Оценка степени концентрации сайры в световом поле, создаваемом галогенными и светодиодными люстрами

Принимая за зону привлечения сайры пространство, ограниченное распространением освещенности 0,01 лк, а за зону концентрации – пространство, ограниченное распространением освещенности 100 лк (92), из анализа пространственных графиков изолиний (рисунок 3.3) получили размеры (площади) зон привлечения и концентрации сайры. Если принять гипотезу о том, что вся привлеченная сайра сконцентрируется в зоне, ограниченной освещенностью 100 лк, то увеличение концентрации в этой зоне будет пропорционально отношению размера зоны привлечения к размеру зоны концентрации. В таблице 3.4 приведены обобщенные данные по размеру зон привлечения и концентрации и оценке степени концентрации сайры в световом поле, создаваемом различными вариантами (комбинациями) светотехнического оснащения судна СТР пр. 420.

Таблица 3.4 - Результаты оценки степени концентрации сайры при различных комбинациях светотехнического оснащения СТР пр. 420

Анализируемый параметр	Варианты оснащения судна гирляндами и люстрой			
	ГЛГ	ГЛГ+СВД	ГЛГ+ГРЛ	ГЛГ+СВД+ГРЛ
Зона привлечения (0,01 лк), $м^2$	8164999	10901327	31478758	37200384
Зона концентрации (100 лк), $м^2$	40212	47987	53642	62831
Увеличение концентрации, разы	203	227	586	592

Анализ данных таблицы 3.4 показывает, что дополнительное оснащение судна СВД люстрами, хотя и приводит к увеличению зоны привлечения, однако не дает существенного увеличения степени концентрации сайры в зоне облова ловушкой (всего на 11,8 %). Вместе с тем применение ГЛГ и СВД люстр совместно со световой гирляндой приводит к увеличению степени концентрации сайры в 2,6 – 2,9 раза. Этот результат анализа еще раз указывает на целесообразность оснащения судов не только люстрами, но и световой гирляндой с целью увеличения зоны привлечения и степени концентрации сайры.

В результате сравнительной оценки светотехнических параметров промыслового судна, оснащенного кварцево-галогенными люстрами и светодиодными блоками, выявлено следующее:

- дополнительное оснащение судна светодиодными люстрами приводит к увеличению потребляемой мощности всего на 7,0 %, при этом световой поток увеличивается на 31,0 %, а зона привлечения - на 33,5 % по сравнению с галогенными люстрами;

- применение световой гирлянды совместно с галогенными и светодиодными люстрами приводит к увеличению потребляемой мощности на 35,5 %, светового потока – на 26,2 %, а зоны привлечения – в 2,6 раза.

- применение галогенных и светодиодных люстр совместно со световой гирляндой приводит к увеличению степени концентрации сайры в зоне облова ловушкой в 2,6 – 2,9 раза.

На основе расчетов светового поля предложен оптимальный вариант оснащения промыслового судна типа СТР пр. 420 галогенными и светодиодными люстрами для лова сайры. Технологически оснащение судов различными комбинациями галогенных и светодиодных сайровых люстр не требует изменения количества выстрелов и кардинального увеличения потребляемой мощности. Предлагаемая схема оснащения позволяет управлять суммарным световым потоком и исследовать эффективность использования новейших источников света на промысле рыб, положительно реагирующих на надводные искусственные источники света, и при этом появляется возможность концентрировать рыбу вдоль всего рабочего борта под красными источниками света, и облавливать ее ловушкой, соизмеримой с длиной промыслового судна. В этой связи нами разработана промысловая схема постановки и выборки ассиметричной ловушки, соизмеримой с длиной борта судна СТР пр. 420.

ГЛАВА 4 ПРОМЫСЛОВАЯ СХЕМА ПОСТАНОВКИ, ПОДСУШКИ И ВЫБОРКИ БОРТОВОЙ АССИМЕТРИЧНОЙ ЛОВУШКИ С СУДНА ТИПА СТР ПР. 420

Промысловая схема постановки, подсушки и выборки бортовой ассиметричной ловушки с судна типа СТР пр. 420 разработана на основании чертежа «Общее расположение судна» [Техническая документация № 420 – 903-095 ВО от 10.05.1977], конструкторской документация для изготовления бортовой ловушки ОСТ 15 98-75 и по материалам патента № 2627587. Повысить эффективность промысла сайры с судов российской постройки, которые ориентированы на работу с бортовыми ловушками, возможно за счет увеличения облавливаемого объема воды. При этом горизонтальные размеры ловушки должны быть соизмеримы с длиной промыслового судна. Для судна типа СТР пр. 420 разработана сайровая ловушка 40,0 х 30,0 м (см. рисунок 2.12), для которой разработана промысловая схема, позволяющая проводить промысловые операции без установки дополнительных промысловых механизмов. Предлагаемая конструкция ловушки и разработанная промысловая схема позволят использовать для лова сайры не только среднетоннажные, но и крупнотоннажные высокобортные суда.

4.1 Подготовка к постановке ассиметричной ловушки

Для осуществления лова оснащенную ассиметричную сайровую ловушку (рисунок 2.12) готовят к постановке, располагая ее вдоль рабочего правого борта, укладывая нижнюю подбору *6* сливной части вдоль борта, верхнюю подбору *4* – на некотором расстоянии от борта, а сетное полотно - между подборами (рисунок 4.1). Пятную часть *1* укладывают в корме в районе ваерного блока *24*, а боковая подбора *11* со стяжными кольцами *12* повисает между ваерным блоком *24* и концентрированным грузом *7*. Груз *7*, который предварительно подключен к нижней подборе *6* и к стяжному торсу *14*, выведен за борт и поставлен на стопор (на рисунке не показан). Стяжной трос *14* намотан на ваерный барабан *26* траловой лебедки, проходит вдоль вертикального рола *25*, через ваерный блок *24* и через кольца *12*,

подключается к концентрированному грузу *7*. Пятной урез *22*, соединенный одним концом с гашами верхней и боковой подбор, проходит свободным концом через кормовой клюз (на рисунке не показан) вдоль вертикального рола *25*, направляющий блока *27*, и с запасом по длине крепится к стопорному рыму *28*. При выборке ловушки пятной урез *22* подтягивается турачкой *35* траловой лебедки. В носовой части судна бежная часть ловушки, начиная от лебедки с турачкой *29* до формирователя *32*, берется в жгут и через определенное расстояние подвязывается к фальшборту привязками. Подсушивающие канаты *19*, продетые через кольца *21*, подобраны турачкой лебедки *29* и лебедкой *31*. На лебедку *31* подсушивающий канат *19* заведен через подвесной направляющий блок *30*. Бежной урез *15* заведен в формирователь *32*, расположенный на траловой дуге *33*, свободный конец которого со слабиной крепится к стопорному рыму *34*. При выборке ловушки бежной урез *15* подтягивается турачкой *36* брашпиля.

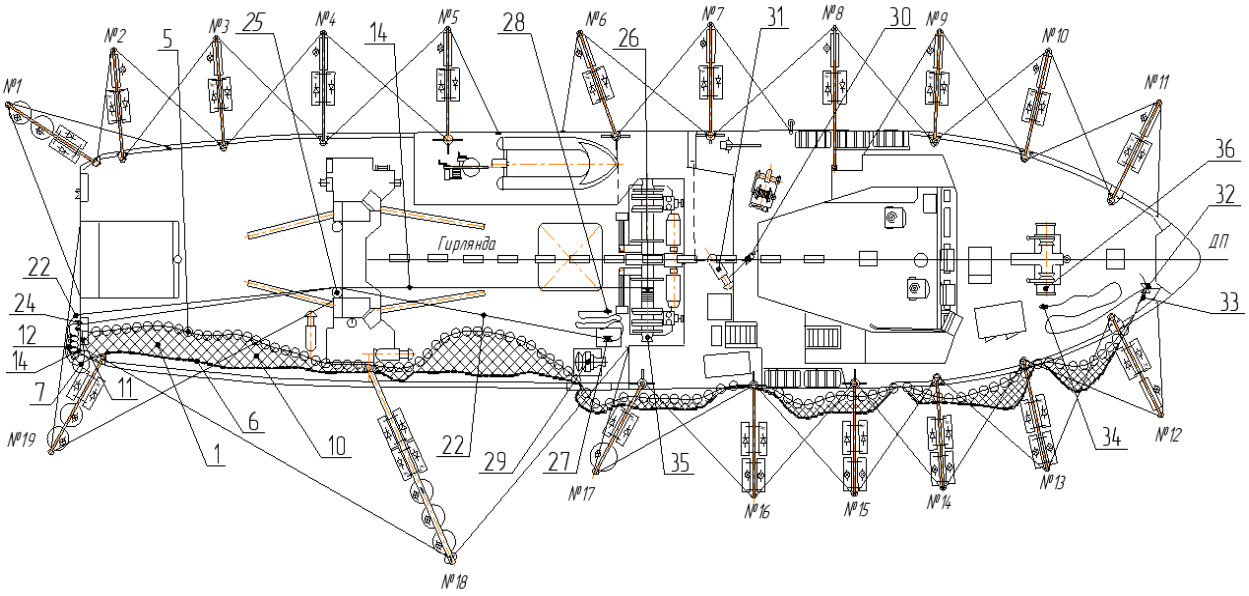


Рисунок 4.1 – Подготовка к постановке ассиметричной ловушки

4.2 Постановка ассиметричной ловушки

Постановка сайровой ловушки начинается с отдачи со стопора концентрирующего груза *7* (рисунок 2.12, 4.2, 4.3,). Одновременно с грузом 7, опускается нижняя подбора *6*, и отдаются привязки, с помощью которых жгут бежного крыла подвязывался к фальшборту.

