

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

УДК 581.526.3-639.2.053.

**ГИДРОАКУСТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАПАСОВ
И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МОРСКОЙ ВОДОРΟΣЛИ АНФЕЛЬЦИИ
ТОБУЧИНСКОЙ *ANFELTIA TOBUSCHIENSIS* В ЗАЛИВЕ ПЕТРА ВЕЛИКОГО**

© 2014 г. М. Ю. Кузнецов, Л. В. Жильцова, И. А. Убарчук, Е. В. Сыроваткин

Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр, Владивосток, 690091

E-mail: kuznetsov@mfinro.ru

Поступила в редакцию 27.09.2012 г.

Окончательный вариант получен 06.02.2013 г.

Показано, что с помощью цифрового научного эхолота EY60 (Симрад) можно измерять с высоким разрешением высоту слоя водоросли анфельции тобучинской и плотность пласта по его отражательной способности, используя метод эхоинтегрирования. Определена регрессионная зависимость коэффициента поверхностного рассеяния s_d , измеряемого эхолотом, от плотности водорослей. С помощью гидроакустического метода получены оценки пространственного распределения и биомассы анфельции в районах ее обитания в заливе Петра Великого.

Ключевые слова: морские водоросли, эхолот, гидроакустический метод, высота слоя, плотность, градуировка, биомасса анфельции.

ВВЕДЕНИЕ

Красная водоросль анфельция тобучинская является ценным сырьем для получения агара. Она образует скопления на песчаных и илисто-песчаных грунтах и глубинах от 3 до 30 м в виде пластов толщиной от 5 до 200 см с различным проективным покрытием дна. Формирование таких скоплений обусловлено, прежде всего, особенностями адаптивных реакций вида и гидрологическими условиями района (Новожилов, 1989). В заливе Петра Великого поля анфельции располагаются в проливе Старка, бухтах Баклан, Северная, Троицы, Ильмовая, Андреева, Перевозная и побережье горы Столовая, которые существуют самостоятельно и независимо друг от друга.

Мониторинговые исследования запасов анфельции ведутся с 1930-х гг. За этот период апробированы различные методы оценки запасов, включая акустические. Например, имеется опыт использования рыбопоискового эхолота Echotec CV-1000 для

определения высоты слоя водоросли и последующего расчета через этот параметр пласта биомассы анфельции (Дзизюров и др., 2000). Получены данные, сопоставимые с результатами традиционной водолазной съемки.

Тем не менее водолазный метод оценки запасов этих водорослей пока является основным. Для характеристики полей анфельции используют такие параметры, как покрытие дна водорослями (%), высота (или толщина) пласта (см), плотность пласта ($\text{кг}/\text{м}^2$). Процент покрытия дна водорослями определяется водолазом визуально. Значения массы и высоты пласта оцениваются с использованием метода «пробных площадок» на точечных станциях (Гемп, 1963), что не исключает выборочной погрешности, связанной с процедурой взятия пробы водолазами, особенно на участках с высотой пласта более 0,5 м. Кроме этого, поля анфельции не являются однородными. На них выделяют продукционную, промыс-

ловую и предвыбросную зоны (Титлянов и др., 1986). В результате воздействия штормов, течений, ветрового воздействия и нерационального промысла наблюдается значительная динамика площади и конфигурации не только самого поля анфельции, но и его отдельных зон (Титлянов и др., 1986; Новожилов, 1989). Из-за пространственной изменчивости покрытия дна водорослями для уточнения границ этих зон требуется увеличение числа станций (водолазных проб). Это значительно повышает трудоемкость и продолжительность съемки с помощью традиционного водолазного способа.

Современный уровень развития гидроакустических эхолокационных приборов и компьютерных технологий сбора, накопления и обработки акустических измерений, используемых для мониторинга водных биологических ресурсов, позволяют в настоящее время существенно расширить список объектов, оцениваемых с помощью гидроакустического метода. Можно, например, выполнять оценки распределения и запасов морских макрофитов, кальмаров, медуз и др. Преимущества гидроакустического метода при оценке морских водорослей по сравнению с точечным взятием проб на водолазных станциях те же, что и при траловой съемке традиционных объектов ресурсных исследований: непрерывность регистрации скоплений водорослей и, благодаря дистанционности метода, возможность обзора больших акваторий, что позволяет за сравнительно короткий промежуток времени исследовать тонкую структуру агрегаций и повысить точность оценки пространственного распределения, границ распространения и плотности морских макрофитов на акватории съемки.

Методические особенности и результаты использования гидроакустических средств для количественной оценки морских макрофитов, в частности ламинариевых водорослей на северном бассейне, изложены ранее в некоторых публикациях (Пронина и др., 2004; Гаврилов, Зубов, 2008). Результаты экспериментов показали возможности измерения плотности пласта по его

отражательной способности методом эхоинтегрирования и перехода от акустических характеристик скоплений водорослей к их биомассе.

Цель нашей работы — отработка методов исследования, а также оценки распределения и запаса морской водоросли анфельции тобучинской в местах ее распространения на побережье Японского моря в заливе Петра Великого с использованием гидроакустического эхоинтегрирующего комплекса.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Акустические эхоинтеграционные измерения выполняли при проведении весенней комплексной съемки морских промысловых макрофитов в проливе Старка залива Петра Великого в 2009–2012 гг. В 2012 г. кроме пролива Старка гидроакустическим методом были обследованы районы бухты Баклан, бухты Перевозная и побережья сопки Столовой. Работы выполнялись с борта НИС «Убежденный» и мотобота при участии легководолазов и сотрудников ТИНРО-центра.

