

ОПЫТ СОРТИРОВКИ РЫБЫ ПО ПЛОЩАДИ ТЕНИ С ПОМОЩЬЮ ФОТОЭЛЕМЕНТОВ

Ст. инж. С. Н. МИЗИКИН

Одним из основных процессов в каждой технологической схеме обработки рыбы является процесс сортировки.

Рыбу можно сортировать как по размерам (длина, толщина и т. п.), так и по качественному ее состоянию (повреждения кожного покрова, рваные части тела и т. п.). Необходимо также сортировать рыбу по породам.

В настоящее время процесс сортировки рыбы мало механизирован и требует значительных затрат труда.

В связи с быстрым развитием и внедрением в промышленность электронных имеются реальные возможности создания рыбосортирующих устройств, основанных на принципе фотоэффекта с использованием фотосопротивлений и фотоэлектронных умножителей.

Идея использования фотоэлектронных приборов для контроля и сортировки предметов уже находит себе применение в ряде отраслей промышленности как у нас в Советском Союзе, так и за рубежом.

В качестве примера можно привести фотоэлектронный контроль колец шарикоподшипников по размеру, сортировка лимонов, яичных желтков по цвету и т. д.

Существенным моментом при разработке рыбосортирующих устройств является выбор параметра, по которому надо рыбу сортировать. Этот вопрос в различных случаях и разными авторами решается различно.

Так, В. В. Дорменко и М. В. Разговоров указывают, что толщина рыбы, идущей на обработку (посол, копчение, охлаждение и т. п.), является основным параметром при сортировке. Сортировка по длине имеет решающее значение для рыб мелких размеров (килька, салака).

В последнее время в ряде работ появляются сведения о физико-технических показателях рыбы, где затрагиваются вопросы о зависимости между линейными размерами рыбы и площадью ее поверхности.

А. А. Белоусов приводит две эмпирические формулы, связывающие площадь поверхности воблы с длиной тела, а также приводит соотношение между толщиной и длиной тела рыбы. Для весенней воблы отношение толщины к длине тела (без хвостового плавника) составляет приблизительно 0,16, для воблы осеннего улова — 0,14.

Сортировка рыбы по площади поверхности необходима там, где имеют место диффузионные процессы и процессы теплопередачи (копчение, сушка и др.). В этом случае сортировка рыбы с применением фотоэлектронных устройств весьма удобна.

В лаборатории механизации ВНИРО проведен ряд опытов по определению поверхности тела рыбы и возможности использования фотоэлементов для сортировки рыбы по размерам¹.

¹ Идея использования фотоэлектронных приборов для сортировки рыбы была выдвинута в 1956 г. К. А. Горбуновым.

В основу параметра сортировки принята проекция площади поверхности тела рыбы на плоскость (площадь тени).

Опыты по исследованию возможности производить сортировку рыбы по площади тени проводились на специально изготовленном для этой цели фотометрическом приборе.

Принципиальная схема фотометрического прибора показана на рис. 1.

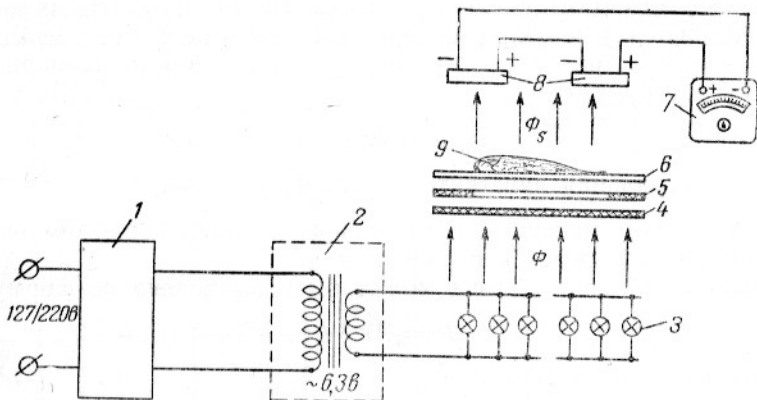


Рис. 1. Принципиальная схема фотометрического прибора:

1—стабилизатор напряжения СНЭ-1; 2—трансформатор 127/6,3 в; 3—источник света; 4—матовое стекло; 5—рамка; 6—стеклянная панель; 7—микроамперметр ЛМ; 8—селеновые фотоэлементы СФ-25; 9—образец рыбы.

Прибор представляет собой деревянный футляр прямоугольной формы, перегороденный пополам выдвижной составной полкой, состоящей из листов матового и обычного стекла с проложенной между ними картонной рамкой. В крышку футляра врезаны два симметрично расположенных фотоэлемента типа СФ-25 с интегральной чувствительностью соответственно 340 и 370 $\mu\text{ка/лм}$ при освещенности 100 лк и внешнем сопротивлении 500 ом .

