DOI: 10.17117/na.2015.10.03.154

Поступила (Received): 16.10.2015

<http://ucom.ru/doc/na.2015.10.03.154.pdf>

Кузьмин А.Н., Лихтер А.М.
Система управления ловом рыбы с применением
селективных источников света

Kuzmin A.N., Likhter A.M.
The control system of fishing with the use of selective light sources

Автоматизированная система управления ловом рыбы позволяет рассчитать оптимальную температуру вольфрамовой нити накала надводного и подводного источников оптического излучения с учетом различных шумов, а предложенный алгоритм системы управления ловом реализует принцип последовательного управления работой этих источников. Переход от одного блока алгоритма к другому осуществляется на основе обработки визуальной информации о движении косяка рыб в направлении орудия лова, поступающей с эхолота

Ключевые слова: алгоритм, программа, источник света, система управления

Automated control system of a fish allows you to calculate the optimal temperature of the tungsten filament surface and underwater sources of optical radiation with regard to various noises, the proposed algorithm and control system of fishing implements, the principle of the sequential control of the operation of these sources. The transition from one algorithm to another is based on the processing of visual information about the movement of a shoal of fish towards fishing gear, coming from sonar

Key words: algorithm, program, light source, control system

Кузьмин Анатолий Николаевич

Аспирант

Астраханский государственный технический университет

г. Астрахань, ул. Татищева, 16

Kuzmin Anatoly Nikolaevich

Graduate

Astrakhan state technical university

Astrakhan, Tatischeva st., 16

Лихтер Анатолий Михайлович

Доктор технических наук, профессор

Астраханский государственный технический университет

г. Астрахань, ул. Татищева, 16

Likhter Anatoly Mikhailovich

Doctor of Engineering Sciences, Professor

Astrakhan state technical university

Astrakhan, Tatischeva st., 16

В настоящее время общий вылов водных биоресурсов в Каспийском бассейне увеличился на 1,8 тыс. тонн и достиг 20,8 тыс. тонн. Кильки добыто на 0,3 тыс. тонн больше прошлого года – 0,9 тыс. тонн. В Азово-Черноморском бассейне вылов превысил прошлогодний показатель на 24,8 тыс. и составил 47,2 тыс. тонн. На промысле хамсы выловлено на 10 тыс. тонн больше – 21,8 тыс. тонн, вылов тюльки вырос на 3,1 тыс. тонн – до 5,9 тыс. тонн [1]. Для лова обыкновенной кильки (*Clupeonella delicatula*), у которой реакция на свет наименее выражена в сравнении с другими видами каспийской кильки, а также сайры (*Cololabis saira*), хамсы (*Engraulis encrasicolus*), сардины (*Sardina*), ста-

вриды (*Carangidae*) и кальмара (*Teuthida*) разработана автоматизированная система управления процессом лова, основанная на информационных критериях качества которая позволяет учесть следующие факторы: влияние шумов, создаваемых изучением от Луны, а также шумов, возникающих при отражении света подводного источника оптического излучения от поверхности моря и дна водоема [2].

При построении математической модели в качестве критерия для выбора эффективных параметров элементов системы управления процессом лова, в частности, температуры селективных источников оптического излучения, использовалось условие максимизации производительности рыболовной системы:

$$N = kP\tau, \quad (1)$$

где k – абсолютный коэффициент уловистости орудия лова; $P = \Delta f \cdot \log_2 \left(1 + \frac{C}{\Pi} \right)$ – пропускная способность канала передачи оптической информации; τ – время лова, Δf – полоса частот, воспринимаемая органом зрения рыбы, C/Π – функция «отношение сигнал/шум».

Для расчета оптического сигнала, передаваемого объекту управления от надводного источника, используем спектральную формулу [3], преобразовав ее с учетом дисперсии показателя преломления света в воде, реальных размеров источника и приемника оптического излучения, вида функции спектральной плотности излучения вольфрамовой нити накала лампы [4], а также формул Френеля [5], описывающих интенсивность отраженной и преломленной световой волны на границе раздела «воздух-вода»:

$$C_n := 683 \cdot R \cdot Sw \int_{400 \cdot 10^{-9}}^{640 \cdot 10^{-9}} e^{\left(\frac{-\alpha(\lambda) \cdot H_1}{\cos(\beta(\varphi, \lambda))} - \frac{3,5h}{Sm \cdot \cos(\varphi)} \right)} \cdot \left(\frac{h}{\cos(\varphi)} + \frac{H_1}{\cos(\beta(\varphi, \lambda))} \right)^{-2} \cdot I(\lambda, T) \cdot \tau(\lambda) \cdot v(\lambda) d\lambda \quad (2)$$

где R – площадь глаза рыбы; Sw – площадь поверхности вольфрамовой нити накала, $\alpha(\lambda)$ – показатель ослабления света в воде; h – высота подвеса источника; H_1 – глубина горизонта лова; φ – угол падения; $\beta(\varphi, \lambda)$ – угол преломления; Sm – метеорологическая дальность видимости; $I(\lambda, T)$ – функция спектральной пространственной плотности излучения источника [2]; $\tau(\lambda)$ – спектральная зависимость отношения яркости преломленного луча к яркости луча, падающего на поверхность воды под углом φ ; $v(\lambda)$ – функция относительной спектральной чувствительности глаза рыбы [6].