В качестве гидроакустической измерительной системы использовали малогабаритный научный эхолот EY60 SIMRAD с рабочими частотами 70 и 120 кГц. Перед началом работ выполняли калибровку эхолота по технологии стандартной сферы, представленной в техническом описании прибора и руководстве пользователя (Operator manual ... , 2004). В качестве эталонных целей использовались шары, изготовленные из чистой электролитической меди. Сила цели шара для частоты 70 кГц диаметром 32 мм составляет $TS = -39,2$ дБ, а для частоты 120 кГц и шара диаметром 23 мм $TS = -40,4$ дБ.

Градуировку эхолота выполняли с борта мотобота, в носовой части которого размещались GPT-приемопередатчик эхолота EY60, антенна GPS-приемника спутниковой навигации и портативный компьютер (ноутбук) с программами сбора и постпроцессинговой обработки акустиче-

ских данных. Антенна эхолота, соединенная кабелем с GPT, крепилась вертикально к плоту, который на тросе спускался с левого борта мотобота. Энергопитание комплекса осуществлялось от аккумулятора через инвертор, преобразующий постоянное напряжение 12 В в переменное 220 В (мощность 300 Вт). Все измерения регистрировались на жестком диске компьютера. Гидроакустические измерения производили на выделенном участке поля в центральной части пролива Старка с равномерно распределенным слоем анфельдии, чтобы уменьшить погрешности измерений из-за возможного сноса мотобота. На станциях мотобот ставился на якорь.

Производилась непрерывная запись эхосигналов в течение 30–40 с. Затем осуществлялся спуск водолаза для определения плотности водорослей и толщины пласта на каждой станции. После измерений по величинам плотности водорослей, полученным гидроакустическим и водолазным способом, определяли регрессионную зависимость между ними.

Гидроакустическую съемку обследуемых акваторий залива Петра Великого выполняли с борта НИС «Убежденный» при помощи выдвижного устройства антенны эхолота, прикрепленного к борту судна. Кроме обычного крепления для большей устойчивости подводную и надводную части выдвижного устройства фиксировали с помощью троса. Такое исполнение при благоприятных погодных условиях позволяло развивать максимальную скорость буксировки антенны в подводном положении до 5 узлов.

При планировании маршрута гидроакустической съемки важным является определение количества галсов и расстояний между ними на основе объективных критериев, связанных с величиной ожидаемой погрешности в оценке биомассы. Такими критериями являются степень покрытия района съемки акустическими пробами и требуемый коэффициент вариации оценки средней плотности морских водорослей (Ермольчев и др., 1993). Для каждого исследуемого района на основе стандартной

сетки водолазных станций и с учетом полученных предварительных данных о распределении водорослей в заданном районе по соответствующей методике планирования съемок (Кузнецов, Николаев, 2000) были разработаны галсовые маршруты. Например, для обследования акватории в проливе Старка разработан системный параллельный маршрут, включающий 28 галсов с межгалсовым расстоянием 0,1 мили (185,2 м). Общая протяженность маршрута гидроакустической съемки составила около 30 миль (рис. 1). В качестве интервала интегрирования (частоты гидроакустических проб) ESDU (Elementary Sampling Distance Unit) был выбран отрезок расстояния вдоль маршрута, равный 18,52 метра (0,01 мили). При эхоинтегрировании слоя водорослей порог по уровню объемного рассеяния (s_v) составлял -70 дБ, порог по силам цели (TS) составлял -60 дБ, порог по определению дна (bottom detection) — от -30 до -40 дБ в зависимости от состояния дна и качества грунта. Длительность импульса 0,256 мс, частота посылки — максимальная. При такой длительности импульса вертикальное разрешение эхограммы по глубине составляло 4,5 см. Ширина придонного слоя — 2 м. Нижняя граница донного слоя (bottom margin) — 0,05 м.

Для регистрации и вторичной обработки акустических данных в ходе рейса использовали программное обеспечение FAMAS (Fishery Acoustic Monitoring & Analyses System). Типовая структура выходных данных FAMAS представлялась результатами обработки фрагментов акустических изображений по элементам сетки с задаваемым размером отдельного элемента сетки 0,01 мили по дистанции и 0,05 м — по глубине в пределах выделенного слоя. Полученные данные (значения коэффициента поверхностного рассеяния s_A) совместно с географической привязкой сохранялись в виде файлов со структурой данных, доступной для последующей обработки в Excel.

Скорость, курс и координаты точек станций и поворота определялись по GPS-приемнику и регистрировались параллельно с акустическими данными на жесткий диск эхолота.

