

Парин Н.В., Головань Г.А. Пелагические глубоководные рыбы семейств характерных для открытого океана. // Труды ИО АН СССР. - 1976. - Т.104. - С.237-276.

Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. - М.: Паука, 1982. - 286 с.

Щербачев Ю.Н., Кукуев Е. И., Шлибанов В.И. Состав донных и придонных ихтиоценов подводных гор южной части Северо-Атлантического хребта // Вопросы ихтиологии. - 1985. - Т.25, вып.1. - С.35-50.

Blacker R.W. Rare fishes from the Atlantic slope fishing grounds // Ann. Mag. Nat. Hist. - 1962. - 15,5. - P.261-271.

Enrich S. Die Fischfauna der Großen Meteorbank // "Meteor" Forschungsergebnisse. R.D.N. - 1977. - 25. S.1-23.

C L O F N A M (Check-list of the north-eastern Atlantic and of the Mediterranean // UNESCO, Paris. - 1973. - 682 pp.

F N A M (Fishes of the North-eastern Atlantic and of the Mediterranean // UNESCO, 1984-1986. - Vol. 1-3. - 1475 pp.

Fishes of the North-western Atlantic // Mem. Sears. Found. Mar. Res., Part 1, 1948, 570 pp.; Part 4, 1964, 599 pp.; Part 5, 1966, 647 pp.; Part 6, 1973, 647 pp.

Maul G.E. The fishes taken in bottom trawl by RV "Meteor" during the 1967 seamounts cruises in the Northeast Atlantic // "Meteor" Forschungsergebnisse, R. D. - 1976. - 22. - S.1-69.

Mauchline J., Gordon J.D.M. Diets of the Sharks and Chimaeroid of the Rockall Trough, Northeastern Atlantic Ocean // Mar. Biol. - 1983. - 75. - P.269-278.

Markle D.F., Musick J.A. Benthic slope fishes found at 900m depth along a transect in the Western North Atlantic Ocean. // Mar. Biol. - 1974. - Vol.26. - P.225-233.

Preston F.W. The canonical distribution of commonness and rarity // Ecology. - 1962. - Vol.43, N 2. - P.185-215; N 3. - P.410-432.

**В.В. Федоров (ВНИРО)**

## **НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ДОННЫХ ЭКОСИСТЕМ НА ПОДВОДНЫХ ГОРАХ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ АТЛАНТИКИ**

Для оценки промыслового значения подводных гор необходимо понимание процессов, приводящих к повышению биопродуктивности над горами и в их окрестностях. Традиционно главным механизмом формирования повышенной биопродуктивности в районах поднятий дна океана считается



возникновение локальных топографических вихрей, сопровождающихся подъемом глубинных вод в эвфотическую зону, т.е. схема локального апвеллинга (Uda, Ishino, 1958). Эту гипотезу активно поддерживают океанографы, исследовавшие образование скоплений кабан-рыбы на Императорском хребте (Дарницкий, Болдырев, 1977; Болдырев и др., 1987; Дарницкий, Зигельман, 1986; Boehlert, Genin, 1987). Ключевым звеном данной гипотезы этим авторам представляется факт существования квазистационарных вихрей над горами, которые действительно зафиксированы во время океанографических съемок и с ИСЗ (Roden, 1987). Однако нет достаточного подтверждения "вихревой" гипотезы гидробиологическими исследованиями. Нет достаточных доказательств основного ее положения о возможности прохождения полного цикла развития фито- и зоопланктона в локальных круговоротах над горами, обуславливающего образование промысловых скоплений рыб. Колоссальную концентрацию зоопланктона (12000 мг/м<sup>3</sup>), о которой сообщается в некоторых работах (Болдырев и др., 1987), невозможно объяснить биопродукционными процессами над подводными горами. Одним из опровержений "вихревой" гипотезы является известная нестационарность вихрей над подводными горами, которые время от времени отрываются от гор и уносятся в океан (Зырянов, 1982; Нейман, Крылов, 1979; Roden, 1987). Следовательно, гора "кормит" открытый океан. Тем не менее, существование локальных вихрей, которые держатся над подводными горами неделями и даже месяцами, подтверждается многочисленными экспериментальными данными (Амаров, Корыстин, 1981; Козлов, 1981; Зырянов, 1982; Дарницкий, Ланин, 1985; Зигельман, 1986; Roden, 1987).

