

# Комплексные исследования запасов морских водорослей с использованием современных технологий

Канд. биол. наук Т.С. Пельтихина, Е.Н. Гаврилов, В.И. Зубов – ФГУП «ПИНРО»

Проблемы рационального природопользования и охраны морских акваторий прибрежных зон материков и островов всегда были важны и актуальны. Но в последнее время с целью хозяйственного использования и мониторинга все больше внимание уделяется комплексному управлению прибрежными зонами.

Водоросли – важный компонент биоты прибрежья, включающий наибольшее количество промысловых и потенциально промысловых видов, важнейшими из которых являются ламинариевые и фукусовые. Это один из наиболее важных ресурсов прибрежного рыболовства, определяющих нормальное функционирование прибрежных экосистем. В настоящее время для изучения их распределения и запасов большой интерес представляют дистанционные методы. Данное утверждение справедливо как для подвижных гидробионтов, так и для относительно статичных – таких как водоросли. Наличие современной аэрокосмической, научной гидроакустической и подводной видеотехники, а также современных средств обработки материалов дистанционных съемок дает широкие возможности для таких исследований.

Целью исследований, проводившихся в 2005 г., являлось получение новых данных о современном распределении ламинариевых водорослей и состоянии их запаса в губе Дроздовка Баренцева моря. На Мурманском побережье губа Дроздовка – самая перспективная для промыслового освоения. Запасы макрофитов, по исследованиям ПИНРО, в 1985 г. составляли 18 тыс. т. Водорослевое поле губы эксплуатировалось с 1986 по 1995 г. Последняя съемка запасов (1992 г.) показала, что номинальный запас ламинариевых водорослей в губе сократился наполовину. Несомненно, за два десятилетия в распределении и видовом составе бурых водорослей произошли изменения, поэтому остро назрела необходимость повторного проведения съемок.

Исследования особенностей распределения и запасов ламинариевых водорослей, их видового состава и биомассы проводились комплексным методом: традиционным способом, вклю-

чающим в себя водолазную гидробиологическую съемку, и гидроакустическим методом. С целью усовершенствования методики оценки запасов макрофитов были задействованы подводные фото- и видеокамеры, которые позволили более качественно идентифицировать видовой состав и величину проективного покрытия зарослей.

Основным критерием при определении мест закладки водолазных разрезов и их количества являлись степень разнообразия ландшафтов сублиторали и выбор наиболее типического участка с определенным природным комплексом. Координаты водолазных разрезов и станций определялись с помощью GPS-приемника. Всего сделано восемь разрезов, 28 водорослевых станций. Информационный массив данных формировался в программе *Excel*, с последующим переносом данных в программу *ArcView*.

Путем анализа фотоизображений губа Дроздовка была условно поделена на три ключевых участка, с типичными подводными ландшафтами.

**В мористой части губы** густые заросли распределяются равномерно вдоль берегов до глубины 15 м. Ширина пояса у восточного берега – до 100 м, у западного – до 75 м. Проективное покрытие составляет в среднем 80 %. Заросли монодоминантные. Видовое соотношение в фитоценозах: *L. saccharina* – 30 %; *A. esculenta* – 10 и *L. digitata* – 60 %. Практически отсутствуют *Horda filum* и *Desmarestia aculeate*. Биомасса промысловых макрофитов изменяется от 5 до 10 кг/м<sup>2</sup>. На фото 1 представлены заросли *L. digitata*, характерные для мористой части губы.

**В центральной части губы** водорослевое поле распределяется тотально: от берега до берега – и представлено монодоминантными зарослями *L. saccharina*. Среднее проективное покрытие – 80 % (фото 2). Доля видов *A. esculenta* и *L. digitata* составляет, соответственно, 15 и 5 %. Биомасса ламинариевых в этой части губы наибольшая (в среднем – 11 кг/м<sup>2</sup>). На всем протяжении участка в зарослях отмечаются *Horda filum* и *Desmarestia*



Фото 1. Заросли *L. digitata* в мористой части губы Дроздовка



Фото 2. Заросли *L. saccharina* в центральной части губы Дроздовка (видны экземпляры *Chorda filum*)