Для уменьшения влияния отраженного света внутренняя поверхность верхней части футляра вплоть до осветительной панели окрашена в черный цвет.

Для подачи образцов рыб на полку в футляре имеется откидная дверка.

Источник света, смонтированный на осветительной панели и состоящий из 24 лампочек типа Мн-14, расположенных рядами, питается через понижающий трансформатор от сети переменного тока. Во избежание изменений светового потока вследствие колебания напряжения в сети понижающий трансформатор подключается через стабилизатор напряжения.

Такое устройство осветителя совместно с матовым стеклом обеспечивает равномерное распределение светового потока по всей плоскости. Световой поток Φ , ограниченный рамкой, воспринимается светочувствительной поверхностью фотоэлементов. Возникающий в цепи под действием света фототок регистрируется микроамперметром с постоянной по току $5,33 \cdot 10^{-7}$ а/дел .

С целью сокращения линейной зависимости фототока I от светового потока Φ и согласования с нагрузкой (в данном случае нагрузкой является микроамперметр с сопротивлением рамки прибора 1000 ом) фотоэлементы соединены последовательно.

При таком соединении фотоэлементов одновременно повышается фото-э.д.с., т. е. чувствительность.

При помещении на стеклянную панель образца рыбы частично перекрывается световой поток Φ . В результате на светочувствительный

слой фотоэлементов попадает только часть первоначального светового потока, а именно световой поток, равный Φ_S . Стрелка микроамперметра при этом отклонится и даст отсчет силы фототока, пропорциональный световому потоку Φ_ϵ .

В зависимости от размера рыбы (площади проекции поверхности ее тела на плоскость) световой поток Φ_S будет различным. Следовательно, будут изменяться и показания микроамперметра.

Известно, что для селеновых фотоэлементов при малых освещенностях (до 0,5 лк) и сопротивления внешней цепи, не превышающем 1000 ом, фототок, развиваемый фотоэлементом, прямо пропорционален световому потоку, т. е.

$$I \cong K\Phi, \quad (1)$$

где K — интегральная чувствительность фотоэлемента.

При этом, чем меньше сопротивление внешней цепи, тем более эта зависимость приближается к линейной.

Величина светового потока может быть вычислена по формуле

$$\Phi = 10^{-4} LF, \quad (2)$$

где: Φ — световой поток в лм;

L — освещенность в лк;

F — площадь активного фоточувствительного слоя фотоэлемента в см².

При наших работах световой поток не превышал 0,175 лм.

Перед началом работы с фотометрическим прибором определяли ряд параметров прибора: чувствительность фотоэлементов к изменению светового потока, величину световых потоков, влияние размеров окна рамки и т. д.

Определение чувствительности фотоэлементов к изменению светового потока различной интенсивности производилось с помощью окрашенных в черный цвет, тарированных по площади металлических пластинок путем перекрытия светового потока при рамках с площадью окна 200, 320 и 475 см².

Величина светового потока, падающего на фотоэлементы, замерялась при помощи люксметра типа ЛК-2.

На рис. 2 показан график изменения фототока ΔI мка, развиваемого фотоэлементами, в зависимости от освещенности L лк и площади светового окна S см².

Результирующий фототок ΔI вычисляли по формуле

$$\Delta I = I_0 - I, \quad (3)$$

где: ΔI — разность фототоков;

I_0 — первоначальный фототок при световом окне, равном площади окна рамки;

I — фототок, развиваемый фотоэлементами при частичном перекрытии окна рамки тарированными металлическими пластинками.

В данном случае площадь окна рамки составляла $S=475$ см², а первоначальный фототок $I_0=72$ мка.

Было установлено, что чувствительность прибора применительно к изменению площади светового окна на 1 см² составляет 0,18 мка/см².

Методика работы с прибором заключалась в следующем. Образцы рыб, предназначенные для опытов, раскладывали на столе и замеряли (биологическую) длину рыб l_0 , промысловую длину l (от конца рыбы до начала хвостового плавника). Площадь проекции поверхности тела рыб

определяли путем обвода контура рыб на миллиметровой бумаге с последующим обмером этих площадей планиметром.

Затем экземпляры рыб поочередно укладывали на стеклянную панель прибора и производили отсчет фототока по показаниям микроамперметра.

В связи с тем, что селеновые фотоэлементы имеют значительный температурный коэффициент, при обработке экспериментальных данных учитывали разность фототоков, которую вычисляли по формуле (3). Это позволило исключить влияние температуры на показания приборов.