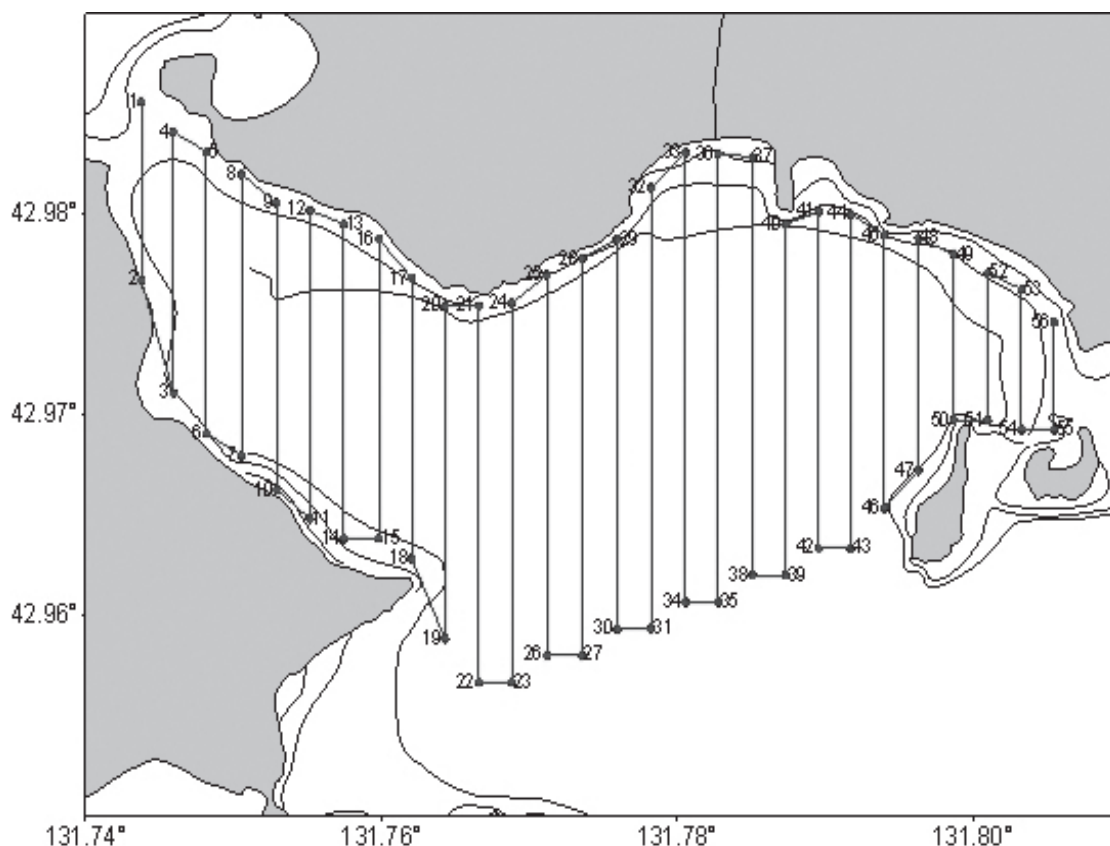


Рис. 1. Схема галсов акустической съемки в проливе Старка.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Градуировка эхолота

Градуировка показаний эхолота выполняется с целью определения зависимости величины отраженного акустического сигнала (эхосигнала) от плотности водорослей в месте падения зондирующего луча антенны эхолота при прочих равных условиях. Следует отметить, что принцип проведения градуировки эхолота по плотности водорослей, оцениваемой водолазом в точке гидроакустических измерений, и построение на основании этого уравнения регрессии не новы (Пронина и др., 2004; Гаврилов, Зубов, 2008). Процесс градуировки эхолота является наиболее важным этапом работ, поскольку от точности полученных результатов зависит достоверность и точность оценки биомассы водорослей на обследуемой акватории.

Научные эхолоты измеряют коэффициент обратного объемного рассеяния в

пределах выбранного слоя ($s_v, м^{-1}$), а затем рассчитывают коэффициент обратного поверхностного рассеяния как интеграл s_v по диапазону глубин ($s_a, м^2м^{-2}$) и его масштабированную величину $s_A = 4\pi(1852)^2 s_a$ — коэффициент поверхностного рассеяния на квадратную морскую милю ($м^2/миля^2$), который и используется в расчетах как акустическая оценка плотности звукорассеивающих слоев (MacLennan et al., 2002). Поэтому при градуировке необходимо определить зависимость коэффициента s_A ($м^2/миля^2$) от плотности ρ ($кг/м^3$) водорослей данного вида.

Предварительно были выполнены пробные измерения отражающей способности анфельции тобучинской на частотах 120 и 70 кГц. Работы выполнялись с борта НИС «Убежденный», стоящего на якорь над однородным скоплением водорослей. При обработке эхограмм было выявлено, что на частоте 120 кГц слой анфельции плохо отделяется от грунта, что

значительно усложняет процедуру определения s_A в донном слое. Кроме этого верхняя граница слоя была менее плотная и регистрировалась неустойчиво, что затрудняло определение высоты слоя водорослей. На частоте 70 кГц водоросли регистрировались более компактно в виде хорошо детектируемого слоя. Поэтому для количественной оценки толщины и плотности слоя водорослей использовали частоту эхолота 70 кГц.