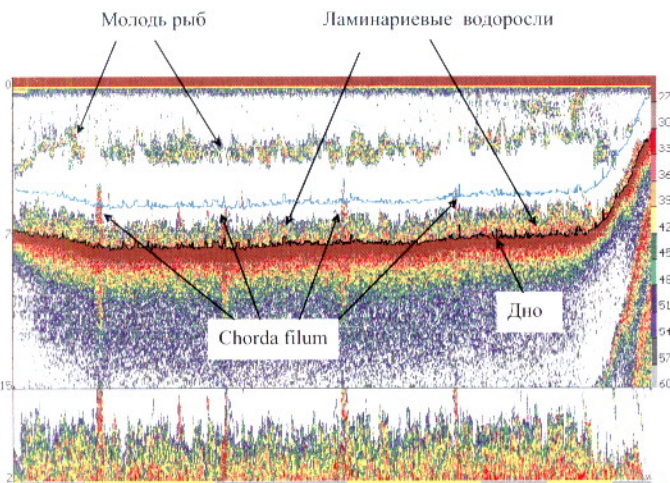


Рис. 1. Эхограмма с записью водорослей в центральной части губы Дроздовка (эхолот EY500: диапазон – 0–15 м, частота – 70 кГц, длительность импульса – 0,2 мс, ширина расширенного масштаба придонного слоя – 2 м, порог регистрации – 60 дБ)

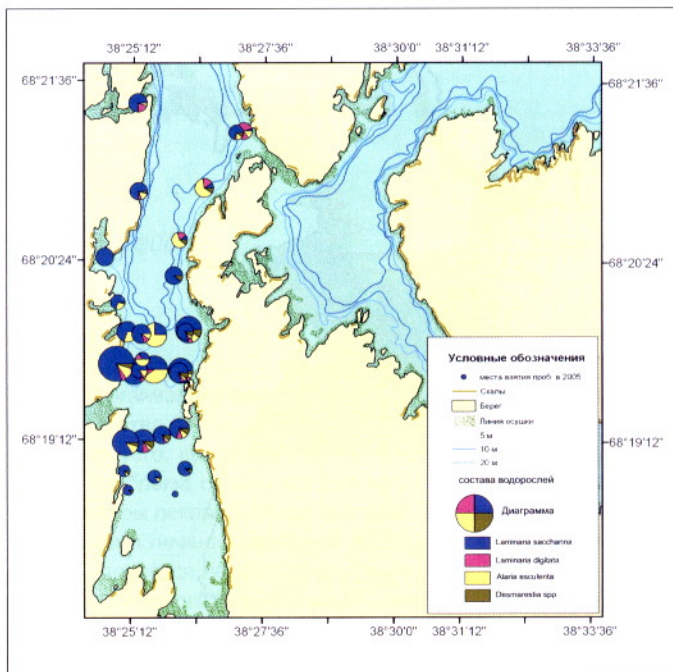


Рис. 2. Распределение видового состава в фитоценозах ламинариевых водорослей в губе Дроздовка

*aculeata*, причем, доля последней в прибрежной полосе составляет 10–15 % от биомассы. С продвижением к кутовой части биомасса и проективное покрытие заметно снижаются и на меридиане 68°19' составляют 5–6 кг/м<sup>2</sup> и 40–60 % соответственно.

В кутовой части бассейна заросли водорослей распределяются неравномерно. Более плотные монодоминантные заросли распространены вдоль берегов и представлены *L. saccharina* (95 % видового состава). Проективное покрытие изменяется от 15 до 65 %; биомасса – от 3,1 до 6 кг/м<sup>2</sup>. *Chorda filum* и *Desmarestia aculeata* отмечаются редко. К югу от меридиана 68°18' водоросли отсутствуют.

В губе Дроздовка фитоценозы типичной для Баренцева моря ассоциации *L. saccharina* + *L. digitata* являются многоярусными. Основные сопутствующие виды представлены *Desmarestia aculeata*, образующей значительных размеров кусты, части которых часто обрываются и запутываются в слоевищах ламинариевых водорослей.