Шум, создаваемый лунным излучением и воспринимаемый глазом рыбы, определяется по формуле:

$$\Pi_n := \frac{Rc^2 \cdot S_n \cdot R}{Rc \cdot o^2 \cdot 4\pi(R_{л.о})^2} \cdot \int_{400 \cdot 10^{-9}}^{640 \cdot 10^{-9}} \xi(\lambda, T) \cdot \delta(\lambda) \cdot y(\lambda) \cdot e^{-\alpha(\lambda) \cdot H} \cdot \tau(\lambda) \cdot v(\lambda) d\lambda, \quad (3)$$

где Rc – радиус Солнца; S_n – видимая часть лунного диска в зависимости от ее фазы; $Rc.o$ – радиус солнечной орбиты; $R_{л.о}$ – радиус лунной орбиты; $\xi(\lambda, T)$ – спектральное распределение излучения Солнца; $y(\lambda)$ – альбеда Луны; $\delta(\lambda)$ – зависимость спектрального коэффициента пропускания чистой атмосферы от длины волны [4, 7].

Тогда, с учетом формул (2) и (3), а так же шума, создаваемого лунным излучением и воспринимаемого глазом рыбы, значение функции «отношение

сигнал/шум» для надводного источника света определяется по следующей формуле:

$$\frac{C_n}{\Pi_n} := \frac{683 \cdot R \cdot Sw \int_{400 \cdot 10^{-9}}^{640 \cdot 10^{-9}} e^{\left(\frac{-\alpha(\lambda) \cdot H_1}{\cos(\beta(\varphi, \lambda))} - \frac{3,5h}{Sm \cdot \cos(\varphi)} \right)} \cdot \left(\frac{h}{\cos(\varphi)} + \frac{H_1}{\cos(\beta(\varphi, \lambda))} \right)^{-2} \cdot I(\lambda, T) \cdot \tau(\lambda) \cdot v(\lambda) d\lambda}{\frac{Rc^2 \cdot Sl \cdot R}{Rc \cdot \sigma^2 \cdot 4\pi(R_{л.о})^2} \cdot \int_{400 \cdot 10^{-9}}^{640 \cdot 10^{-9}} \xi(\lambda, T) \cdot \delta(\lambda) \cdot y(\lambda) \cdot e^{-\alpha(\lambda) \cdot H} \cdot \tau(\lambda) \cdot v(\lambda) d\lambda} \quad (4)$$

При расчете сигнала оптического излучения, передаваемого подводным источником, который расположен непосредственно на самом орудии лова, используется формула:

$$C_n := \frac{683}{(L)^2} \cdot R \cdot Sw \int_{400 \cdot 10^{-9}}^{640 \cdot 10^{-9}} e^{-\alpha(\lambda) \cdot L} \cdot I(\lambda, T) \cdot v(\lambda) d\lambda \quad (5)$$

Шум, создаваемый подводным искусственным источником оптического излучения в результате отражения лучей от поверхности моря ($\Pi_{пов}$):

$$\Pi_n := \frac{683 \cdot H_1 \cdot Sw \cdot R}{\sqrt{H_1^2 + \left(\frac{L}{2}\right)^2} \cdot \left(H_1^2 + \left(\frac{L}{2}\right)^2\right)^2 \cdot \int_{400 \cdot 10^{-9}}^{640 \cdot 10^{-9}} e^{-2\alpha(\lambda) \cdot \sqrt{H_1^2 + \left(\frac{L}{2}\right)^2}} \cdot \left(\frac{n(\lambda)-1}{n(\lambda)+1}\right)^2 \cdot I(\lambda, T) \cdot v(\lambda) d\lambda} \quad (6)$$

где $n(\lambda)$ – относительный показатель преломления воды.

Тогда, с учетом формул (5) и (6), значение функции «отношение сигнал/шум» для подводного источника можно рассчитать по формуле:

$$\frac{C_n}{\Pi_n} := \frac{683 \cdot \sqrt{H_1^2 + \left(\frac{L}{2}\right)^2} \cdot \left(H_1^2 + \left(\frac{L}{2}\right)^2\right)^2 \cdot \int_{400 \cdot 10^{-9}}^{640 \cdot 10^{-9}} e^{-\alpha(\lambda) \cdot L} \cdot v(\lambda) \cdot I(\lambda, T) d\lambda}{683 \cdot H_1 \cdot L^2 \cdot \int_{400 \cdot 10^{-9}}^{640 \cdot 10^{-9}} e^{-2\alpha(\lambda) \cdot \sqrt{H_1^2 + \left(\frac{L}{2}\right)^2}} \cdot \left(\frac{n(\lambda)-1}{n(\lambda)+1}\right)^2 \cdot v(\lambda) \cdot I(\lambda, T) d\lambda} \quad (7)$$

На основе разрабатываемой математической модели управления процессом лова создан алгоритм и программное обеспечение. Алгоритм автоматизированной системы управления процессом лова кильки с использованием селективных источников оптического излучения состоит из двух блоков, относящихся к надводному и подводному источникам света соответственно (рис. 1).