Вторая, альтернативная, гипотеза, объясняющая "эффект оазиса" на подводных горах исходит из того, что основным источником питания донных и придонных рыб, а также сообществ бентоса являются организмы звукорассеивающего слоя (ЗРС). Натурные наблюдения, выполненные на материковой окраине в зоне Калифорнийского течения, показали, что такой механизм существует (Issacs, Schwartzloze, 1965). В ходе суточных вертикальных миграций ЗРС в утренние часы накрывает банки, обитатели которых могут регулярно получать "порцию" макропланктона и мезопелагических рыб, оставаясь на месте. Косвенным подтверждением этой гипотезы может служить специфическая структура бентосного сообщества, в котором



резко преобладают плотоядные беспозвоночные (Федоров, Чистиков, 1985; Миронов, 1985). Данную гипотезу поддерживают также некоторые советские исследователи (Кашкин, 1977).

И, наконец, третья гипотеза (Hubbs, 1959) объясняет существование донных сообществ рыб и беспозвоночных на подводных горах приносом макропланктона течением, набегающим на гору. Жилая фауна горы выступает в роли "сита", процеживающего органическое вещество (сестон) набегающего потока. В отличие от первой гипотезы здесь подводная гора выступает в роли не генератора органического корма, а его потребителя. Сторонником такого объяснения феномена повышенной биопродуктивности подводных гор является Н.В. Парин с соавторами (1985).

В сущности вторая и третья гипотезы близки в отношении предполагаемого внешнего источника органического корма для экосистемы подводной горы, но обнаруживают разные подходы в объяснении механизма его поступления. Исследование этих процессов позволяет сделать вывод о том, что вертикальные миграции ЗРС и перенос сестона течением по горизонтали могут происходить одновременно. В светлое время суток, когда ЗРС опущен, течение способно нанести его на гору. Таким образом, ЗРС может быть источником пищи для гидробионтов подводных гор и в ходе собственных активных миграций, и в ходе пассивного переноса его течением.

Изложенные выше представления были использованы при анализе особенностей структуры и численности жилой ихтио- и бентофауны подводных гор юго-восточной части Атлантического океана (данные получены в 11-м рейсе НПС "Ихтиандр"). Основным методом исследований были подводные наблюдения из обитаемого аппарата "Север-2" (рис. 1).

В первую очередь был изучен состав фауны ЗРС. В одном из погружений подводного аппарата (ПА) на горе "706" (поднятие Сьерра-Леоне) установлено, что ЗРС, зафиксированный на ленте эхолота "Симрад" ЕК-400, соответствует зоне повышенной плотности организмов, установленной визуально. По данным наблюдений из ПА, в состав ЗРС входят копеподы, сагитты, сифонофоры, мизиды, пелагические креветки, а из рыб - мавролик, топорик, миктофиды (рис. 2).