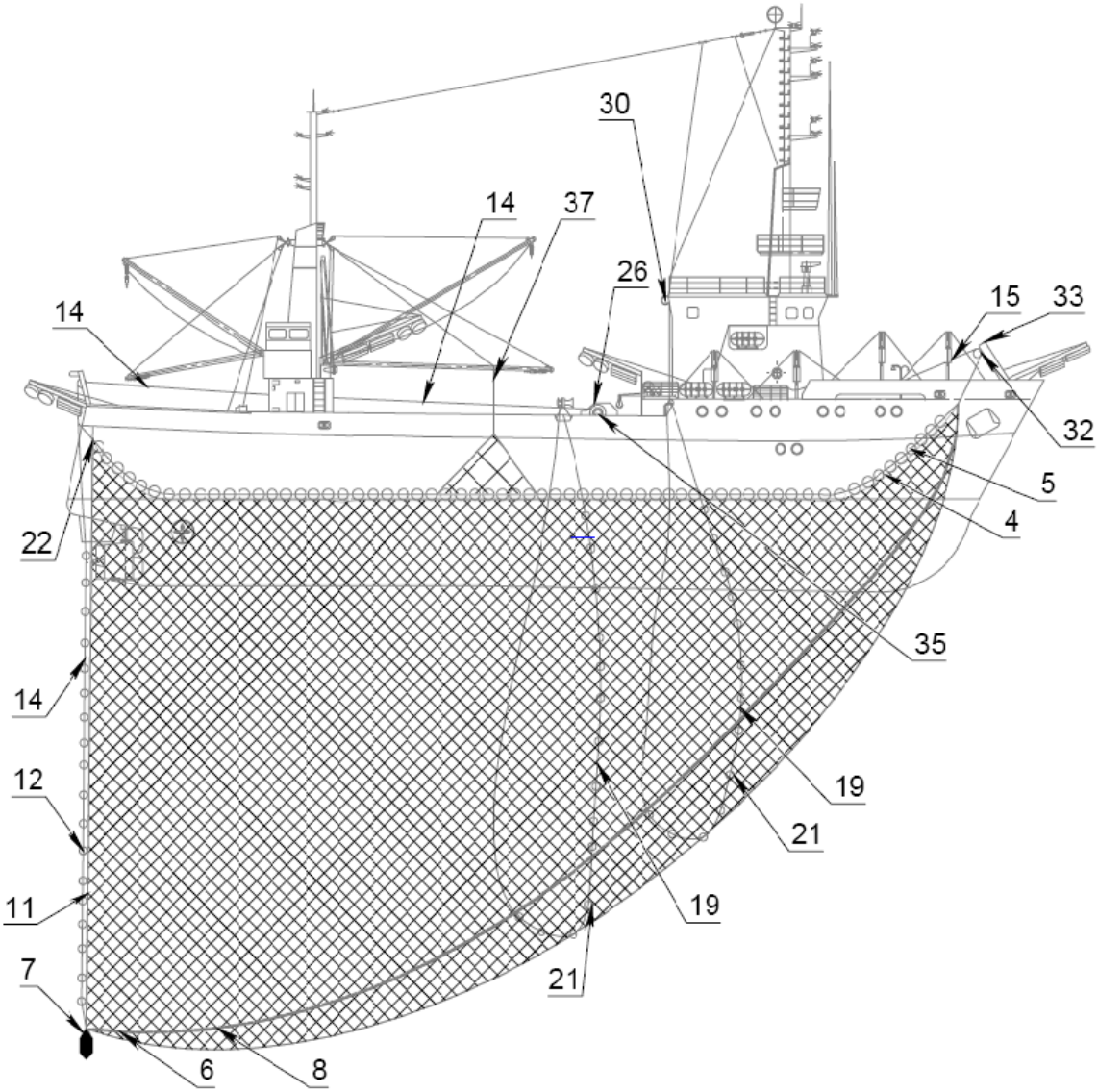


Рисунок 4.2 – Постановка ассиметричной ловушки

С помощью лебедки *26* потравливают стяжной трос *14*, продетый через стяжные кольца *12*. Вместе с грузом *7* уходит в воду боковая подбора *11* со стяжными кольцами *12* и пятной урез *22*, пропущенный через клюз (рисунок

4.3). Нижняя подбора *6* погружается в воду под воздействием грузов *8*, размещенных по нижней подборе. При заглублении нижней подборы *6*, и распускания жгута бежного крыла *2*, подсушивающие канаты *19*, продетые через кольца *21*, располагаются вдоль сетного полотна, и сайровая ловушка принимает рабочую форму.

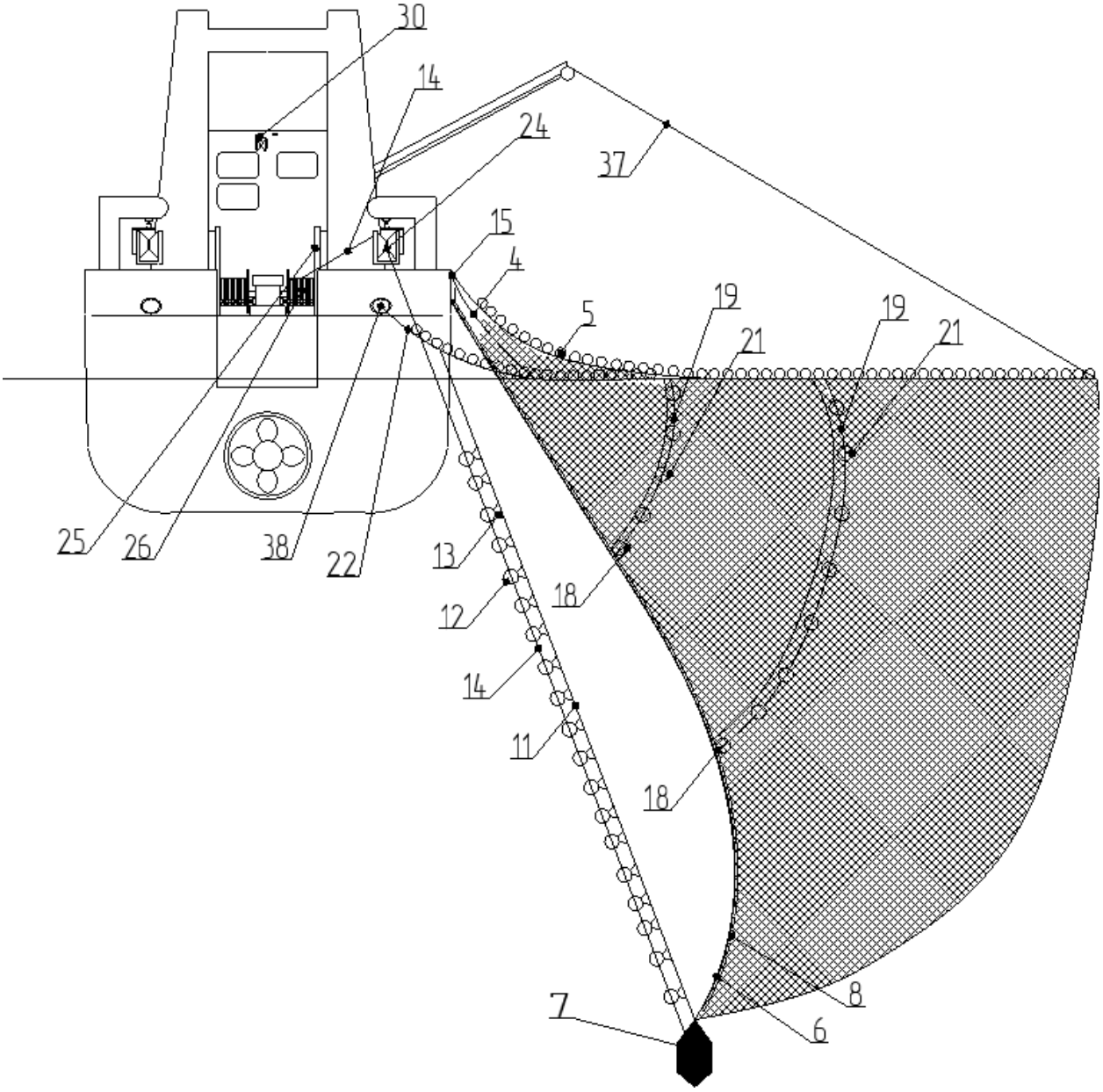


Рисунок 4.3 – Постановка ассиметричной ловушки, вид с кормы

По мере необходимости и размеров облавливаемого косяка потравливается на нужную длину пятной *22* и бежной *15* урезы. Таким образом, создается проход для рыбы между рабочим бортом судна и ловушкой. Рабочая форма

выставленной ловушки поддерживается верхней подборой *4* с наплавами *5*, нижней подборой *6* с загрузкой *7*, *8*, шкентелем грузовой стрелы *37*, а также пятным *22* и бежным *15* урезами. Далее начинается процесс захвата объекта лова ассиметричной ловушкой.

4.3 Подсушка и выборка ассиметричной ловушки

Добившись максимальной концентрации сайры под красными люстрами вдоль всего рабочего борта, приступают к ее облову (рисунки 4.2 - 4.4). Захват собранного скопления осуществляют посредством выборки стяжного троса 14, концентрирующего груза 7, пятного 22 и бежного 15 урезов.

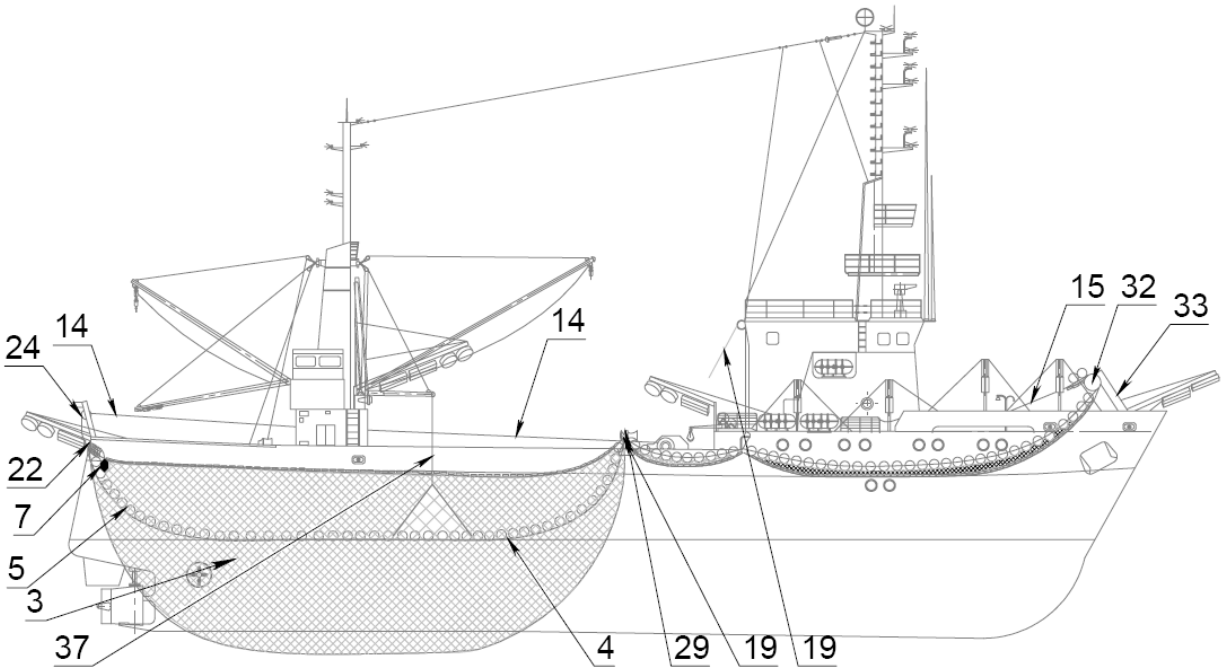


Рисунок 4.4 - Ловушка подсушена, облов завершен

Концентрирующий груз *7* выбирается стяжным тросом *14* с помощью барабана *26* траловой лебедки до выхода его из воды. При этом стяжные кольца *12* вместе с боковой подборой *11* собираются между концентрированным грузом *7* и ваерным блоком *24*. Пятной урез *22*, пропущенный через кормовой клюз (рис. 4.3), подтягивается турачкой *35* траловой лебедки до подхода начала верхней подборы *4* сливной части *1* к клюзу. Бежной урез *15* выбирается с помощью турачки 36 брашпиля, заводя

бежную части *2* в формирователь *32* (рисунки 4.1 - 4.4). В результате проведенных операций со стяжным тросом *14*, пятным *22* и бежным *15* урезами верхняя подбора *4* с блоками плавучести *5* оказывается наплаву у борта судна, и поддерживается шкентелем *37* грузовой лебедки. Нижняя подбора *6* выходит из воды и зависает вдоль борта судна между ваерным блоком *24* и формирователем *32*, завершая облов собранного косяка сайры под люстрами красного света . По мере выхода нижней подборы ловушки из воды, поочередно выключают носовые люстры № 12 – 17, начиная с люстры № 12, способствуя максимальной концентрации рыбы в сливной части *3* ловушки.

Далее приступают к выливке улова, для чего поочередно выбирают подсушивающие канаты *19*. При выборке подсушивающие канаты *19* проходят через кольцо *18* нижней подборы *6* и подсушивающие кольца *21*, закрепленные на вертикальных пожилинах *20* бежной части *3*, и выбираются лебедками *29* и *31*. При этом сетное полотно бежной *2* части, расположенное между пожилинами *20*, собирается в жгут, вода отцеживается, а рыба перемещается в сливную часть *3*. Сначала выбирается подсушивающий канат *19*, расположенный ближе к бежной кромке *16*, за счет чего по мере выборки подсушивающих *19* канатов рыба перемещается к сливной части *3*. После выборки подсушивающего каната *19* максимально приближенного к сливной части *3* рыба оказывается в зоне ловушки, усиленной пожилинами *9* и крупноячейным сетным полотном *10* (рисунок 4.4). Обловленную рыбу изымают из орудия лова с помощью рыбонасоса. По завершении выливки улова из ловушки ее готовят к следующей постановке.