Антенна научного эхолота ЕУ-60 имеет узкую диаграмму направленности (ширина луча около 7°). Достаточно измерить значения коэффициента s_A в определенной зоне, а затем с помощью измерительной рамки определить плотность водорослей в месте регистрации эхограммы водолазным способом. На рис. 2 представлены характерные акустические изображения анфельции, полученные при градуировке эхолота ЕУ60 на водолазных станциях. Высота донного слоя на эхограмме — 2 м. Слой

анфельции фиксируется в виде хорошо отделяемого от грунта пласта. Видно, что высота пласта и его плотность на акватории съемки от станции к станции существенно варьируют. В пределах станции, выбранной для градуировки, высота слоя водорослей должна быть одинаковой, например, как на станциях 15 и 16. На некоторых станциях из-за близости к краям поля анфельции и дрейфа судна высота пласта была нестабильна или плавно изменялась во время гидроакустических измерений, например, как на станции 17 (рис. 2). Такие данные обычно исключались из процедуры обработки.

После измерений по величинам плотности водорослей, полученным водолазным способом, и по оцененным гидроакустическим методом величинам s_A определяли зависимость между ними. Результаты оценки такой зависимости на частоте 70 кГц приведены на рис. 3.

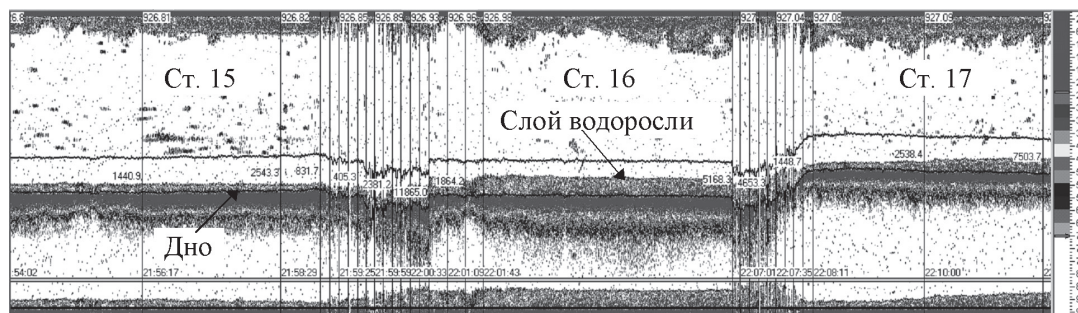


Рис. 2. Акустические изображения анфельции при проведении градуировки: станции №15-17.

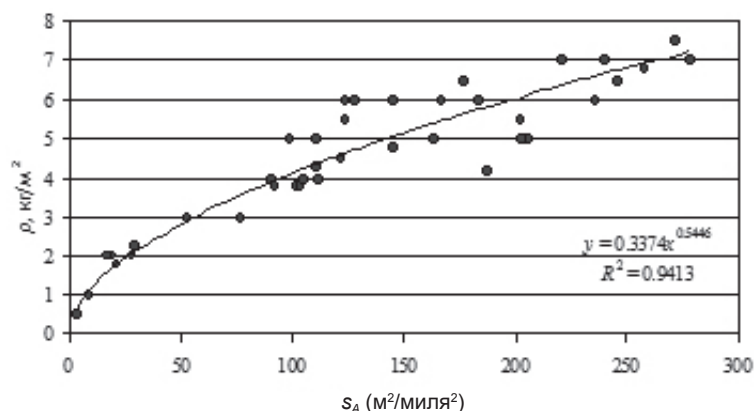


Рис. 3. График зависимости коэффициента поверхностного рассеивания s_A от плотности водорослей ρ на частоте 70 кГц.

Пространственное распределение водорослей

Для построения пространственного распределения макрофитов применялись данные измерения коэффициента поверхностного рассеяния s_A (в 2010 г.) и пересчитанные в плотность водорослей (т/га) согласно степенной регрессионной зависимости, представленной на рис. 3 (в 2011–2012 гг.). При обработке эхограмм частота взятия гидроакустических проб (ESDU) на галсах акустической съемки была постоянной — 0,01 мили (18,52 м). Кроме этого на каждом интервале интегрирования акустическим методом оценивали высоту слоя водорослей. Затем строили планшеты распределения s_A в размерности $\text{м}^2/\text{миля}^2$, плотности водорослей в т/га и высоты слоя водорослей в м.

В соответствии с разработанным маршрутом системных параллельных галсов (рис. 1)

гидроакустическая съемка водорослей в проливе Старка в 2010 г. была выполнена дважды: 18 и 22 мая. Причем первая из них была проведена перед штормом, а вторая — сразу после него.

На рис. 4 (верхний ряд) представлены распределения плотности анфельдии в пр. Старка, полученные гидроакустическим методом перед штормом (18 мая) и после него (22 мая). В нижнем ряду (рис. 4) приведены аналогичные распределения высоты слоя водоросли. Как видно, во время шторма часть поля анфельдии была вынесена из северо-западной части пролива Старка в центральную и северо-восточную части, что является характерным для свободноживущего пласта этой водоросли.