Надводный источник оптического излучения служит для привлечения объекта управления к орудию лова. Чтобы добиться его оптимальной работы необходимо рассчитать температуру вольфрамовой нити накала, для этого необходимы следующие данные: высота подвеса источника света, глубина горизонта лова, метеорологическая дальность видимости. В случае если они совпадают с границами допустимых значений, «Автоматизированная система управления процессом лова кильки» (АСУПЛК) выдает оптимальную температуру вольфрамовой нити накала. Затем, при помощи эхолота, наблюдаем за передвижением косяка рыбы, его формой, скоростью, расположением в пространстве и по мере его приближения или отдаления относительно орудия лова, в режиме online регулируем температуру вольфрамовой нити надводного источника оптического излучения.

Рис. 1. Алгоритм автоматизированной системы управления процессом лова кильки с использованием селективных источников оптического излучения

При расчете температуры подводного источника оптического излучения, который служит для привлечения рыбы в зону облова, вводятся следующие необходимые переменные: глубина горизонта лова, глубина подводного источника, а также расстояние от орудия лова до объекта управления. После вывода на дисплей оптимальной температуры и при положительной реакции косяка рыбы, отслеживаем его расстояние и форму по эхолоту, при этом регулируя в режиме online температуру вольфрамовой нити подводного источника оптического излучения и учитывая излучение, отраженное от поверхности моря и дна водоема. В случае рассредоточения косяка рыбы необходимо задать оптимальную температуру источника для образования плотного скопления в облавливаемой зоне.

Представленный программный продукт позволяет рассчитать оптимальные параметры элементов системы лова кильки, установить в ручном или автоматическом режиме температуры ламп накаливания надводного и подводного источников, а также выбрать различные режимы управления системой лова, которые включают в себя совокупную или раздельную работу источников оптического излучения.

Программа (АСУПЛК) выполнена в объектно-ориентированной среде программирования Borland Developer Studio 2006 (Delphi 7) и работает под управлением операционной системы Windows XP Professional, а также более новых версий [8, 9].

При разработке данного программного продукта использовались компоненты: Memo, Label, Button, Edit, а также основные методы и процедуры такие, как show, close, procedure Click (Sender: TObject), procedure FormDestroy (Sender: TObject), procedure FormCreate (Sender: TObject), MC:IMathcadApplication; WC:IMathcadWorksheets; WS:IMathcadWorksheet, StrToFloat, ShowMessage, SetValue, GetValue [8,9].

Выводы.

1. Предложен критерий для расчета эффективных параметров элементов системы управления ловом с применением селективных источников оптического излучения.
2. Создана математическая модель передачи оптической информации рыбе.
3. Разработан алгоритм управления системой лова.
4. На базе предложенного алгоритма реализовано программное обеспечение «АСУПЛК».

Список используемых источников:

1. URL: <http://zkturr.ru/op/2-1-0-16>
2. Кузьмин А.Н., Лихтер А.М. Исследование процесса передачи оптического сигнала в системах лова рыбы с применением селективных подводных источников света // Известия ВолгГТУ: Прогрессивные технологии в машиностроении. № 21(148). Т. 12. 2014. С. 72-75.
3. Лихтер А.М., Мельников А.В. Управление физическими полями в рыболовстве. Астрахань: Астраханский университет, 2005. 149 с.

4. Кузьмин А.Н., Лихтер А.М., Рогожина Ю.Н. Модель процесса передачи оптической информации подводного источника света в системах лова гидробионтов // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. № 4(20). 2012. С. 44-49.
5. Ландсберг Г.С. Оптика. М.: Физматлит, 2003. 848 с.
6. Мельников В.Н. Биофизические основы промышленного рыболовства. М.: Пищевая промышленность, 1973. 392 с.
7. Лихтер А.М. Моделирование систем управления процессами лова рыбы. Монография. Астрахань: Астраханский университет, 2006. 315 с.
8. Рубанцев В.А. Delphi в примерах, играх и программах. Я+R. 2011. С. 217-248.
9. Архангельский А.Я. Программирование в Delphi. Версии 2006, 2007, Turbo Delphi. Бином-Пресс. 2007. 1018 с.

© 2015, Кузьмин А.Н., Лихтер А.М.
Система управления ловом рыбы с применением
селективных источников света

© 2015, Kuzmin A.N., Likhter A.M.
The control system of fishing with the use of selective
light sources