Второй вид – *Chorda filum* (хорда опушенная) – в массовых концентрациях была отмечена летом 1991 г. в инфралиторальных зарослях макрофитов. Ранее этот вид встречался в небольших количествах исключительно в периферийной части водорослевого поля. Повышенные скопления хорды приурочены к свободным от зарослей ламинариевых водорослей заиленным площадкам с грубообломочным материалом. Благодаря хорошим отражательным свойствам, растения четко регистрируются гидроакустическими приборами. На рис. 1 показана эхограмма эхолота EY500 с записями ламинариевых водорослей. В нижней части эхограммы – записи водорослей в расширенном масштабе 2 м. В пелагиали – записи молоди рыб. Растения вида *Chorda filum* регистрируются на эхограмме в виде продолговатых «столбов» темно-красного цвета.

Анализ возрастной структуры популяции ламинариевых в губе Дроздовка показал, что доминирующей возрастной группой у ламинариевых являются растения в возрасте 2+. Максимальный отмеченный возраст для *L. saccharina* – 3 года, *L. digitata* – 9 лет, для *A. esculenta* – 7 лет. Подобная возрастная структура является обычной в неэксплуатируемых популяциях водорослей и косвенно свидетельствует об отсутствии антропогенных факторов в губе и полном восстановлении зарослей после интенсивного промысла в 90-е годы прошлого века. Распределение видового состава в фитоценозах ламинариевых водорослей в губе Дроздовка показано на рис. 2. Большинство исследованных растений *L. Saccharina* и *L. digitata* находятся в стадии интенсивного роста. Только у 40 % растений на пластине отмечались спорозонные пятна разной степени зрелости.

Запас промысловых водорослей традиционным способом – водолазной гидробиологической съемкой – определялся по формуле:

$$Q = Бср \cdot ПП \cdot Суч / 100 \%,$$

где: Q – биомасса участка, т;

Суч – площадь участка, м<sup>2</sup> (определялась в программе ArcView);

Бср – средняя биомасса на 1 м<sup>2</sup>;

ПП – среднее проективное покрытие, %.

Результаты расчета запаса водорослей по данным водолазной гидробиологической съемки представлены в таблице.

Оценка запасов ламинариевых водорослей гидроакустическим методом проводилась с использованием катера, оборудо-

Участок	Площадь, м <sup>2</sup>	Средняя биомасса, кг/м <sup>2</sup>	ПП, %	Запас, т			
				Общий	L.s.	L.d.	A.e.
Мористый	720000	8,5	85	5200	1560	3120	510
Центральный	2000000	11,3	87	19660	15730	980	2950
Кутовой	330000	3,0	45	440	440	--	--
Итого	3050000			25300	17730	4100	3460



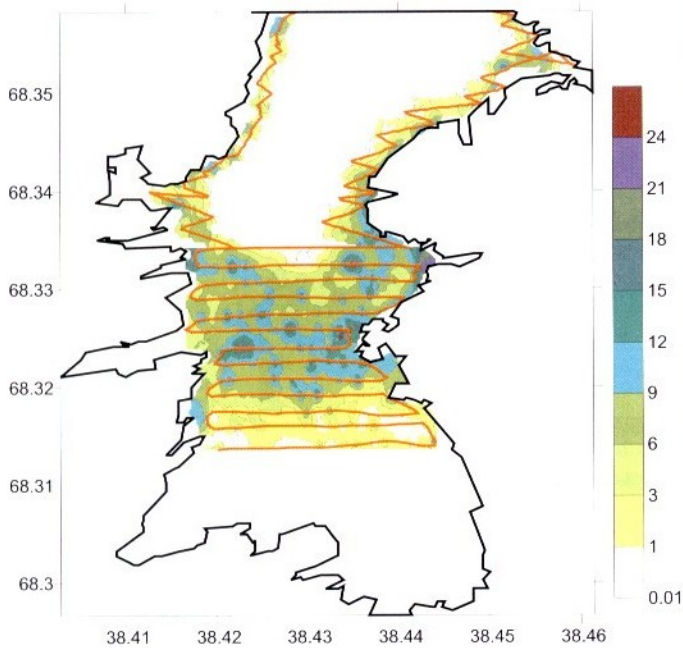


Рис. 3. Маршрут гидроакустической съемки и распределение ламинариевых водорослей в единицах  $s_0$  ( $m^2/га$ ) в губе Дроздовка

ванного малогабаритным научным эхолотом EY500 с рабочей частотой 70 кГц и прибором GPS. Предварительно были выполнены калибровка и градуировка эхолота. Предварительные водоплазные наблюдения показали, что воздушные пузырьки на поверхности водорослей отсутствуют. Учитывая, что основная масса водорослей равномерно распределена по всей площади центральной части губы, наиболее приемлемым для съемки считается системный параллельный маршрут.

