

ХАРАКТЕРИСТИКИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОМЫСЛОВЫХ ОБЪЕКТОВ И НЕОБХОДИМОСТЬ АВТОМАТИЗАЦИИ ИХ ИЗМЕРЕНИЯ

Канд. техн. наук Ю.В. Кадильников – АтлантНИРО

Исследования уловистости рыболовных тралов, выполненные в АтлантНИРО в последние годы, показали, что характеристики распределения промысловых объектов – важнейший фактор, определяющий уловистость, вылов за траление, управление рыболовной деятельностью, выбор параметров орудий лова, методов и тактики рыболовства. Они же являются важнейшей поведенческой функцией биологических объектов, наиболее доступны для измерения существующими техническими средствами. Основные характеристики распределения следующие: высота слоя, в котором распределены стаи облавливаемого объекта; плотность поля стай в двухмерном пространстве – отношение числа стай к площади поверхности моря, под которой они обитают; плотность поля стай в трехмерном пространстве – отношение числа стай к объему трехмерного пространства, в котором они обитают; относительная плотность заселения в трехмерном пространстве – отношение суммы объемов стай к объему трехмерного пространства; средний объем стаи; средний радиус проекции стаи на поверхность моря $M(R)$.

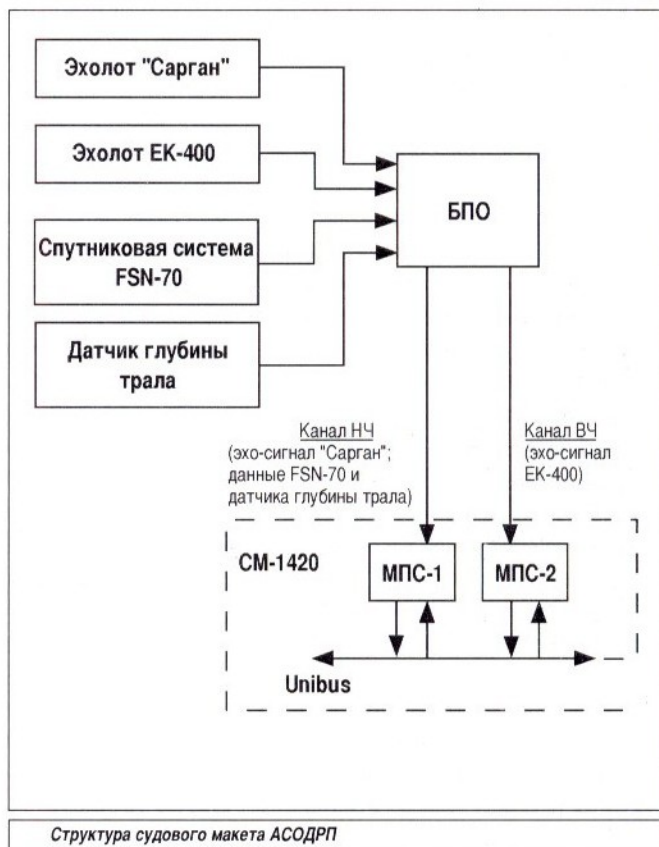
Некоторые из характеристик распределения определяются положением вида в трофической цепи, а их изменения могут свидетельствовать о тенденции колебаний численности гидробионтов [1]. Во всяком случае, такая характеристика, как размер стай, помимо обоснованного выбора способов рыболовства (кошельковый, траловый, дрейфтерный и т.д.), является естественной, математически объяснимой реакцией популяции на степень ее элиминации.

Относительная плотность заселения в трехмерном пространстве при определенной стабильности плотности объектов в стае в известные периоды их жизнедеятельности вследствие природного гомеостаза может являться достаточно показательной и точной мерой состояния численности изучаемого объекта. Часто практикуемая оценка запасов по результатам траловой съемки может быть отнесена к так называемым некорректно поставленным задачам. Эта некорректность устраняется дополнительной информацией о характеристиках распределения промысловых объектов в исследуемых районах.

В 1986–1990 гг. НПО промысловства (ныне АО "МариНПО") по заказу АтлантНИРО и при

его участии выполнило научные исследовательские работы по созданию автоматизированной системы сбора и обработки данных о распределении промысловых объектов в пространстве (АСОДРП). В соответствии с существовавшим в то время порядком, в результате выполнения этих работ, были изготовлены и испытаны в нескольких морских экспедициях два судовых макета АСОДРП.