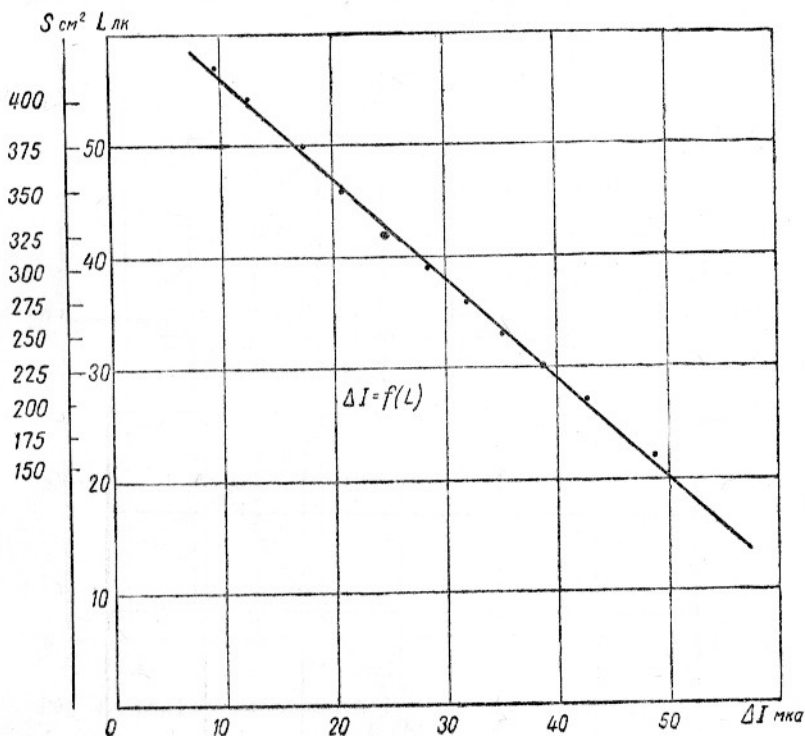


Рис. 2. График зависимости изменения фототока ΔI от освещенности L и площади светового окна S .

Опыты проводили на сельди норвежской свежемороженой (дефростированной) и каспийском сазане.

Всего было проведено 236 определений с сельдью и 148 определений с сазаном.

Результаты обработки экспериментальных данных показаны на графиках (рис. 3 и 4).

На рис. 3 изображены графики зависимости фототока ΔI от площади проекции поверхности тела рыбы S_z на плоскость соответственно для сельди и сазана.

Обработка данных и вывод приближенных эмпирических формул произведен по методу средних.

На основании предварительных опытов можно утверждать, что сортировка рыбы перед направлением ее на обработку (имеются ввиду процессы, связанные с явлениями диффузии и теплопередачи) может быть осуществлена с помощью фотоэлектронных приборов.

Практическое решение вопроса автоматической сортировки рыбы по площади поверхности ее тела может быть дано с использованием спе-

циальных высокочувствительных фотоэлектронных устройств и исполнительных механизмов. Эти устройства и механизмы могут быть смонтированы непосредственно на транспортере.