В результате предложенной технологической схемы оснащения судна СТР пр. 420 галогенными и светодиодными люстрами, разработки ассиметричной ловушки и промысловой схемы постановки, подсушки и выборки ловушки с судна типа СТР пр. 420 выявлены возможности использования бортовых ловушек как на среднетоннажных, так и на крупнотоннажных судах, соизмеримых с длиной борта промысловых судов,

что позволит повысить результативность промысла сайры, используя на лову отечественные суда различных классов.

Разработанная технологическая схема оснащения судна СТР пр. 420 галогенными и светодиодными люстрами прошла технические испытания на промысле сайры в СЗТО на НИС «Владимир Сафонов» при облове скоплений сайры в 2018 г. в составе промысловой экспедиции.

В связи с ограниченным финансированием проведения экспериментальных работ на НИС «Владимир Сафонов» средств не хватило на проектирование и изготовление ассиметричной ловушки 40 х 30 м, и облов сайры осуществляли конусным подхватом.

ГЛАВА 5 АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ПРОМЫСЛА САЙРЫ СУДАМИ, ОСНАЩЕННЫМИ РАЗЛИЧНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ СВЕТА

Одним из путей повышения результативности промысла сайры является модернизация светотехнического оборудования на российских промысловых судах, включающая оснащение судов новыми ресурсосберегающими источниками света и разработку технологии использования комбинированного светотехнического оборудования с регулировкой светового потока в реальных условиях промысла.

Как известно, на поведение сайры в световом поле большое влияние оказывают интенсивность излучения и спектральный состав излучения источников света. Начиная с 2011 г. на отечественных судах и судах иностранной постройки началось внедрение светодиодных источников света в комбинациях с лампами накаливания. В последние два года отмечена тенденция оснащения некоторых судов полностью светодиодными блоками.

Мониторинг работы промыслового флота РФ и исследования, проведенные на НИС «Владимир Сафонов», позволили оценить результативность промысла сайры судами, оснащенными тремя вариантами светотехнического оборудования с независимой регулировкой световых параметров: а) кварцево-галогенными источниками; б) светодиодными источниками; в) комбинацией кварцево-галогенных и светодиодных источников света [44].

Количество иностранных и отечественных судов, работающих на промысле сайры в рыболовной зоне РФ и их вылов определяли по суточным судовым донесениям ОСМ «Рыболовство».

В таблице 5.1 показан списочный состав судов РФ, участвовавших в промысле сайры в 2018 г., как отечественной, так и иностранной постройки и время нахождения их на промысле. Выход судов на промысел характеризуется разными датами, и их различие значительно.

Таблица 5.1 - Списочный состав судов сайровой путины 2018 г. и их вылов

Название судна	Тип судна	Период промысла		Вылов, т
		Начало	Конец	
«Катаево»	СТР пр. 503	6 окт.	18 окт.	19,7
«Иматра»	СТР пр. 503	6 окт.	2 нояб.	104,4
«Рейнеке»	СТР пр. 503	21 сент.	2 нояб.	109,0
«Суровск»	СТР пр. 503	14 окт.	18 окт.	29,5
«Сычёво»	СТР пр. 503	14 окт.	18 окт.	43,7
«Леда-212»	СРТМ несерийный	3 июня	8 нояб.	1621,2
«ССК-3»	СРТМ несерийный	18 мая	8 нояб.	2192,7
«ССК-6»	СРТМ несерийный	18 мая	8 нояб.	2930,9
«Островной-5»	Сейнер несерийный	19 июня	21 окт.	410,1
«Островной-6»	Сейнер несерийный	21 авг.	21 окт.	164,8

Определение результативности промысла сайры конусным подхватом проводили на НИС «Владимир Сафонов», который был оснащен кварцево-галогенными (ГЛГ) люстрами, светодиодными блоками (СВД) белого и красного свечений с регулировкой напряжения питания на ГЛГ люстрах и светового потока СВД блоков (см рисунок 3.1). Привлечение к судну и концентрацию сайры под рабочим выстрелом осуществляли при использовании светотехнического оборудования в шести промысловых режимах:

1) с помощью исключительно ГЛГ люстр;
2) с помощью ГЛГ люстр и белых СВД блоков с максимальным световым потоком;
3) с помощью ГЛГ люстр и белых СВД блоков со средним световым потоком;
4) с помощью ГЛГ люстр и белых СВД блоков с минимальным световым потоком;

5) с помощью ГЛГ люстр и красных СВД блоков с максимальным световым потоком;

6) с помощью исключительно белых и красных СВД блоков.

При этом на всех этапах исследования для привлечения сайры с дальней дистанции постоянно использовали размещенную между носовой и кормовой мачтами гирлянду, состоящую из 12 галогенных ламп, мощностью по 5 кВт каждая (рисунок 3.1).

Промыслом сайры в рыболовной зоне РФ в основном занимались суда флота России, Республики Корея и Японии. В нашем распоряжении имеется наиболее полная и достоверная информация (начиная с 2011 г.) по количеству судов, ежегодно выставляемых на промысел сайры вышеперечисленными странами, и их вылову.

На рисунке 5.1 показано количество судов, ежегодно осуществляющих промысел сайры начиная с 2011 г.

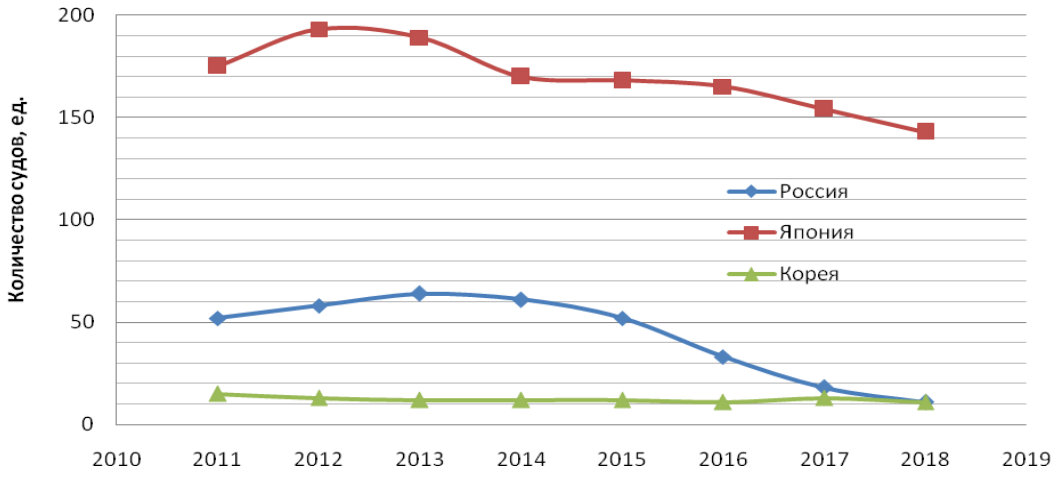


Рисунок 5.1 Количество судов на промысле сайры

Как видно из графиков на рисунке 5.1, наибольшее количество судов Япония выставила в 2012 г. (195 ед.), Россия – в 2013 г. (64 ед.) и Республика Корея – в 2011 г. (15 ед.). В последующие годы все страны постепенно уменьшали количество выставляемых судов на промысел сайры, и в 2018 г. в зоне РФ работало 143 японских судна и по 11 судов Республики Корея и России. Необходимо отметить, что, согласно суточным судовым донесениям

в рыболовной зоне РФ отмечено присутствие такого количества судов, как приведено выше, однако в определенные периоды лова их количество могло быть меньше, а то и вообще суда могли отсутствовать в нашей зоне.

Объем вылова сайры РФ, Японией и Республикой Корея по годам представлен на рисунке 5.2.

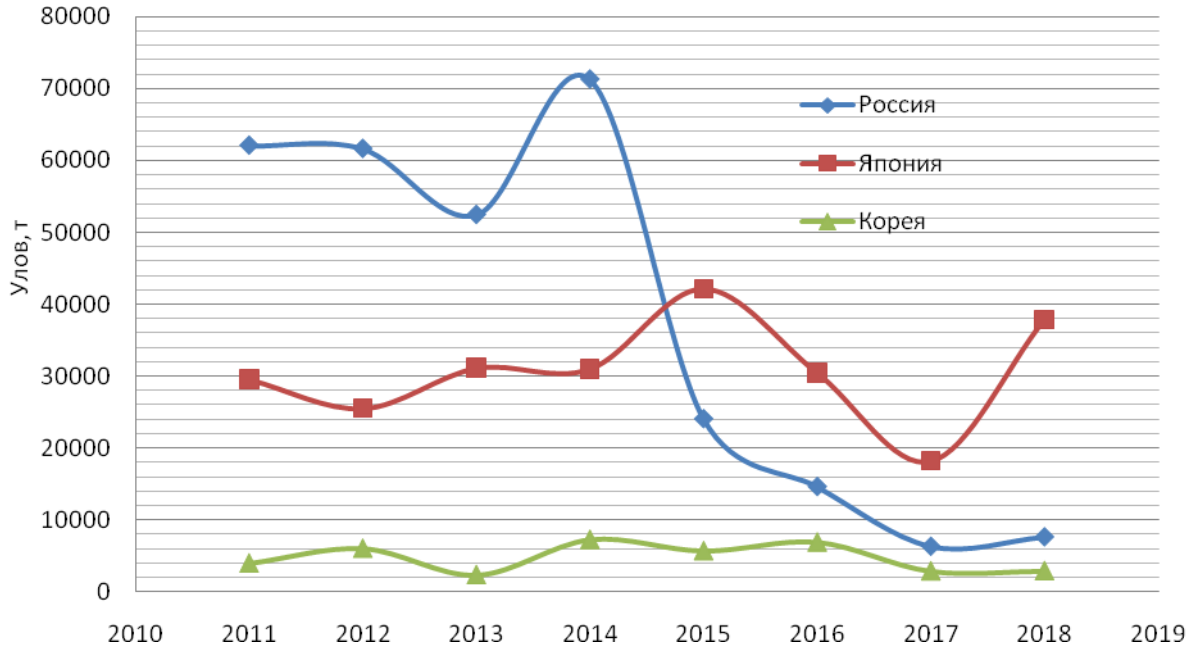


Рисунок 5.2 - Вылов сайры по годам

На рисунке 5.2 видно, что Япония достигла максимального вылова в 2015 г. – 42176 т, а в 2017 г. вылов составил всего 18225 т. В текущем году японские суда выловили 37890 т. Сопоставляя объемы вылова Японии с количеством их судов на промысле сайры в рыболовной зоне Российской Федерации (см рисунок 5.1), можно отметить, что прямой зависимости объема вылова сайры от количества выставляемых судов не наблюдается.

Суда Российской Федерации достигли максимального вылова в 2014 г. в объеме 71254 т (рисунок 5.2), когда в промысле участвовало 61 судно (рисунок 5.1). Минимальный вылов был получен в 2017 г. в объеме 6315 т, когда промысел вели 18 судов. В 2018 г. в промысле сайры было задействовано 10 промысловых судов и одно научно-исследовательское - НИС «Владимир Сафонов», осуществлявшее оперативную разведку

скоплений сайры, и проводившее экспериментальные работы с различными источниками света. На постоянной основе в промысле участвовало всего 5 судов. Общий объем вылова составил 7630 т. Падение почти на порядок объемов вылова сайры за последние 4 года произошло за счет снижения численности судов на промысле сайры и их отвлечения в период сайровой путины на вылов минтая, скумбрии и сардины.

Вылов сайры в 2018 г. судами РФ, имеющими примерно одинаковую энерговооруженность, но оснащенными различным световым оборудованием, представлен в таблице 5.2.

Из данных таблицы 5.2 видно, что 5 судов СТР пр. 503 оснащены одинаковыми галогенными люстрами и галогенными гирляндами, при этом СТР «Сычево» дополнительно оборудован светодиодными блоками. Сейнеры «Островной-5» и «Островной-6» оснащены только светодиодными блоками белого и красного цвета, размещенными на выстреле поочередно. Все суда типа СТР пр. 503 вели промысел сайры бортовыми ловушками с гибкой сигарой, а сейнеры – жесткой сигарой.