Структурная схема действовавшего в свое время судового макета АСОДРП изображена на рисунке. Он был реализован на основе бортовой ЭВМ СМ-1420, установленной на НИСах "АтлантНИРО" и "Атлантида" при их постройке. Макет предусматривал возможность использования результатов локации двух эхолотов – рыбопоискового "Сарган" и исследовательского ЕК-400, либо одновременно, либо по отдельности. В одном из макетов был установлен комплекс автоматизированной траловой телеметрии (КАТТ), позволяющий получать информацию от двух гидроакустических антенн с частотой 50 кГц, устанавливаемых на трале. В дальнейшем предусматривалось с помощью КАТТ реализовать инструментальную оценку уловистости трала, чему есть теоретические предпосылки. Блок первичной обработки информации (БПО), мультиплексоры МПС-1 и МПС-2 реализовали цикл предварительной обработки информации. Селекция отраженных от гидробионтов эхо-сигналов и определение размеров сечений их агрегаций осуществлялись по оригинальным алгорит-



мам. Управление базой данных и статистическая обработка информации проводились бортовой ЭВМ СМ-1420. Использование приемника спутниковой системы FSN-70, гирокомпаса и лага обеспечивало автоматическую привязку полученной информации к географическим координатам и параметрам движения судна. Способы получения информации о характеристиках распределения по показаниям гидроакустических приборов подробно изложены в методических указаниях, выпущенных АтлантНИРО [2]. Макет АСОДРП в виде документа распечатывал данные о характеристиках распределения промысловых объектов.

Несмотря на успешные испытания судового макета АСОДРП, дальнейшие разработки этой системы на стадии опытно-конструкторских работ с 1991 г. из-за отсутствия финансирования были прекращены. Предусматривалось изготовить два опытных образца на базе современных вычислительных устройств (персональные ком-

пьютеры класса не ниже PC/AT/486, Dx/4 с объемом ОЗУ 16 Мбайт), а также реализовать оценку запасов по характеристикам распределения; обеспечить инструментальную оценку уловистости тралов; ввести информацию от датчиков метеоусловий и гидрологической обстановки, в первую очередь о скорости и направлении донных течений. Это особенно важно при донных траловых съемках, так как траление против течения может дать нулевой результат для объектов, у которых можно подозревать наличие реотаксиса.

В связи с остановкой разработки АСОДРП и крайней нуждой иметь достаточно точную информацию о характеристиках распределения промысловых объектов, особенно для нештатных ситуаций, когда необходимо спрогнозировать вылов за траление и судо-сутки лова траулера, который еще не эксплуатировался в районе, с 1992 г. АтлантНИРО организовало выборочный мониторинг за характеристиками распределения пелагических объектов на Балтике, обрабатывая вручную эхограммы, собираемые на ежегодных траловых съемках. Естественно, ручная обработка эхограмм возможна только для ограниченного объема и при ней трудно избежать субъективных погрешностей, хотя дальнейшие вычисления автоматизированы в программном комплексе "Эхо", разработанном в АтлантНИРО. При обработке линейных сечений стай [2] вычисляют такой важный показатель, как относительная плотность заселения в трехмерном пространстве β .

$$\beta = \left(\sum_{i=1}^N b_i \right) / V_0, \quad (1)$$

$$\beta = \lambda m_b, \quad (2)$$

$$\beta = m_{p0} / m_p, \quad (3)$$

где b_i – объем i -й стаи; V_0 – объем трехмерного пространства, в котором обитает N стай; λ – плотность поля стай в трехмерном пространстве – число N стай в трехмерном пространстве V_0 ; m_b – средний объем стаи; m_{p0} – средняя плотность промысловых объектов в трехмерном пространстве; m_p – средняя плотность промысловых объектов в стае.

Формула относительной плотности заселения (2) определяет колебательный контур промысловой обстановки при относительной стабильности этого произведения и пропорциональном изменении сомножителей, например, по времени суток.