Количество галсов и расстояния между ними рассчитывались на основе объективных критериев, связанных с величиной ожидаемой погрешности в оценке биомассы. Такими критериями являлись степень покрытия гидроакустическими пробами района съемки и требуемый коэффициент вариации оценки средней плотности морских водорослей [Ермольчев В.А., Гаврилов Е.Н., Фимина Е.Н. Методические рекомендации по организации и выполнению гидроакустических съемок запасов гидробионтов. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 1993. 132 с.]. Системный параллельный маршрут представляет собой ряд параллельных галсов с одинаковыми расстояниями между ними. В кутовой части губы галсы не прокладывались из-за отсутствия промысловых зарослей.

На мористом участке губы был выбран маршрут зигзагообразной формы, поскольку берега довольно крутые, а заросли водорослей распространены только до глубины 15 м. Протяженность каждого галса определялась наличием растений и заканчивалась в точках их отсутствия. В качестве элементарного интервала усреднения акустических данных (протяженность одной гидроакустической пробы) был выбран отрезок расстояния вдоль маршрута, равный 18,5 м.

Маршрут гидроакустической съемки и распределение морских макрофитов, выраженное в величинах коэффициента обратного поверхностного рассеяния  $s_0$  ( $m^2/га$ ), представлены на рис. 3.

Весь массив гидроакустической и навигационной информации накапливался и сохранялся на жестком диске ноутбука, входящего в комплект эхолота. Формат накапливаемых данных позволял осуществлять их постпроцессорную обработку с помощью специальных программных средств EP500 и FAMAS. Чтобы исключить влияние интенсивных колебаний растений под действием приливно-отливных течений, гидроакустическая съемка проводилась на большой воде. По результатам гидроакустической съемки общий запас ламинариевых водорослей на обследуемой площади в 277,8 га составил 21 тыс. т.

Поскольку точность количественной оценки запасов водорослей в значительной степени зависит от результатов градуировки научных эхолотов, выполнять ее необходимо как на чистых скоплениях, так и на смешанных скоплениях водорослей разной плотности. Осуществление видовой идентификации водорослей гидроакустическим методом не представляет особой трудности пока только для *Chorda filum*, а для остальных видов необходимо проведение исследований с использованием более широкого диапазона частот.

В результате проведенных исследований изучено распределение сублиторальных ламинариевых водорослей в губе Дроздовка Баренцева моря. В фитоценозах выявлены доминантные и субдоминантные виды, создающие облик сублиторали. Видовой состав зарослей отражает нормальную экологическую ситуацию в районе. Анализ возрастной структуры популяции водорослей в губе показал, что доминирующей возрастной группой у ламинариевых является группа 2+. Данное распределение типично для неэксплуатируемых популяций.

Суммарные запасы ламинариевых водорослей в губе Дроздовка, определенные традиционным методом, составляют 25 тыс. т.

*Peltihina T.S., Gavrilov E.N., Zubov V.I.*

**Complex investigations of sea algae stocks with use of modern technologies**

*The authors study the spatial distribution of sublittoral laminarian algae in Drozdovka bay (the Barents Sea). The estimates of algae stock were obtained both by traditional method (diving hydrobiological survey) and by hydroacoustic method with the assistance of the scientific echosounder EY500. The results are presented in this paper.*

*The survey results show that the stock is stable. The structure of species composition reflects a normal ecological situation. Laminaria saccharina at age 2+ constitutes a major part of the plant association. Main accompanying species are Desmarestia aculeate and Chorda filum.*

*Methods of photo- and videoregistration of commercial kelps biocenoses were approved. Such methods permit to improve the quality of information needed for makrophytes biomass estimation.*

*Estimation of the total commercial algae biomass, being accomplished by traditional hydrobiological method on the total area of Drozdovka Bay is about 25 thousand tons, while the estimation obtained by hydroacoustic survey in the area of 277,8 hectares makes up 21 thousand tons.*