Анализ результативности добычи сайры судами, оснащенными галогенными и светодиодными люстрами, и судами, оснащенными только галогенными люстрами, показал, что среднесуточный вылов у четырех судов типа СТР пр. 503, оснащенных галогенными люстрами и гирляндой, в среднем составил 8,9 т. Дооснащение СТР «Сычево» светодиодными блоками к имеющимся типовым галогенным люстрам, позволило увеличить среднесуточный вылов сайры на 2,0 т и довести улов до 10,9 т. У сейнеров, оснащенных светодиодными блоками белого и красного цветов, среднесуточный вылов составил 5,85 т, что ниже среднесуточного вылова СТР «Сычево» в 1,9 раза. Необходимо отметить, что среднесуточный вылов специализированных судов «Леда», «ССК-3», «ССК-6», оснащенных лампами накаливания и светодиодными блоками, на промысле сайры в СЗТО с мая по ноябрь 2018 г. составил соответственно 22,2 т, 24,9 и 38,9 т, что

существенно превышает среднесуточный вылов остальных судов, приведенных в таблице 5.1.

Таблица 5.2. - Вылов сайры судами, имеющими примерно одинаковую энерговооруженность, но с различным световым оборудованием (ГЛГ - галогенные источники света, СВД - светодиодные источники света)

Судно	Тип	Световое оборудование	На лову, сут	Вылов, т	Вылов на судо-сутки
«Иматра»	СТР пр. 503	ГЛГ люстры + ГЛГ гирлянда	8	104,4	13,1
«Катаево»	СТР пр. 503	ГЛГ люстры + ГЛГ гирлянда	3	19,7	6,6
«Рейнеке»	СТР пр. 503	ГЛГ люстры + ГЛГ гирлянда	13	109,0	8,4
«Суровск»	СТР пр. 503	ГЛГ люстры + ГЛГ гирлянда	4	29,5	7,4
«Сычево»	СТР пр. 503	ГЛГ люстры + ГЛГ гирлянда + СВД люстры	4	43,7	10,9
«Островной-5»	Сейнер несерийный	СВД люстры: красные и белые	61	410,1	6,7
«Островной-6»	Сейнер несерийный	СВД люстры: красные и белые	33	164,8	5,0

Исходя из вышеизложенного, можно предположить, что одним из факторов, определяющих результативность промысла сайры, являются светотехнические характеристики источников света, которые применялись на промысловых судах в 2018 г.

Ранее была проведена серия измерений освещенности и спектра излучения люстр, состоящих из белых и красных галогенных ламп КГП 220-1500 общей мощностью 18 кВт и светодиодных блоков с излучением белого и красного света общей мощностью 0,4 кВт (гл. 2). При этом один блок состоял из 400 светодиодов мощностью по 0,5 Вт каждый. У исследуемых кварцево-галогенных ламп накаливания световая отдача составляла 22-26 лм/Вт [93] а у светодиодов – порядка 100 лм/Вт [43].

Как было отмечено выше, большинство промысловых судов и НИС «Владимир Сафонов» в 2018 г. были оснащены галогенными и светодиодными источниками света белого и красного излучений, интерес представляло сравнение спектров совместного излучения красно-белых галогенных люстр и светодиодных блоков, которое показано на рисунке 2.4. Отмечено, что галогенные люстры генерирует излучение, энергия которого монотонно возрастает в диапазоне длин волн от 380 до 750 нм, тогда как у светодиодных блоков имеются ярко выраженные максимумы излучения в синей (450 нм) и красной (630 нм) областях спектра.

С целью предварительной выработки рекомендаций по тактике совместного применения галогенных и светодиодных светильников в период с 21 сентября по 9 ноября 2018 г. на НИС «Владимир Сафонов» были проведены экспериментальные работы, в ходе которых определяли результативность промысла сайры конусным подхватом (рисунок 5.3). Прямоугольная рама конусного подхвата 3100-4150 мм изготовлена из металлической трубы диаметром 100 мм, к которой прикреплен сетной конус с шагом ячеи 10 мм. Для задания продольной прочности сетной конус оснащен топенантами, изготовленными из каната ДанЛайн диаметром 18 мм.

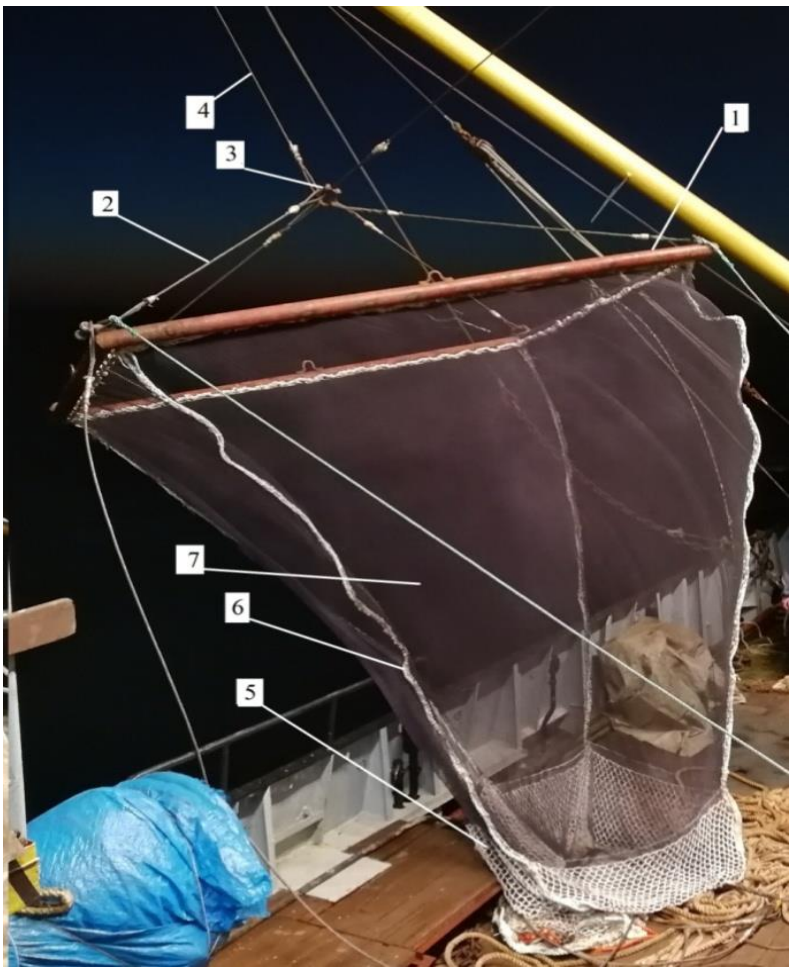


Рисунок 5.3 - Конусный подхват:
1- рама каркаса, *2* - делёжный строп, *3* - скоба *4* - переходник, *5* - кутец, *6* - топенант, *7* - сетное полотно

При этом на всех этапах исследования для привлечения сайры с дальней дистанции постоянно использовали галогенную гирлянду и светодиодный прожектор активного поиска.

В зависимости от гидрометеорологических условий, исходя из поведения сайры в световом поле, с помощью пультов дистанционного управления (рисунок 5.4 и 5.5) осуществляли независимую регулировку световых параметров галогенных (см. рисунок 1.9) и светодиодных источников (см. рисунок 2.2), добиваясь спокойного перемещения особей рыб внутри скопления. И только после этого приступали непосредственно к облову конусным подхватом, добиваясь максимальных уловов при оптимальном сочетании вариантов промыслового освещения.

Рисунок 5.4 - Пульт дистанционного управления галогенными лампами

Рисунок 5.5 - Пульт дистанционного управления светодиодными блоками

При проведении экспериментальных работ в течение 11 сут было осуществлено 65 обловов сайры конусным подхватом при различных вариантах освещенности в различных районах лова (таблица 5.3).

Таблица 5.3 - Различные варианты освещенности при работе с конусным подхватом в разных районах лова.

Станция №17	Дата	Время	Широта	Долгота	Темп	Улов в кг	Масса сайры у борта, кг	Комбинации	Луна, %
Начало	06.окт	23:20	4424	14647	16,1	109	20000	СВД(б)max +ГЛГ150	30
Конец	07.окт	0:20	4426	14648	14,9				
Станция №30	Дата	Время	Широта	Долгота	Темп	Улов в кг	Масса сайры у борта кг	Комбинации	Луна, %
Начало	12.окт	2:05	4120	14818	16,2	80	10000	СВД(б)max +ГЛГ150	50
Конец	12.окт	3:05	4121	14818	16,4				
Станция №31	Дата	Время	Широта	Долгота	Темп	Улов в кг	Масса сайры у борта кг	Комбинации	Луна, %
Начало	12.окт	19:50	4116	14822	16,5	250	15000	СВД(б)max +ГЛГ150	0
Конец	12.окт	20:40	4116	14822	16,6				
Станция №33	Дата	Время	Широта	Долгота	Темп	Улов в кг	Масса сайры у борта кг	Комбинации	Луна, %
Начало	13.окт	20:00	4102	14847	16,6	73	1000	СВД(б)max +ГЛГ150	50
Конец	13.окт	21:00	4102	14847	16,8				
Станция №35	Дата	Время	Широта	Долгота	Темп	Улов в кг	Масса сайры у борта кг	Комбинации	Луна, %
Начало	14.окт	2:50	4108	14812	16,1	36	3000	СВД(К)	0
Конец	14.окт	3:40	4108	14812	16,1				
Станция №39	Дата	Время	Широта	Долгота	Темп	Улов в кг	Масса сайры у борта кг	Комбинации	Луна, %
Начало	19.окт	19:00	4058	14749	17,2	121	7000	СВД(к) +ГЛГ150	60
Конец	19.окт	20:50	4058	14748	18,2	240		СВД(к) +СВД(б)max	
-	-	-	-	-	-	180		СВД(к) +СВД(б)ср	
-	-	-	-	-	-	100		СВД(к) +ГЛГ150	
Станция №41	Дата	Время	Широта	Долгота	Темп	Улов в кг	Масса сайры у борта кг	Комбинации	Луна, %
Начало	20.окт	2:30	4056	14746	17,8	270	5000	СВД(к)	0
Конец	20.окт	3:20	4056	14747	18	7		ГЛГ150	
-						70		СВД(к)+ СВД(б)min	
						35		ГЛГ150	
Станция №43	Дата	Время	Широта	Долгота	Темп	Улов в кг	Масса сайры у борта кг	Комбинации	Луна, %
Начало	20.окт	22:10	4056	14735	18,2	1	1000	ГЛГ150	70
Конец	20.окт	22:30	4056	14735	18,2	100		СВД(к)+ СВД(б)max	
-	-	-	-	-	-	0		СВД(к)	