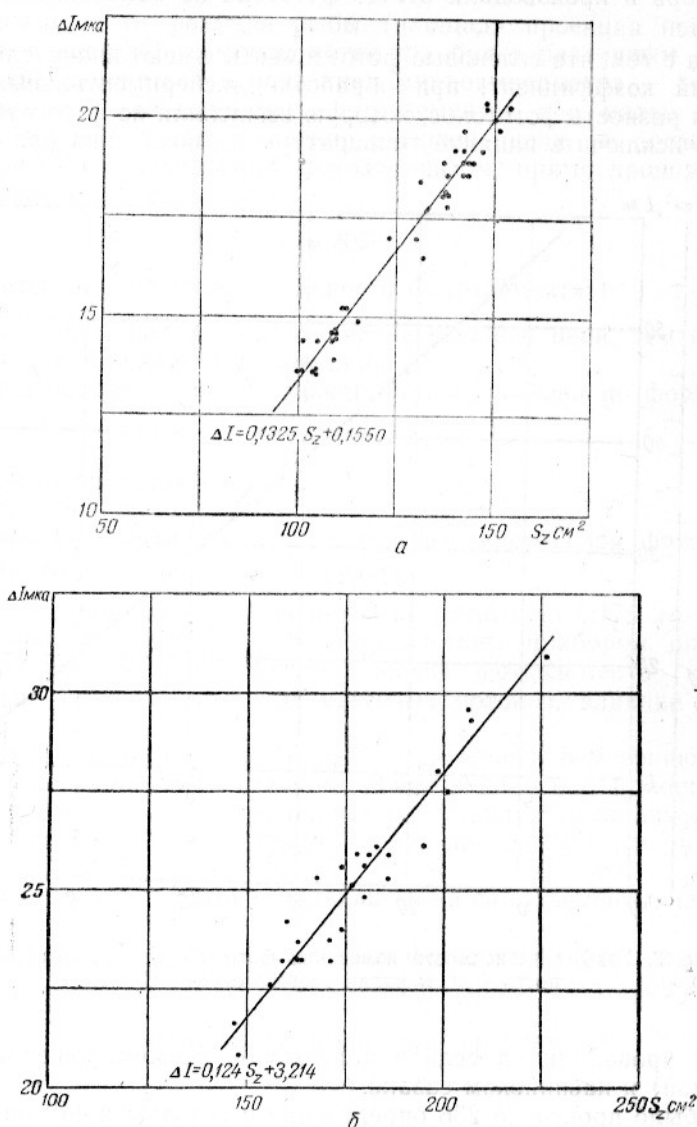


Рис. 3. Графики зависимости фототока ΔI от площади проекции поверхности тела рыбы S_z на плоскость: а—для сельди норвежской; б—для сазана каспийского.

К достоинствам таких фотоэлектронных устройств можно отнести их большую пропускную способность и надежность в работе, а также возможность быстрой перенастройки их на тот или другой размер.

Одновременно с работой по исследованию возможности сортировки рыбы по площади ее поверхности с помощью фотоэлектронных устройств проводились опыты по выявлению возможности сортировки рыбы и по длине, как функции площади тела рыбы.

На графике (см. рис. 4) даются зависимости фототока ΔI от длины рыбы l .

Как видно из этого графика, который мы рассматриваем как ориентировочный, имеется прямолинейная зависимость между фототоком и длиной рыбы.

ΔI мка

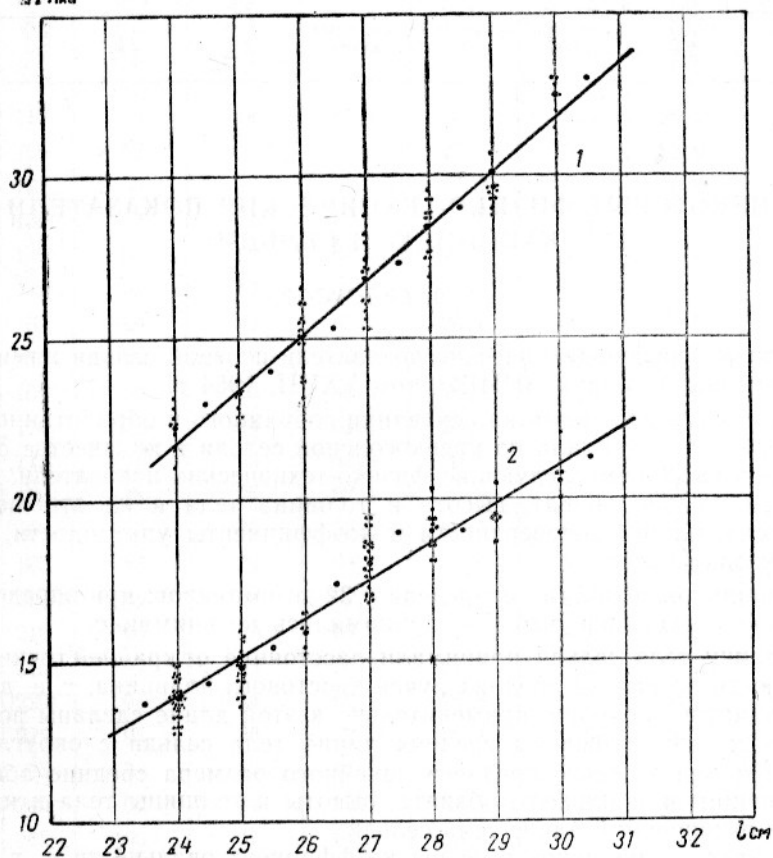


Рис. 4. График зависимости фототока ΔI от промысловой длины рыбы l :

1—для сазана; 2—для сельди.

Однако значительный разброс точек на этой прямой говорит о том, что эта зависимость должна быть уточнена.

ВЫВОДЫ

1. Получены приближенные зависимости фототока, развиваемого фотоэлементами при перекрытии светового потока телом рыбы, площадью проекции поверхности и длиной рыбы

$$\Delta I = f(S_z);$$

$$\Delta I = f(l).$$

2. Предварительно установлена возможность фотоэлектронной сортировки рыбы при использовании в качестве основного параметра площади проекции поверхности тела рыбы на плоскость.