Из формул (1)–(3) легко получить, что средняя численность объектов Q в пространстве V_0 будет

$$Q = \beta m_p V_0. \quad (4)$$

Для определения плотности рыб в стае методами теории вероятности получена формула, которая хорошо согласуется с известными наблюдениями Л.И. Сереброва [3]:

$$m_p = 0,17 / (l_p k)^3, \quad (5)$$

где l_p – общая длина тела рыбы; k – эмпирический коэффициент, показывающий, сколько рыб (l_p) умещается между двумя соседними рыбами.

Таблица 1

Характеристики распределения	IV кв. 1995 г., подгруппа 1 биологической информации	IV кв. 1995 г., подгруппа 4 биологической информации
Средний объем стай, м ³	1692,3	1509,8
Средний радиус стай, м	11,6	12,6
Средняя высота стаи, м	4,0	3,0
Плотность поля стай в трехмерном пространстве, м ⁻³	0,00000844	0,00003431
Относительная плотность заселения в трехмерном пространстве	0,014328	0,05300
Высота слоя, в котором распределены стаи, м	77,7	18,0

Таблица 2

Показатели тралений	МРТК		МКТМ		ТСМ	
	подгруппа 1	подгруппа 4	подгруппа 1	подгруппа 4	подгруппа 1	подгруппа 4
Мощность ГСУ, л.с.	300		800		2400	
Тип трала	55/260		60/240		70/370	
Скорость траления, уз/ч	3,1		3,8		3,8	
Средняя масса общего вылова за траление, кг/ч	647	3875	943	2957	3190	4746
Общая полная уловистость (коэффициент уловистости)	0,0923	0,1557	0,0504	0,0657	0,1143	0,1235
Сравнительная уловистость по отношению к массе вылова базового трала 55/260	1,0	1,46	0,76	4,94	1,22	

Его значения лежат в интервале 2–5 и зависят от жизненного цикла вида в данный момент.

Таким образом, по характеристикам распределения можно оценить запас, который интерпретируется биологическим состоянием объекта и достоверность определения которого может быть оценена научными методами. Но для этого объем собираемого материала должен быть достаточен, собрать и обработать который без автоматизации процесса невозможно. Но самое главное, без знания числовых характеристик распределения нельзя рассчитать улавливающие и экологические свойства трала и суточный вылов траулера, который еще не работал в районе (например, новой постройки). Как характеристики распределения сказываются на вылове за траление, проще пояснить на примерах, заимствованных из исследований АтлантНИРО (табл. 1, 2), где представлены результаты вычислений улавливающих и экологических свойств тралов с различных типов судов, применяемых и предложенных к эксплуатации при промысле балтийского шпрота при различных характеристиках распределения. Вычисления выполнены программным комплексом "Вылов", разработанным в АтлантНИРО по заказу ВНИРО.

Числовые характеристики распределения, видимо, зависят от времени суток, сезона промысла, различных биотических и абиотических факторов. Чтобы определить связь между ними, нужен большой материал. Это серьезная и трудоемкая работа, но она сулит появление точной схемы кратко- и долгосрочного прогнозирования: характеристики распределения по прогнозу гидрологических и биологических условий среды обитания – расчет вылова за траление, рас-

чет суточного вылова траулера, оценка численности исследуемого вида.

Выполнить опытно-конструкторские работы с изготовлением и испытанием двух опытных образцов АСОДРП возможно в течение двух лет. Ориентировочная оценка объема финансирования – 800 млн руб. Это примерно половина стоимости одной 54-дневной тралово-акустической съемки судна типа ТСМ. Дальнейшее производство и установку системы на исследовательские суда и часть промыслового флота возможно осуществить тоже только при поддержке государства. Использование этой системы позволит получить научно-исследовательским центрам материал высокого качества и большого объема.

В промысловом варианте, с небольшими доработками, система может быть использована для рационального управления производственными процессами добычи и обработки рыбы на судне.

Литература

1. Кадильников Ю.В., Мысков А.С. Об особенностях распределения в физическом пространстве биологических объектов различных трофических уровней // Сб. науч. трудов. Экология и запасы некоторых промысловых объектов Атлантического океана. – Калининград: АтлантНИРО. 1985. С. 23–28, 99.
2. Оценка характеристик распределения промысловых объектов по линейным сечениям стай // Методические указания. 1482-МУ. – Калининград: АтлантНИРО. 1991. С. 89.
3. Серебров Л.И. Зависимость плотности стай от размеров рыб // Вопросы ихтиологии. 1976. Т. 16, вып. 1(96). С. 152–157.