Продолжение таблицы 5.3

Станция №44	Дата	Время	Широта	Долгота	Темп	Улов в кг	Масса сайры у борта кг	Комбинации	Луна, %
Начало	20.окт	22:50	4056	14734	18,3	5	2000	СВД(к)	70
Конец	20.окт	23:30	4056	14734	18,3				
Станция №45	Дата	Время	Широта	Долгота	Темп	Улов в кг	Масса сайры у борта кг	Комбинации	Луна, %
Начало	21.окт	1:30	4057	14729	18,3	4	1500	ГЛГ150	70
Конец	21.окт	2:10	4057	14729	18,3				
Станция №47	Дата	Время	Широта	Долгота	Темп	Улов в кг	Масса сайры у борта кг	Комбинации	Луна, %
Начало	21.окт	19:45	4100	14736	18,1	0	1500	СВД(к)	80
Конец	21.окт	20:45	4100	14736	18,1				
Станция №48	Дата	Время	Широта	Долгота	Темп	Улов в кг	Масса сайры у борта кг	Комбинации	Луна, %
Начало	21.окт	21:20	4059	14731	17,9	0	2000		80
Конец	21.окт	21:50	4059	14730	17,9			ГЛГ150 +СВД(б)min	
Станция №49	Дата	Время	Широта	Долгота	Темп	Улов в кг	Масса сайры у борта кг	Комбинации	Луна, %
Начало	21.окт	23:00	4056	14732	17,9	0	1000	ГЛГ150 +СВД(к)	80
Конец	21.окт	23:50	4056	14732	17,9				
Станция №57	Дата	Время	Широта	Долгота	Темп	Улов в кг	Масса сайры у борт кг	Комбинации	Луна, %
Начало	27.окт	1:50	4032	15012	15,1	10	5000	ГЛГ250	100
Конец	27.окт	4:00	4031	15013	14,9	130		ГЛГ200 +СВД(к)	
-	-	-	-	-	-	72		ГЛГ200+ СВД(б)max	
-	-	-	-	-	-	8		ГЛГ130+ СВД(б)min	
-	-	-	-	-	-	25		ГЛГ100 +СВД(к)	
-	-	-	-	-	-	13		СВД(б)max	
-	-	-	-	-	-	40		СВД(б)max	
-	-	-	-	-	-	37		ГЛГ250+ СВД(к)	
-	-	-	-	-	-	195		ГЛГ250+ СВД(б)max	
-	-	-	-	-	-	104		ГЛГ200	100
-	-	-	-	-	-	55		СВД(к)	
Станция №64	Дата	Время	Широта	Долгота	Темп	Улов в кг	Масса сайры у борта кг	Комбинации	Луна, %
Начало	29.окт	20:10	4011	15038	18	12	1000	СВДср	0
Конец	29.окт	20:30	4011	15038	18	1		СВД(к)	
-	-	-	-	-	-	0		СВД(к)	
-	-	-	-	-	-	4		СВД(к)	
Станция №65	Дата	Время	Широта	Долгота	Темп	Улов в кг	Масса сайры у борта кг	Комбинации	Луна, %
Начало	29.окт	22:30	4009	150042	18,7	0	1000	СВД(к)	0
Конец	29.окт	23:00	4009	15042	18,7				

Продолжение таблицы 5.3

Станция №70	Дата	Время	Широта	Долгота	Темп	Улов в кг	Масса сайры у борта кг	Комбинации	Луна, %
Начало	02.ноя	20:00	4104	15012	16,4	1	1000	СВД(к)	0
Конец	02.ноя	21:00	4103	15012	16,5	2		СВД(б)min	
-	-	-	-	-	-	8		СВД(б)ср	
-	-	-	-	-	-	3		СВД(б)ср +ГЛГ150	
Станция №71	Дата	Время	Широта	Долгота	Темп	Улов в кг	Масса сайры у борта кг	Комбинации	Луна, %
Начало	03.ноя	0:05	4045	15017	16,5	22	5000	СВД(б)min +ГЛГ100	0
Конец	03.ноя	2:10	4043	15018	16,4	40		СВД(б)min +ГЛГ150	
-	-	-	-	-	-	175		СВД(б)min +ГЛГ200	
-	-	-	-	-	-	480		СВД(б)min +ГЛГ250	
-	-	-	-	-	-	350		СВД(б)ср +ГЛГ250	
-	-	-	-	-	-	73		СВД(б)ср +ГЛГ200	
-	-	-	-	-	-	98		СВД(к) +ГЛГ200	
-	-	-	-	-	-	0		СВД(к)	
-	-	-	-	-	-	2		СВД(б)max	
Станция №74	Дата	Время	Широта	Долгота	Темп	Улов в кг	Масса сайры у борта кг	Комбинации	Луна, %
Начало	03.ноя	19:50	4034	15050	16,5	10	1500	СВД(б)ср +ГЛГ100	0
Конец	03.ноя	20:20	4034	15050	16,5	12		СВД(б)max+ ГЛГ100	
Станция №75	Дата	Время	Широта	Долгота	Темп	Улов в кг	Масса сайры у борта кг	Комбинации	Луна, %
Начало	03.ноя	21:30	4038	15042	16,4	5	2000	СВД(б)ср +СВД(к)	0
Конец	03.ноя	22:25	4038	15042	16,4	18		СВД(б)max+ СВД(к)	
-	-	-	-	-	-	130		СВД(б)ср +СВД(к)	
-	-	-	-	-	-	107		ГЛГ200	
-	-	-	-	-	-	18		ГЛГ200+СВД (к)	
Станция №76	Дата	Время	Широта	Долгота	Темп	Улов в кг	Масса сайры у борта кг	Комбинации	Луна, %
Начало	03.ноя	23:45	4039	15033	16,5	3	2500	СВД(к)	0
Конец	04.ноя	1:15	4038	15033	16,6	20		ГЛГ200	
-	-	-	-	-	-	135		СВД(б)ср	
-	-	-	-	-	-	15		СВД(б)ср	
-	-	-	-	-	-	82		ГЛГ200	
-	-	-	-	-	-	4		СВД(к)	
-	-	-	-	-	-	112		СВД(б)max	
-	-	-	-	-	-	42		СВД(б)max+ СВД(к)	

Объемы вылова при различных комбинациях (режимах) использования светового оборудования представлены на рисунках 5.6 и 5.7

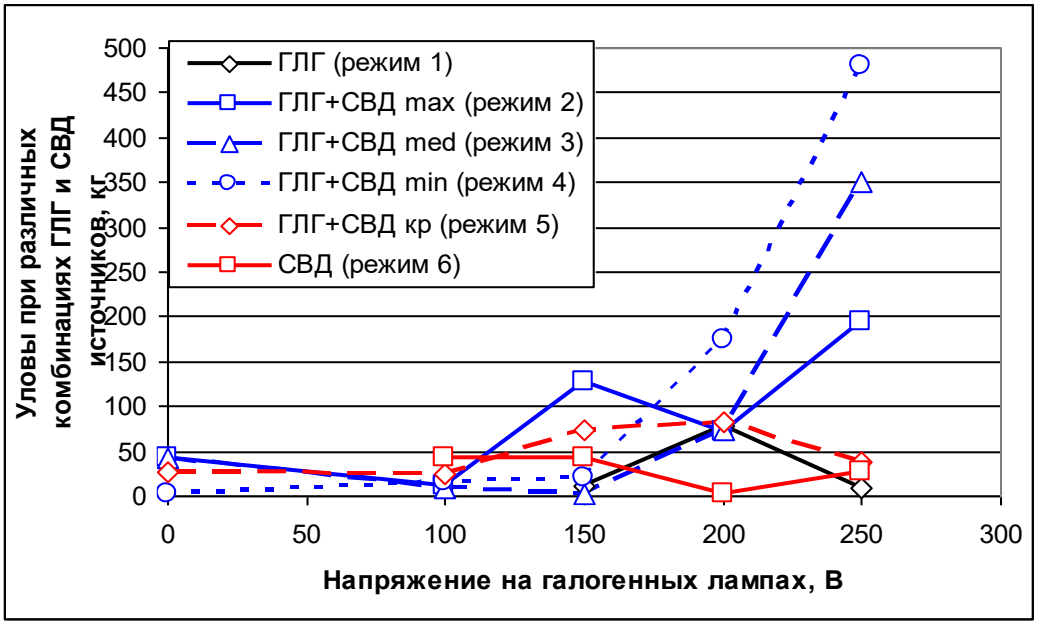


Рисунок 5.6 - Уловы сайры конусным подхватом при различном напряжении на галогенных источниках

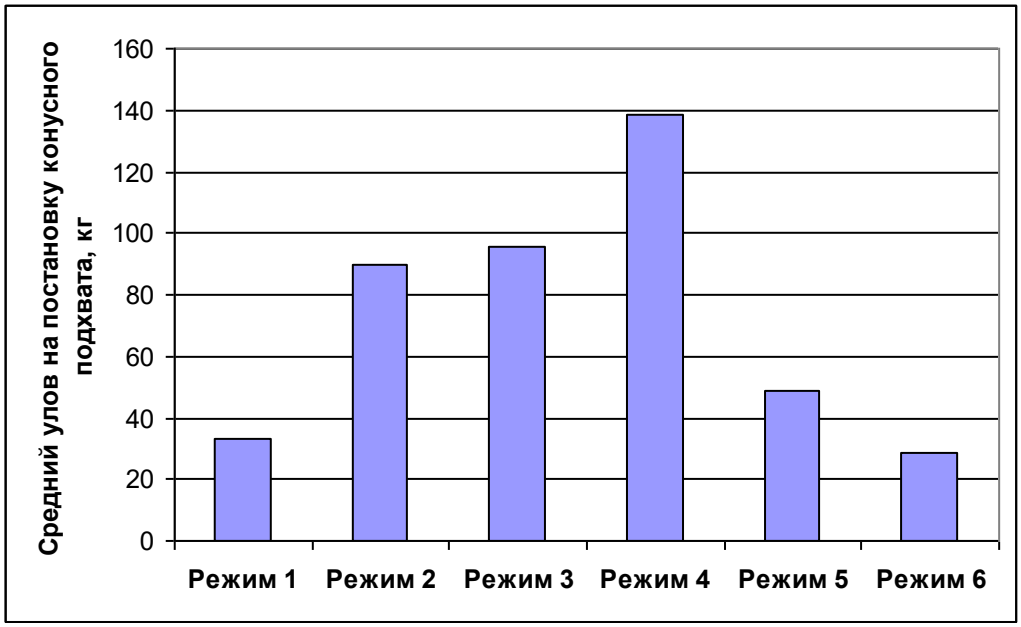


Рисунок 5.7 - Средние уловы сайры конусным подхватом при различных режимах использования ГЛГ и СВД источников

Анализ графиков на рисунках 5.6 и 5.7 показывает, что минимальные уловы конусным подхватом получены при использовании исключительно ГЛГ люстр или СВД блоков (режимы 1, 6), а также при использовании ГЛГ люстр и СВД блоков красного свечения (режим 5). В комбинациях ГЛГ

люстр и СВД блоков белого свечения (режимы 2, 3, 4) получены более существенные уловы, особенно при напряжении на ГЛГ люстрах 250 В.

Сопоставляя уловы сайры с освещенностью и спектрами излучения, можно предположить, что при использовании только ГЛГ люстр, освещенность была недостаточной и сайра привлекалась в зону облова с меньшего расстояния, чем при совместном использовании всех ГЛГ и СВД источников света. При использовании только СВД блоков белого и красного свечений, спектр излучения которых имеет максимумы в синей (450 нм) и красной (630 нм) областях спектра (см. рисунок 2.2), получили также низкие уловы. По нашему мнению, «жесткий» спектр излучения от светодиодных блоков белого и красного свечений не способствует комфортному восприятию светового поля сайрой, в результате чего уловы судов, оснащенных только светодиодными источниками света, значительно ниже, чем у судов, работающих с галогенными люстрами и светодиодными блоками (см. табл. 5.2). При совместном использование ГЛГ и СВД источников света происходит увеличение зоны привлечения более чем на 30 % [43], а в результате наложения спектров - снижение «жесткости» излучения (рисунок 2.4), что отразилось на более результативной работе промыслового флота и НИС «Владимир Сафонов», оснащенных комбинацией галогенных и светодиодных источников света.

Исследования по определению результативности промысла сайры конусным подхватом при использовании различных вариантов освещения были продолжены на промысловых скоплениях в период с 30 октября по 4 ноября 2019 г. Результаты облова сайры и визуальная оценка собравшейся сайры у борта при различных вариантах освещения отображены в таблице 5.4. Без применения гирлянды максимальные уловы были получены при использовании для привлечения сайры СВД+ГЛГ источников и в среднем составили 8,53 кг, минимальные - при включенных только ГЛГ и составили 2,72 кг. С применением гирлянды максимальные уловы были получены при

включенных ГРЛ+СВД+ГЛГ источников и в среднем составили 18,43 кг, при включенных только ГЛГ+ГРЛ составили 14,78 кг.