В 2011 г. гидроакустическая съемка в проливе Старка выполнялась примерно в тот же период и тоже дважды: 22 и 25 мая. При этом, как видно на рис. 5, существен-

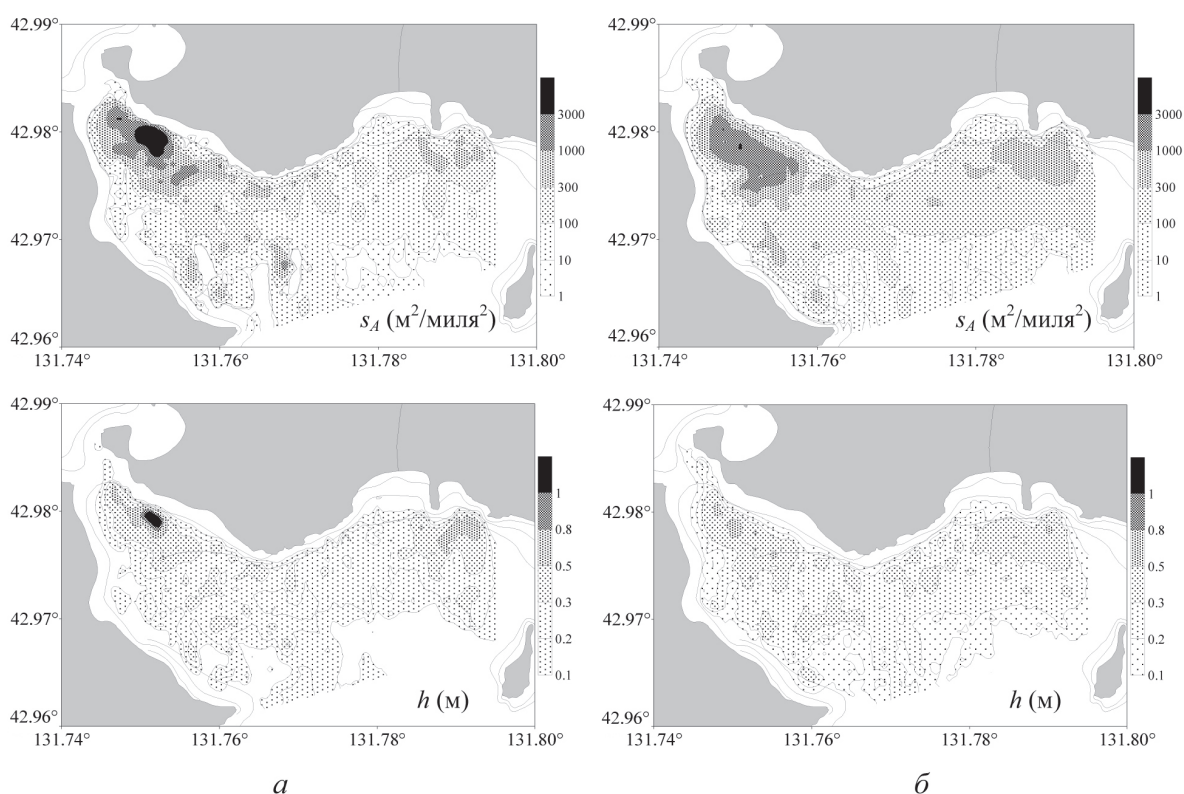


Рис. 4. Распределение плотности морских макрофитов в величинах s_A ($\text{м}^2/\text{миля}^2$) и высоты слоя водорослей h (м) по данным гидроакустических измерений в проливе Старка в мае 2010 г.: а — до шторма, б — после шторма.