Таблица 5.4 – Результаты облова сайры конусным подхватом

Порядковый номер	Дата	Уловы сайры при различных вариантах освещения, кг				Визуальная оценка, кг
		ГЛГ	ГЛГ+СВД	ГЛГ+ГРЛ	ГЛГ+СВД+ГРЛ	
1	30.10.19	3,56	0,148	-	-	50
2		-	1,251	-	-	
3	01.11.19	-	-	4,1	25,8	5000
4		-	-	31,5	8,46	
5		-	-	14,66	31,64	
6		-	-	8,9	9,67	
7		-	-	-	16,6	
8	02.11.19	2,93	19,5	-	-	2000
9		2,83	12,53	-	-	
10	04.11.19	1,82	12,4	-	-	800
11		2,95	11,52	-	-	
12		2,22	2,42	-	-	
Среднее		2,72	8,53	14,78	18,43	-

Проведенные ранее расчеты светового поля при различных комбинациях светотехнического оснащения СТР пр. 420 показан на рисунке 3.3, где синим цветом обозначена зона распространения освещенности 0,01 лк, являющейся пороговой для привлечения рыб к свету [92]. В таблице 5.3 приведены результаты оценки степени концентрации сайры при различных комбинациях светотехнического оснащения СТР пр. 420.

Сравнивая материалы, представленные в таблицах 5.4 и 3.4, можно видеть, что оснащение люстр галогенными и светодиодными источниками света совместно со световой гирляндой приводит к увеличению степени концентрации сайры в 2,6 – 2,9 раз, и к увеличению результативности облова сайры конусным подхватом в 1,7–2,2 раза. Этот факт говорит о том, что сайра, привлеченная с большей площади, образует более плотные скопления у борта судна, что положительно влияет на результативность лова.

По результатам анализа промысла 2018-2019 г и совершенствования технологий по добыче сайры можно сделать следующие выводы:

- отечественный флот принимает слабое участие в промысле такого перспективного по объёмам вылова объекта как сайра. Произошло существенное сокращение численности судов, принявших участие в сайровой путине: с 61 судна в 2014 г. до 5 ед, постоянно участвующих в специализированном промысле в 2018 г. Численность японских судов, работающих в российской зоне в 2018 г. достигало 143 ед. Показатели работы судов в 2018 г. свидетельствуют о том, что промысловые запасы сайры стабильны с мая по ноябрь;

- общий вылов сайры РФ в 2018 г. составил 7630 т против 6079 т в 2017 г. Среднесуточный вылов судов автономного промысла в 2018 г. составил 22,2 т, а в 2017 г. - 7,9 т. Такие возросшие показателя промысла обеспечили специализированные сайровые суда тайваньской постройки: Леда-212, ССК-3; ССК-6, оснащенные колбовыми лампами накаливания и светодиодными блоками. Их среднесуточные выловы составили соответственно 22,2 т, 24,9 и 38,9 т.

- сравнительный анализ результативности добычи сайры однотипными промысловыми судами показал, что среднесуточный вылов у судов, оснащенных комбинацией светодиодных и галогенных источников света, в 1,2 раза выше, чем у судов, оснащенных только галогенными источниками, и в 1,9 раза выше, чем у судов, оснащенных только светодиодными блоками белого и красного цветов;

- экспериментальные работы на НИС «Владимир Сафонов», проведенные с целью предварительной выработки рекомендаций по тактике совместного применения галогенных и светодиодных люстр, показали, что степень концентрации сайры в световом поле определяется не только суммарным световым потоком, но и его спектральными характеристиками. Поэтому тактика применения светового оборудования, состоящего из комбинации галогенных люстр и светодиодных блоков с независимой

регулировкой световых параметров, должна вырабатываться на основе опыта, и исследования в этом направлении необходимо продолжить.

По результатам исследований был разработан и запатентован способ привлечения гидробионтов, положительно реагирующих на свет [81], который включает установку люстры со светильниками на кронштейне с возможностью разворота в горизонтальной и вертикальной плоскости и регулировку спектра и интенсивности излучения при постоянном контроле поведения гидробионтов в световом поле. В качестве светильников устанавливают светодиодные излучатели, которые размещают попарно один за другим на нижней поверхности кронштейна, при этом один из них имеет холодный спектр излучения, а другой – теплый. Светодиодные излучатели, имеющие холодный спектр излучения, подключают к одному токовому регулятору, а светодиодные излучатели, имеющие теплый спектр излучения, – к другому токовому регулятору. Регулировку спектра излучения ведут путем плавного изменения одновременно холодного и теплого излучений с помощью пульта управления. Способ позволяет добиться привлечения гидробионтов в рабочую зону.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

1. В настоящее время на промысле сайры суда Японии, Южной Кореи Тайваня и России оснащают световым оборудованием, состоящим из ламп накаливания и светодиодов. Некоторые суда РФ и Японии в 2018 г. были оборудованы только светодиодными люстрами. На данный момент нет однозначного вывода о преимуществах судов, ведущих промысел сайры, оснащенных только светодиодами или оборудованных лампами накаливания и светодиодами. Исследования в этом направлении необходимо продолжить.

2. К основным недостаткам описанным выше устройствам и способам лова сайры можно отнести их незначительный облавливаемый объем, невозможность использования высокобортных и крупнотоннажных судов. Всего этого можно избежать, добывая сайру бортовым подхватом, соизмеримым с длиной судна.

3. Результаты исследований светотехнических параметров галогенных и светодиодных сайровых люстр показали, что при совместном использовании галогенных люстр и светодиодных блоков увеличивается энергия излучения в сине-зеленой областях спектра и эффективность (освещенность на 1 Вт мощности) у светодиодных блоков в 3 раза выше, чем у галогенных люстр.

4. Поверхностная освещенность от судовых галогенных люстр вокруг судна СТР пр. 420 распределена неравномерно и определяется схемой расположения люстр вдоль борта. Зоны распространения подводной освещенности от галогенных люстр зависят от угла наклона люстры к поверхности воды.

5.Плотность концентрации рыб, привлеченных в зону облова галогенными люстрами судна СТР пр. 420, увеличивается в 78 раз по сравнению с естественной концентрацией.

6. Разработанная ассиметричная бортовая сайровая ловушка 40 х 30 м способна за один цикл лова охватить порядка 4220 м^3 воды, что на 6 % больше, чем у стандартной ловушка 33 х 30 м.

7. Результаты сравнительной оценки светотехнических параметров промыслового судна, оснащенного кварцево-галогенными люстрами и светодиодными блоками, показали, что дополнительное оснащение судна светодиодными люстрами приводит к увеличению потребляемой мощности всего на 7 %, при этом световой поток увеличивается на 31 %, а зона привлечения - на 33,5 % по сравнению с галогенными люстрами. Применение галогенных и светодиодных люстр совместно со световой гирляндой приводит к увеличению степени концентрации сайры в зоне облова в 2,6 – 2,9 раза и увеличению результативности облова сайры конусным подхватом в 1,7 – 2,2 раза.

8. На основе расчетов светового поля предложен оптимальный вариант оснащения промыслового судна типа СТР пр. 420 галогенными и светодиодными люстрами, позволяющими концентрировать рыбу вдоль всего рабочего борта под красными источниками света и облавливать ее ловушкой, соизмеримой с длиной промыслового судна.

9. Отечественный флот принимает слабое участие в промысле такого перспективного по объёмам вылова объекта как сайра. Произошло существенное сокращение численности судов, принимавших участие в сайровой путине: с 61 судна в 2014 г. до 5 ед, постоянно участвующих в специализированном промысле в 2018 г. Общий вылов сайры РФ в 2018 году составил 7630 т против 6079 т в 2017 г. Среднесуточный вылов судов автономного промысла в 2018 г. составил 22,2 т, а в 2017 г. - 7,9 т. Такие возросшие показателя промысла обеспечили специализированные сайровые суда тайваньской постройки: Леда-212, ССК-3; ССК-6, оснащенные колбовыми лампами накаливания и светодиодными блоками. Их среднесуточные выловы составили, соответственно, 22,2 т, 24,9 и 38,9 т.

10. Сравнительный анализ результативности добычи сайры однотипными промысловыми судами показал, что среднесуточный вылов у судов, оснащенных комбинацией светодиодных и галогенных источников света с регулировкой светового потока, в 1,2 раза выше, чем у судов,

оснащенных только галогенными источниками, и в 1,9 раза выше, чем у судов, оснащенных только светодиодными блоками белого и красного цветов.

11. Экспериментальные работы на НИС «Владимир Сафонов», проведенные с целью предварительной выработки рекомендаций по тактике совместного применения галогенных и светодиодных люстр, показали, что степень концентрации сайры в световом поле определяется не только суммарным световым потоком, но и его спектральными характеристиками. Таким образом, тактика применения светового оборудования, состоящего из комбинации галогенных люстр и светодиодных блоков с независимой регулировкой световых параметров, должна вырабатываться на основе опыта, и исследования в этом направлении необходимо продолжить.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. А.с. 370930. Устройство для лова рыбы / Ю.В. Еремин, В.Я. Козлов, А.М. Михалец, Р.Ф. Силин (СССР). – А 01 К 75/00. – 1971. – Бюл. № 28.
2. А.с. 1017247. Способ привлечения рыбы, имеющей неустойчивую положительную реакцию на свет, в зону орудия лова / И.И. Пятницкий, В.Р. Протасов, В.Г. Егоров (СССР). - Заявл. 15.09.80; Опубл. 15.0580. – Бюл. № 18.
3. А.с. 1786539. Галогенная лампа накаливания / Ю.А. Архипов, Л.В. Коптев, Ю.В. Олькин, Ю.В. Еремин. –Заявл. 04.02.91; Опубл. 07.01.93. – Бюл. № 1.
4. А.с. 305860. Устройство для привлечения рыб надводным светом / Б.Д. Лейнов, Л.З. Слуцкий, В.В. Стрельцов, В.Р. Гороховский, Б.Ш. Людмирский (СССР). - Заявл. 19.11.70; Опубл. 26.07.71. – Бюл. № 19.
5. А.с. 625669. Способ концентрации рыбы светом при облове / В.Н Янченко, В.Р. Протасов, В.М. Казаков (СССР). - Заявл. 06.12.76; Опубл. 30. 09.79. – Бюл. № 36.
6. А.с. 956907. Осветительное устройство с изменяемой шириной светового пучка / И.И. Багаутдинов, В.И. Васильев, А.Л. Вассерман, Б.Н. Глебов, В.П. Кашинцев, Э.Б. Стариченков, В.С. Утробин, В.Н. Янченко (СССР). –Заявл. 11.07.80; Опубл. 07. 09.82. – Бюл. № 33.
7. А.с. 956907. Осветительное устройство с изменяемой шириной светового пучка / И.И. Багаутдинов, В.И. Васильев, А.Л. Вассерман, Б.Н. Глебов, В.П. Кашинцев, Э.Б. Стариченков, В.С. Утробин, В.Н. Янченко. – Заявл. 11.07.80; Опубл. 07.09.82. – Бюл. № 33.
8. Айдзава Ю. Свет и лов сайры // Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. – 1972. – Vol. 38, № 8. – P. 857-903. (Пер. с яп.)
9. Айдзава Ю., Фукусима С. Зависимость между свойствами косяков и условиями промысла тихоокеанской сайры в водах, омывающих

Хоккайдо и северо-восточное Хонсю // Bull. TohokuFish. Res. Lab. – 1978. - № 39. – P. 1-10 (Пер. с яп.).

10. Айзенберг Ю.Б. Справочная книга по светотехнике. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 471 с.
11. Алимов Ю.А., Колпаков Е.А., Лысков В.Е., Полутов А.И., Янченко В.Н. Ослабление освещенности в поверхностных слоях моря от источников света, применяемых в промышленном рыболовстве // Физические раздражители в технике рыболовства. – Владивосток: ТИНРО, 1982. – С. 14-22.
12. Баранов Ф.И. Техника промышленного рыболовства. - М.: Пищепромиздат, 1960. - 696 с.
13. Борисов П.Г. Поведение рыб под воздействием искусственного света // Тр. совещ. по вопр. поведения и разведки рыб. - М.: Изд-во АН СССР, 1955. – С. 2025.,
14. Борисов П.Г. Применение искусственного света в мировой рыбодобывающей промышленности. – М., 1956. – 44 с.
15. Ваккер Н.Л. Расчет поверхностной и подводной освещенности создаваемой из кварцево-галогенных ламп // Комплексные исследования в рыбохозяйственной отрасли: мат-лы Всерос науч-техн конф студентов, аспирантов и молодых ученых. – Владивосток; Дальрыбвтуз, 2017. – С. 363-369.
16. Ваккер Н.Л. Технология определения естественной концентрации рыб по уловам на световых станциях // Мат-лы 4-й Всерос конф молодых ученых. – Севастополь,: Морской гидрофизический институт РАН, 2019. – С. 260-261.
17. Витченко А.Г., Копылов Я.М., Лебедев М.М., Слюсаренко Е.К., Опацкая Э.М. Рыбопромысловое дело. - М.: Лег, и пищ. пром-сть, 1981. – 240 с.
18. Войниканис-Мирский В.Н. Техника промышленного рыболовства. 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Лег и пищ пром-сть, 1983. – 483 с.

19. Волотов В.М., Еремин Ю.В., Ваккер Н.Л. Исследования спектральных характеристик светодиодных источников света для использования на сайровом промысле // Актуальность проблемы освоения биологических ресурсов мирового океана: мат-лы 4-й международной науч. конф.– Владивосток: Дальрыбвтуз, 2016. – С. 61-66.
20. ГаголинаЛ.В. Лысенко С.В., Мизюркин М.А. Управление рыбзаводами в условиях экономики переходного периода // Рыбохозяйственные исследования Мирового океана: тр. междунар. конф. – Владивосток: ТИНРО,1999. – С. 8-9.
21. Герасимов В.В. Стайное поведение рыб и его пластичность // Экологические аспекты поведения рыб. – М.: Наука, 1984. – С. 64-74.
22. Герасимов В.В. Эколого-физиологические закономерности стайного поведения рыб. – М.: Наука, 1983. – 125 с.
23. Гирса И.И. Освещенность и поведение рыб. // М.: Наука, 1981. – 164 с.
24. Гирса И.И. Биологические основы привлечения рыб на свет // Биологические основы управления поведением рыб. – М.: Наука, 1970. – С. 191-225.
25. Глебов Б.Н., Янченко В.Н. О выборе источника света для прмысла сайры // Исследования поведения некоторых объектов промысла при взаимодействии с орудиями лова. – Владивосток: ТИНРО, 1980. – С. 40-46.
26. Еремин Ю.В. Описание комплекса для промысла сайры кормовой ловушкой парашютного типа с крупнотоннажных тральщиков // Сайра – 2002 (путинный прогноз). – Владивосток: ТИНРО-Центр 2002. – С. 40-46.
27. Зусер С.Г. Влияние светового режима на поведение рыб в море // Поведение промысловых рыб. - М., 1985. – С. 51-66.
28. Зуссер С.Г. Суточные вертикальные миграции пелагических рыб. - М.: Пищ. пром-сть, 1971. – 224 с.

29. Казаков В.М. К вопросу о применении ультрафиолетового света для лова рыбы // Изв. ТИНРО. – 1972. – Т. 84. – С. 115-117.
30. Казаков В.М. К вопросу о лове рыбы на черный свет // Рыб.хоз-во. - 1974. - № 10. - С. 42-43.
31. Калистратова Л.М. Возможные причины различной реакции сайры и скумбрии на надводныйэлектросвет // Физические раздражители в технике рыболовства. – Владивосток: ТИНРО, 1982. – С. 56-65.
32. Каредин Е.П. Методы сайрового прогноза // Сайры - 2002 (путинный прогноз). - Владивосток: ТИНРО-Центр, 2002. - С. 7-11.
33. Каредин А.А., Байталюк А.А., Шабельский Д.Л. Биология и промысел сайры // Сайра - 2002 (путинный прогноз). - Владивосток: ТИНРО-Центр, 2002. - С.16-30.
34. Кнорринг Г.М. Справочник для проектирования электрического освещения. – М., Л.: Гос. энергетическое изд-во, 1956. – 220 с.
35. Кравцова Ю.Ю., Мизюркин М.А., Еремин Ю.В., Пак А. Тренажерные комплексы, способы и орудия лова для рыбной промышленности // Роль науки, новой техники и технологии в экономики развития регионов: Мат-лы межрегион. науч.-практ. конф. - Хабаровск, 2001. - С. 75-80.
36. Кручинин О.Н., МизюркинМ.А., ЕреминЮ.В., ВаккерН.Л. Оценка естественной плотности концентрации рыб по уловам на световых станциях // Изв. ТИНРО. - 2016. - т. 186. – С. 214 - 222.
37. Мантейфель Б.П. Экология поведения животных. – М.: Наука, 1980. – 220 с.
38. Мельников В.Н. Биотехническое обоснование показателей орудий и способов промышленного рыболовства. - М.: Пищ. пром-сть, 1979. – 375 с.
39. Мельников В.Н. Биофизические основы промышленного рыболовства. –М.: Пищ. пром-сть, 1973. – 392 с.

40. Мельников В.Н., Лукашев В.Н. Техника промышленного рыболовства. – М.: Лег и пищ. пром-сть, 1981. – 312 с.
41. Мизюркин М.А. Обоснование технологии разновидового промысла крупнотоннажными судами в Тихом океане: автореф. дис. … доктора. техн. наук. – Москва, 2004. – 47 с.
42. Мизюркин М.А. Гаголина Л.В., Лысенко С.В. Реализация производственного потенциала предприятий рыбной промышленности Приморского края // Движение за повышение производительности - ключ к возрождению экономики: мат-лы междунар. конф. – Владивосток, 1999. – С. 59-61
43. Мизюркин М.А., Жук А.П., Кручинин О.Н., Еремин Ю.В., Ваккер Н.Л., Волотов В.М., Захаров А.А. Анализ сайровой путины 2017 года и предложения по оснащению судов современными источниками света // Рыб хоз-во. – 2018. - № 1. С. 95-100.
44. Мизюркин М.А., Жук А.П., Кручинин О.Н., Еремин Ю.В., Буслов А.В., Волотов В.М., Ваккер Н.Л.,Захаров А.А., Сытов А.М. Результативность промысла сайры судами, оснащенными различными источниками света // Рыб хоз-во. – 2019. - № 1. С. 30-34.
45. Мизюркин М.А. Промысел сайры с крупнотоннажных судов // Рыбохозяйственные исследования Мирового океана: тр. 2-й междунар. науч. конф.– Владивосток, 2002. – С. 37-39.
46. Мизюркин М.А., Лисиенко С.В. Крупнотоннажные суда на промысле сайры: теоретические расчеты подтвердились на практике // Рыбное хоз-во. – 2004. - № 4. – С. 47-48.
47. Мизюркин М.А., Лисиенко С.В. Эффективность промысла сайры с крупнотоннажных судов // Рыбохозяйственные исследования Мирового океана : тр. 2-й междунар. научн. конф. – Владивосток, 2002. – С. 39-41.
48. Мизюркин М.А., Мизюркина А.В., Татарников В.А., Пак А. Разновидовой промысел. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2004. – 139 с.

49. Мизюркин М.А., Пак А. Результаты промысловых испытаний кормового сайрового подхвата для промысла сайры с крупнотоннажных судов // Приморье – край рыбацкий: материалы науч. -практ. конф. – Владивосток, 2002. – С. 42-47.
50. Мизюркин М.А., Пак А., Еремин Ю.В., Тимошок А.Е. Перспективы промысла сайры кормовым подхватом с крупнотоннажных судов // Рыб. хоз-во. – 2002. - № 3. – С. 22-23.
51. Минько В.М. О технологии лова, кройке и постановке сети бортовых подхватов // Рыб хоз-во. – 2019. - № 1. – С. 83-85.
52. Никаноров И.В. Взаимодействие орудий лова со скоплениями рыб. – М.: Пищ. пром-сть, 1973. – 235 с.
53. Никоноров И.В. Лов рыбы на свет (теория и практика). – М., 1963. – 166 с.
54. Никоноров И.В., Патеев А.Х. Лов сайры насосом с применением света и электротока // Рыб хоз-во. - 1963. - № 2. С. 51-63.
55. Новиков Ю.В. Биологическое обоснование перспектив светового промысла сайры в Тихом океане // Тр. совещ. по биол. основам океанического рыболовства. - 1960. - С. 112-116.
56. Новиков Ю.В. Биология сайры // Сайра. - Владивосток, 1961. - С. 3-24
57. Новиков Ю.В. Биология, миграция, состояние запасов и распространение тихоокеанской сайры // Сайра. - Владивосток, 1965. - С. 7-31.
58. Новиков Ю.В. Изучение популяционной структуры и возрастного состава сайры северо-западной части Тихого океана // Изв. ТИНРО. – 1973. – Т. 87. – С. 149-154.
59. Новиков Ю.В. Некоторые закономерности распределения и миграций массовых пелагических рыб северо-западной части Тихого океана // Вопр. ихтиол. – 1986. – Т. 26, – вып. 2. – С. 196-207.
60. Новиков Ю.В. Некоторые закономерности формирования пелагического ихтиоцена зоны течения Куросио // Итоги изучения

биологических ресурсов северо-западной части Тихого океана. – Владивосток: ТИНРО, 1989. – С. 5-20.

61. Новиков Ю.В. Основные черты биологии и состояние запасов тихоокеанской сайры // Изв. ТИНРО. – 1967. – Т. 56. – С. 3-50.
62. Новиков Ю.В. Сайра (биология и промысел) // сайра. Владивосток: Промиздат, 1961. – С. 3-27.
63. Новиков Ю.В., Филатов В.Н. Влияние штормов на эффективность промысла сайры в ЮКР // Тез. докл. Всесоюзн. Конф. – Л., 1990. – С. 224-225.
64. ОСТ 15. 98-75. Конструкторская документация орудий рыболовства (ловушки).- Калининград: Ротапринт НПО промрыболовства, 1975. – С. 1-44.
65. Пак А. Обоснование технологии промысла сайры кормовым подхватом: автореф. дис. … канд. техн. наук. – Владивосток, 2006. – 25 с.
66. Парин Н.В. Ихтиофауна океанской экспедиции. - М., 1968. - 272 с.
67. Пат. РФ 1786539. Галогенная лампа накаливания / Ю.А. Архипов, Л.В. Коптев, Ю.В. Олькин, Ю.В. Еремин. –Заявл. 04.02.91. Опубл. 07.01.93.
68. Пат. РФ 2027360. Устройства для промыслового освещения / Ю.В. Еремин, В.И. Семененко. - Заявл. 06.05.92. - Опубл. 27.01.95.
69. Пат. РФ2147769. Тренажер для промысла рыбы / Ю.В. Еремин, М.А. Мизюркин. – Заявл. 11.08.98. Опубл. 20.04.00.
70. Пат. РФ 2170012. Устройство для лова рыб и морских беспозвоночных / Ю.В. Еремин, А.Е. Тимошок, М.А. Мизюркин. – Заявл. 23.12.99. Опубл. 10.07.01.
71. Пат. РФ2170013. Способ лова рыб и морских беспозвоночных / Ю.В. Еремин, А.Е. Тимошок, М.А. Мизюркин. – Заявл. 22.12.99. Опубл. 10.07.01.
72. Пат. РФ 2212131.Устройства для промыслового освящения / Ю.В. Еремин, В.В. Касьненко. - Заявл. 16.08.01. - Опубл. 20.09.03.