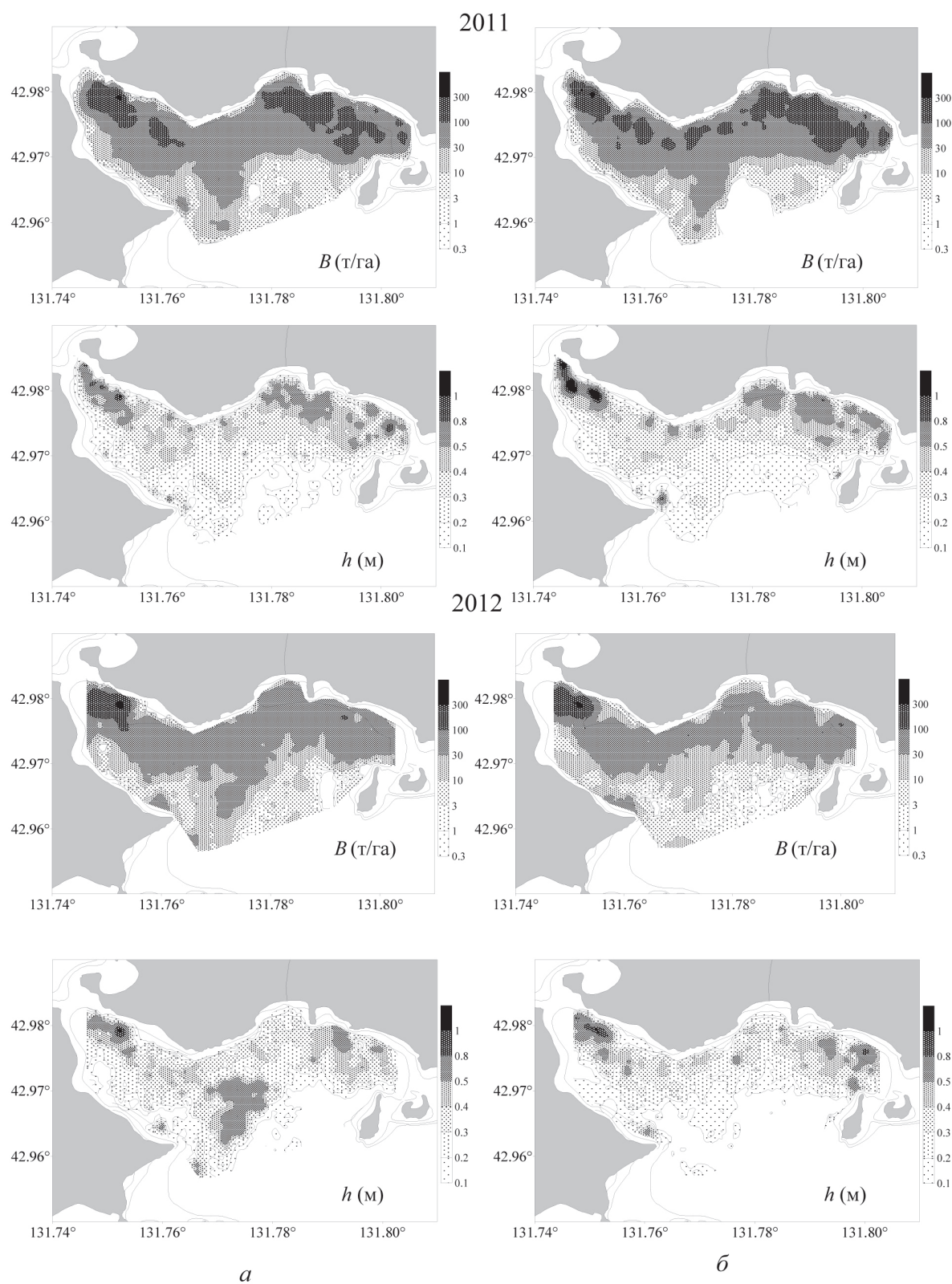


Рис. 5. Распределение поля анфельции в проливе Старка в 2011–2012 гг.: а, б - 1-я, 2-я съемки.

ных изменений в пространственном распределении плотности и высоты слоя водорослей не произошло, поскольку погодные условия в период между съемками были хорошие. В 2012 г. съемки были выполнены с интервалом в 10 дней (28 мая и 6 июня). За период между съемками несколько сократилась часть продукционной зоны поля анфельции с плотностью более 30 т/га и высотой пласта более 0,5 м в центральной части пролива. На остальной акватории изменения распределения были незначительны и могли происходить как за счет неизбежного смещения траектории судна при движении по галсам и колебаний корпуса судна с установленной на нем антенной (неустойчивое вертикальное положение луча), так и естественного смещения слоевищ с соседних участков обследуемого района.

Сравнивая распределения водорослей в межгодовом плане, можно заметить, что поле анфельции в проливе Старка не является стационарным и однородным по плотности. Наблюдаются существенные изменения структуры, мест локализации отдельных зон и площади всего поля водоросли. Вместе с тем прослеживаются определенные закономерности. Например, в 2010–2012 гг. наиболее плотные участки были приурочены к краям поля анфельции в северо-западной и северо-восточной частях пролива. Здесь водоросли образуют скопления большой высоты (более 0,5 м) и, видимо, происходит формирование предвыбросных зон. Хорошо видно продукционную зону в центральной части пролива, которая является наиболее обширной и стабильной частью поля анфельции. Наиболее высокие концентрации водорослей (свыше 300 т/га) наблюдаются в самой узкой северо-западной части пролива, где высота пласта достигает 1,3–1,5 м.

В 2012 г. ареал гидроакустических исследований анфельции был расширен, и выполнены съемки в других районах ее обитания в заливе Петра Великого: в бухте Перевозная, в районе горы Столовая и в бухте Баклан. На рис. 6 показаны распределения плотности и высоты слоя водорослей, полу-

ченные акустическим эхоинтеграционным методом в этих районах.

Оценки биомассы

Биомассу водорослей оценивали путем пересчета измеренных значений s_A ($\text{м}^2/\text{миля}^2$) в плотность водорослей ($\text{кг}/\text{м}^2$) согласно степенной регрессионной зависимости (рис. 3). В результате постпроцессорной обработки эхограмм по измеренному значению s_A рассчитывали биомассу водорослей на каждом интервале интегрирования (0,01 мили) в зависимости от межгалсового расстояния. Например, в проливе Старка при расстоянии между галсами 0,1 мили площадь каждого участка составляла 0,001 мили² (~0,34 га). Общая биомасса водорослей на обследованной акватории определялась суммированием биомасс, полученных на всех интервалах интегрирования:

$$B = \sum_{i=1}^n S_i \cdot \rho_i, \quad (1)$$

где B — биомасса водорослей, кг; $i = 1, \dots, n$; n — число интервалов интегрирования; S_i — площадь i -го участка интегрирования, м^2 ; ρ_i — плотность водорослей на i -м интервале интегрирования ($\text{кг}/\text{м}^2$) вычисляется по формуле: $\rho_i = 0.3374 \cdot s_{A_i}^{0.5446}$

$$\rho_i = 0.3374 \cdot s_{A_i}^{0.5446}, \quad (2)$$

где s_A — коэффициент поверхностного рассеяния на i -м интервале интегрирования, $\text{м}^2/\text{миля}^2$.