73. Пат. 2264098. Устройство и способ лова рыб и морских беспозвоночных / Ю.В. Еремин, В.Н. Филатов, А.И. Менгазутдинов, В.А. Бойченко, В.А. Лапкин. – Заявл. - 2004.03.10. - Опубл. 20.11.05.
74. Пат. РФ 2320101. Устройства для промыслового освящения / Ю.В. Еремин, В.В. Касьненко, А.И. Мингазутдинов, А.В. Балло, В.А. Герасимов. - Заявл. 10.08.06. - Опубл. 20.03.06.
75. Пат. РФ 2406300. Способ лова рыб и морских беспозвоночных / Ю.В. Еремин, А.В. Балло, В.Н. Филатов, В.В. Касьяненко, А.И. Мингазутдинов, С.Г. Иванов. – Заявл. 19.05.09. - Опубл. 20.12.10.
76. Пат. РФ 2473131. Способ имитации поиска промыслового объекта лова в обучающем тренажере / Ю.В. Еремин, А.В. Балло, В.В. Касьяненко, А.Н Бойцов, Е.В. Осипов, А. Пак, А.А. Пак. – Заявл.11.01.11. – Опубл. 20.07.12.
77. Пат. РФ 2554979.Устройства для промыслового освещения / Ю.В. Еремин, А.В. Балло, М.А. Мизюркин, О.Н. Кручинин. - Заявл. 28.11.13. – Опубл. 10.07.15.
78. Пат. РФ 2616827. Устройство для лова рыбы и морских беспозвоночных // Ю.В. Еремин, М.А. Мизюркин, О.Н. Кручинин, А.П. Жук, А.А. Байталюк, С.И. Суханов, Д.Б. Бурлаков, А.В. Балло, В.Н. Филатов, В.В. Косьяненко, А.М.Радченко. - Заявл. 20.02.16. - Опубл. 18.04.17.
79. Пат. РФ.2626154. Способ бессетевого лова сайры / И.В. Рой, В.А. Татарников, В.В. Акишин, И.Г. Истомин, С.Э. Астафьев. - Заявл. 08.04.16. – Опубл. 21.07.17.
80. Пат. РФ .2627567. Способ лова рыбы и морских беспозвоночных // Ю.В. Еремин, М.А. Мизюркин, О.Н. Кручинин, А.П. Жук, А.А. Байталюк, С.И. Суханов, Д.Б. Бурлаков, А.В. Балло, В.Н. Филатов, В.В. Косьяненко, А.М.Радченко. - Заявл. 20.02.16. - Опубл. 18.08.17.
81. Пат. РФ.2710988. Способ привлечения гидробионтов, положительно реагирующих на свет // Ю.В. Еремин, Д.А.

Будоянов, А.В. Балло, В.В. Касьяненко, Е.В. Осипов, В.Н. Филатов, М.А. Мизюркин, В.М. Волотов, Н.Л. Ваккер, В.И. Журавлев. – Заявл. 02.07 2019. – Опубл. 14.01.2020.

82. Протасов В.Р. Биоэлектрические поля в жизни рыб. – М.: ЦНИИТЭИРХ, 1971. – 228 с.
83. Протасов В.Р. Зрение и ближняя ориентация рыб. // М.: Наука, 1968. – 206 с.
84. Протасов В.Р. О реакциях рыб на свет в связи с особенностями их световосприятия // Вопр. ихтиол. – 1961. – Т. 1 вып. 3. – С. 519-533.
85. Протасов В.Р. Поведение рыб: Механизмы ориентации рыб и их использование в рыболовстве. – М.: Пищ. пром-сть, 1978. – 296 с.
86. Рекомендации по поиску и промыслу сайры (краткое пособие для рыбаков). – Владивосток, 1987. – 71 с.
87. Роушенбах М.М. Техника и организация лова сайры. // Сайра. - Владивосток, 1961. - С . 24-32.
88. Сидельников И.И. Распределение косяков сайры, привлеченных светом к борту судна // Сб. науч.-техн. информации ВНИРО. - М., 1965. - С. 35-43.
89. Сидельников И.И. О рациональном использовании светового оборудования на судах, занятых ловом сайры // Тр. ВНИРО. – 1966. – Т. 61. – С. 191-196.
90. Сидельников И.И. Результаты исследования по определению реакции сайры на свет от различных источников // Изв. ТИНРО. – 1967. – Т. 56. – С. 132-139.
91. Сидельников И.И. Конструкции орудий лова рыбы на свет // Рыб. хоз-во. - 1974. - № 7. - С. 55-56.
92. Сидельников И.И. Добыча тихоокеанских рыб и кальмаров на свет. – М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1981. – 136 с.
93. Справочная книга по светотехнике / Под ред. Ю.Б. Айзенберга. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 472 с.

94. Техническая документация № 420 – 903 - 095 ВО. - Общее расположение судна. – Владивосток, 1977
95. Филатов В.Н. Особенности промысла сайры // Сайра - 2002 (путинный прогноз). - Владивосток, 2002. - С. 23-27.
96. Филатов В.Н. Влияние штормов на образование и распад скоплений нагульной сайры // Биол моря. – 1993. - № 1. – С. 67-74.
97. Филатов В.Н. Лов сайры на свет // Рыб. хоз-во. - 1988. - № 4. – С. 58-60.
98. Филатов В.Н. Миграции и формирование скоплений массовых пелагических гидробионтов (на примере тихоокеанской сайры) / Под ред. Г.Г. Матишова. – Ростов н/Д: ЮНЦ РАН, 2015. -168 с.
99. Филатов В.Н. Океанологические и гидробиологические особенности формирования скоплений нагульной сайры в водах Курильских островов // Результаты исследований по прогнозированию промысловой обстановки на Дальнем Востоке. – Владивосток, 1989. – С. 5-16.
100. Филатов В.Н., Старцев А.В., Устинова Е.И., Еремин Ю.В. Тихоокеанская сайра. Научно-информационное обеспечение промысловой экспедиции / Под. ред. Г.Г. Матишова. – Ростов н/Д: ЮНЦ РАН, 2011. -120 с.
101. Шабанов, А.Н. Определение мощности светового оборудования судно для лова рыбы на свет // Рыб. хоз-во. - 1966. - № 6. - С.44-46.
102. Шабельский Д.Л., Филатов В.Н. Опыт оперативного научного обслуживания сайрового промысла // Сайры - 2002 (путинный прогноз). - Владивосток: ТИНРО-Центр, 2002. - С. 37-40.
103. Шулейкин В.В. Физика моря. - М.: Наука, 1968. - 1083 с.
104. Эндо Н. Промысел сайры. – Токио: «Суй сенсюкося», 1951. – 71 с.
105. Янченко В.Н. К вопросу о световом оборудовании сайровых промысловых судов // Возможности использования физико-химических раздражителей для управления поведением рыб. – М.: Пищ. пром-сть, 1983. – С. 182-189.

106. Янченко В.Н. Об эффективности использования прожектора С-60 и светильника с лампой ДКсТ при поиске скоплений сайры // Промышленное рыболовство. – Владивосток: ТИНРО, 1979. – Вып 9. – С. 39-48.
107. Янченко В.Н. Особенности применения высокоинтенсивных источников света (ВИС) для концентрации сайры // Промышленное рыболовство. – Владивосток: ТИНРО, 1978. – Вып 8. – С. 60-67.
108. Янченко В.Н. Тактика применения осветительных устройств с подвижными отражателями // Исследования поведения некоторых объектов промысла при взаимодействии с орудиями лова. – Владивосток: ТИНРО, 1980. – С. 29-39.
109. Янченко В.Н., Казаков В.М. Применение ксеноновых ламп на промысле сайры // Промышленное рыболовство. – Владивосток: ТИНРО, 1976. – Вып 6. – С. 85-92.
110. Янченко В.Н., Котова Е.В. Реакция сайры на свет цветности // Совершенствование и создание новых способов и орудий лова: Сбор науч тр. – Владивосток: ТИНРО, 1990. – С. 54-62.
111. Янченко В.Н., Котова Е.В., Баранов Л.Л. Особенности промысла сайры конусным подхватом с судов типа СРТМ-К-1160 // Совершенствование и создание новых способов и орудий лова: сб науч. тр. – Владивосток: ТИНРО, 1990. – С. 45-54.
112. Adi S., Ririn I, Mustahal MAS (2017) Fishing efficiency of LED lamps for fixed lift net fisheris in Banten Bay Indonesia // Turk J. Fish Aquat Sci. - 2017. - Vol. 17. - P. 283-291
113. An YI, He P., Arimoto T., Jang UJ Canch performance and fuel consumption of LED fishing lamps in the Korea hairtail angling fishery. // Fish. Sci - 2017. - Vol. 83. - P. 343-352
114. Choi S.J. Characteristics of spectral irradiance based on the distance from the light source and operating method for fishing lamps with a combined light source. // Kor J. Fish Aquat Sci - 2019. - Vol. 42. - P. 711-720.

115. Choi S., Nakamura Y. Analysis of the optimum light source output and lighting management in coastal squid jigging boat. Fish Eg. 2003. - Vol. 40. - P. 39-46.
116. Fukushima S. Synopsis analysis of migration and fishing conditions of saury in the North-West Pacific Ocean // Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab. - 1979. - № 41. – P. 1-70.
117. Hotta H. Biological studies and fisheries of the saury Cololabis saira Brevoort - Tokyo, 1964.- 96 p.
118. Hua C.X, Li F., Zhu Q.C. et al. Comparative study on the illumination model of fishing lamps based on point light sources and spherical light sources // Chin Opt - 2019. - Vol. 12. – P. 274-288.
119. Jo H.S., Kim DN, Cho YB, et al. Transmittance properties of fishing lamps in stick-held dip net fishing vessel for Pacific saury // J Kor Soc. Fish. Tech. - 2004. - Vol. 40. – P. 23-28.
120. Kosaka S. Relation of the migration of Pacific saurries to oceanic fronts in the North-West Pacific Ocean. I.N.P.F.C. // Bull. Tohoku Nath. Fish. Res. Inst. - 1986. - № 47. – P. 229-247.
121. Kruchinin, O. Mizyrkin, M. Eremin Y. and Wacker N. «Technique for assessment of saury concentration in the lighted area»// IC ES/PICES Symposium on Drivers of dynamics of small pelagic fish resour ce, Canada, 2017.
122. Lai M.F., Anh N.D. Gao J.Z., Ma H.Y., Lee H.Y., Design of miltisegmented freeform lens for LED fishing lamp with high //Appl. Opt - 2015. - Vol 54. – P. 69-74.
123. Lai T.H., Jing X. Research on LED fishing light // Res J. Appl Sci and Tech - 2013. - Vol 5. – P. 4138-4141.
124. Mutsushita Y., Azuno T, Yamashita Y. Fuel reduction in coastal squid jigging boats equipped with various combinations of conventional metal halide lamps and low-energy LED panels, //Fish Res - 2012. - Vol 125-126. – P. 14-19.

125. Nguyen K.Q., Winger P.D. Aztificial light in commercial industrialized fishing applications: a review // Rev Fish Sci Aquac - 2018. - Vol 27. – P. 1-21.
126. Okamoto T., Takahashi K., Ohsawa H., Fukuchi K., Hosogane K., Kobayashi S., Moniwa M., Sasa K. Application of LEDs to Fishing Lights for Pacific Saury // J. Light & Vis. Env. – 2008. – Vol. 32, № 2. – P. 38-42.
127. ParkA., Mizuyrkin M.A., EreminYu.V., Boichenko A.A. Catch equipment for saura fishery large tonnage vessels // Marine environment: nature, communication and business: Intern. Conf. – Korea, Maritimeuniversity, 2003. – P. 28-29.
128. Shen S.C., Li J.S., Huang M.C. Dising a light pattern of mulriple concentric circles for LED fishing lamps using Fourier series and an energy mapping method // Opt. Express. – 2014. – Vol. 22, № 2. – P. 13460-13471.