Кроме этого, рассчитывали биомассу водорослей через эхолотную оценку высоты пласта, используя линейную зависимость между плотностью и толщиной пласта анфельции (Титлянов и др., 1993):

$$\rho_i = (ah_i + b), \quad (3)$$

где ρ_i — плотность водорослей на i -м интервале интегрирования, $\text{кг}/\text{м}^2$; h_i — высота слоя водорослей на i -м интервале интегрирования, см; a, b — эмпирические коэффициенты.

При расчете биомассы использовали эмпирические коэффициенты $a = 0,2051$ и $b = 0,0519$, рассчитанные для этого поля

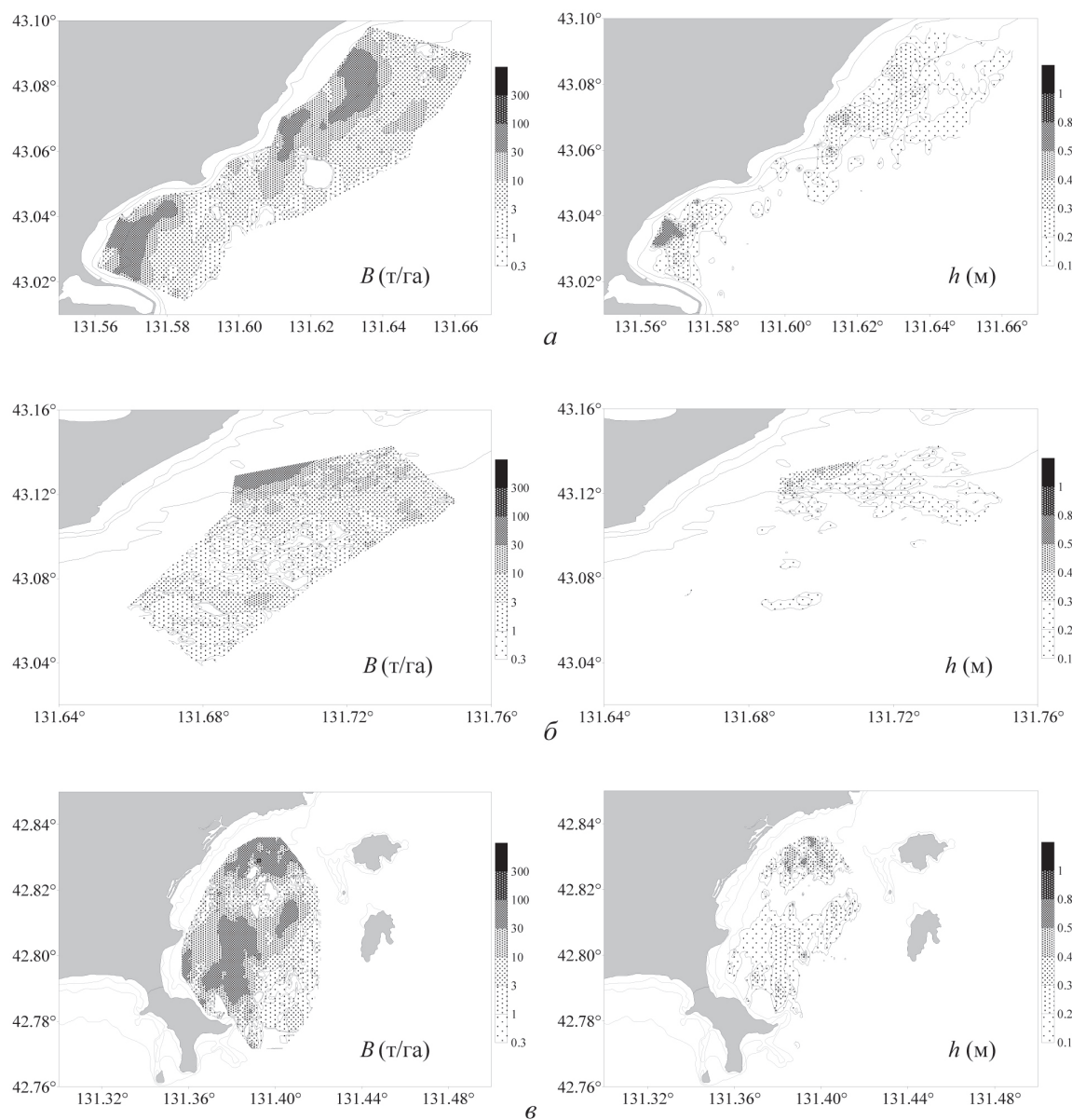


Рис. 6. Распределения плотности B (т/га) и высоты слоя водорослей h (м) в бухте Перевозная (а), в районе горы Столовая (б) и в бухте Баклан (в) по данным гидроакустических измерений в 2012 г.

анфеллии (Дзизюров и др., 2000). Результаты оценки площади обследованных акваторий и биомассы анфеллии гидроакустическим методом по плотности и высоте пласта в проливе Старка приведены в таблице. Для сравнения приводятся оценки запаса анфеллии по итогам водолазной съемки с помощью метода «пробных площадок».

Как видно, оценки биомассы анфеллии в проливе Старка, полученные тремя методами, составляют около 30 тыс. т. Сходство величин запаса водорослей подтверждает качество градуировки гидроакустической аппаратуры, совмещающей оценки эхоинтеграционные и водолазных проб в этом районе залива Петра Великого.

Площадь акваторий и биомасса водорослей в проливе Старка в 2011–2012 гг., оцененная различными методами

Год, съемка		Площадь, га	Биомасса, тыс. т		
			по s_A	по h	водолажным методом
2011	1-я	685,5	30,1	31,0	29,0
	2-я	559,9	28,5	25,0	
2012	1-я	756,3	31,4	34,7	30,5
	2-я	695,2	29,6	33,8	

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований определена зависимость коэффициента поверхностного рассеяния s_A (как акустическая оценка плотности), вычисляемого по результатам эхоинтеграционных измерений, от плотности морской водоросли анфельдии тобучинской, определяемой водолажным способом. Получены оценки пространственного распределения анфельдии в различных районах ее обитания в заливе Петра Великого и биомассы водорослей в наиболее исследованном (модельном) районе гидроакустическим методом.

Преимущества гидроакустического мониторинга водорослей очевидны — это непрерывность съема данных и возможность оценки вертикального распределения (толщины слоя) исследуемых агрегаций водорослей на акватории съемки аппаратным способом. Данный способ регистрации скоплений позволяет повысить точность оценки пространственного распределения, границ распространения и плотности морских макрофитов, а в дальнейшем упростить саму процедуру съемки за счет снижения частоты водолажных проб для определения плотности, высоты слоя и покрытия дна растениями.

Другим достоинством гидроакустического метода является оперативность дистанционного съема данных с борта судна, что

позволяет выполнять съемку по стандартной сетке галсов неоднократно в течение года и отслеживать сезонную динамику состояния того или иного поля водорослей.

Недостатком акустического метода является зависимость качества съема данных от погодных условий и невозможность оценки водорослей в мелководной части акватории на глубинах менее 2 м из-за акустической «мертвой зоны» антенны эхолота, которая на частоте 70 кГц составляет около 1,5 м.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Гаврилов Е.Н., Зубов В.И. Методические особенности оценки запасов ламинариевых водорослей гидроакустическим методом // Матер. докл. Всерос. конф. «Гидроакустические исследования на внутренних водоемах». Борок, 2008. С. 19–25.

Гемп К.П. Новые методы исследования зарослей водорослей в Белом море и внутренних водоемов Карелии. Вып. 1. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1963. С. 140–142.

Дзизюров В.Д., Кулепанов В.Н., Жильцова Л.В. Методика изучения распределения и запасов красной водоросли *Ahnfeltia tobuchiensis* (Kanno et Matsubara) Mak. с помощью эхолота // Изв. ТИНРО. 2000. Т. 127. Ч. 2. С. 618–625.

- Ермольчев В.А., Гаврилов Е.Н., Фими́на Е.Н. Методические рекомендации по организации и выполнению гидроакустических съемок запасов гидробионтов. Мурманск: ПИНРО, 1993. 132 с.
- Кузнецов М.Ю., Николаев А.В. Руководство по сбору и первичной обработке данных акустических измерений при проведении тралово-акустических съемок запасов минтая в Беринговом море. Владивосток: ТИНРО-Центр, 2000. 68 с.
- Новожилов А.В. Влияние гидродинамических условий на структуру и продуктивность природных полей анфельции тобучинской: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток: ИБМ ДВО РАН, 1989. 22 с.
- Пронина О.А., Дегтев А.И., Кудрявцев В.И., Воробьев А.В. Опыт количественной оценки запасов макрофитов Белого моря гидроакустическим методом // Рыб. хоз-во. 2004. №3. С. 36–39.
- Титлянов Э.А., Новожилов А.В., Буторин П.В. Естественные поля анфельции в проливе Старка Японского моря и рекомендации по их рациональной эксплуатации // Биология моря. 1986. № 5. С. 58–66.
- Титлянов Э.А., Новожилов А.В., Чербаджи И.И. Анфельция тобучинская: биология, экология, продуктивность. М.: Наука, 1993. 224 с.
- MacLennan D.N., Fernandes P.G., Dalen J. A consistent approach to definitions and symbols in fisheries acoustics // ICES J. Marine Sci. 2002. V. 59. P. 365–369.
- Operator manual for Simrad ER60 Scientific Echo Sounder application. Simrad AS, 2004. 172 с.

HYDROACOUSTIC RESEARCHES OF DISTRIBUTION AND STOCKS OF SEAWEED *AHNFELTIA TOBUCHINSKY AHNFELTIA TOBUCHIENSIS* IN THE GREAT PETER BAY

© 2014 y. M. Yu. Kuznetsov, L. V. Giltsova, I. A. Ubarchuk, E. V. Syrovatkin

Pacific Scientific Research Fisheries Center, Vladivostok, 690091

It is shown that by means of digital echo sounder Simrad EY60 it is possible to measure with high resolution the height of algae *ahnfeltia tobuchinsky* layer and layer density on its backscattering ability by a method of echo integration. The regression dependence of nautical area scattering coefficient s_A measured by echo sounder from the density of algae is defined. Estimations of spatial distribution and a biomass of *ahnfeltia* in various areas of its habitation in the Great Peter bay by a hydroacoustic method are received.

Keywords: algae, echo sounder, hydroacoustic method, height of layer, density, graduation, biomass of *ahnfeltia*.