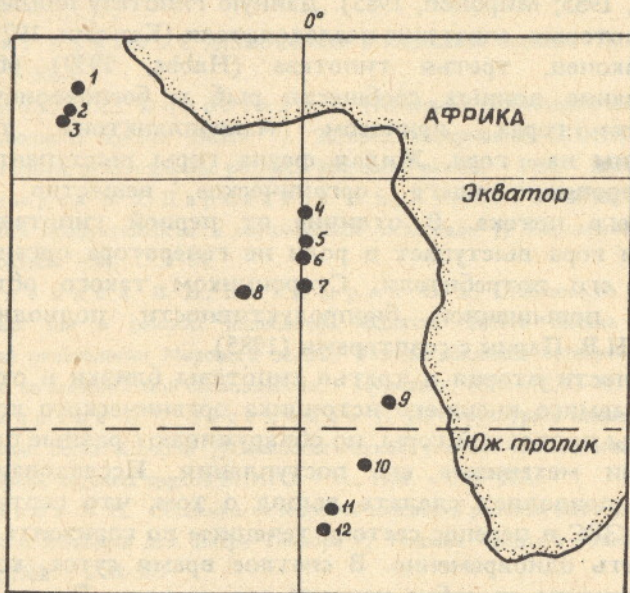


Рис. 1. Подводные горы юго-восточной части Атлантического океана, обследованные из ПА "Север-2" в 1987 г.: 1 - "490" (0-91-А); 2 - "706" (066-А); 3 - "284" (062-А); 4 - "150" (А+031); 5 - "Залесье" (А+063); 6 - "Удачная" (А+076); 7 - ДАМПИР; 8 - "157" (А-114); 9 - Зубова (А+205); 10 - Вальдивия; 11 - Сентябрьская (А+302); 12 - Бета (А+315)

Неоднократно фиксировалось на эхолентах, как ЗРС в ходе суточных вертикальных миграций покрывал вершины не очень глубоких подводных гор (не глубже 600-650 м). На вершине гайотов ЗРС уплотнялся, сжимался по вертикали от 200-250 до 20-50 м. При этом образующие его организмы достигали высокой плотности, что особенно хорошо видно на горах "284" (поднятие Сьерра-Леоне) и "150" (поднятие Вавилова). На последней наблюдалась очень высокая плотность мелкой креветки (3-4 см) в придонном слое (до 40 экз/м<sup>2</sup>). Мощный двойной ЗРС отмечался на подводной горе "Залесье".



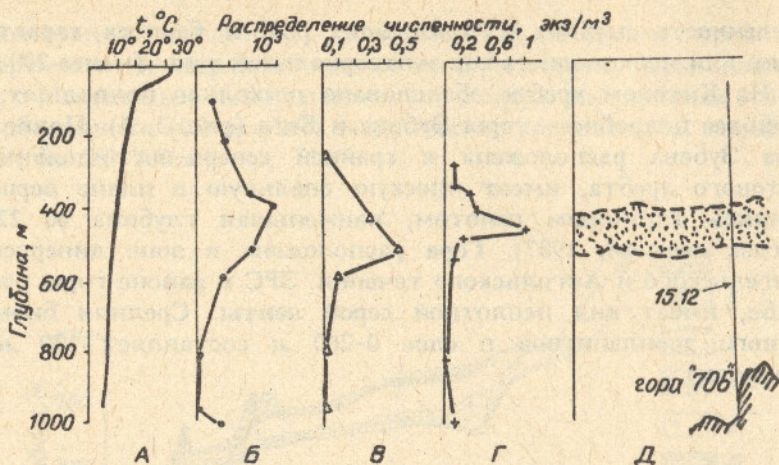


Рис. 2. Состав фауны ЗРС над подводной горой "706" (066-А): А, Б, В, Г - распределение температур воды, копепод, салып и мавролика соответственно; Д - положение ЗРС (15.00-15.15) в момент наблюдений из ПА

Погружение ПА, выполненное на вершине горы "Залесье" в светлое время суток на глубинах 520-760 м, как раз в зоне контакта ЗРС с грунтом, показало невысокую численность донных и бентопелагических рыб. По данным сетного лова, биомасса сестона составила  $180 \text{ мг/м}^3$  (данные В.К. Алдонова). В улове трала по горизонту 450 м были миктофиды, астронектиды, хиазмодон, меломфас, ромбочешуйная рыба, макрурус. Судя по улову и визуальным наблюдениям, биомасса рыб незначительная.

Сходными были состав донной ихтиофауны и численность рыб на подводной горе Удачная. Наибольшую численность на этой горе имели угри (несколько видов) и моровые, но ни один вид не образовывал промысловых скоплений. Бентос на вершине горы не богат.

Таким образом, прямой связи между степенью развития ЗРС и численностью бентоса и донных рыб на подводных горах поднятий Сьерра-Леоне и Вавилова не установлено. Повышенная



численность донных и придонных рыб и бентоса характерна лишь для мелководных гор экваториальной зоны (менее 200 м).

На Китовом хребте обследовано несколько подводных гор, наиболее подробно - горы Зубова и Бета (рис. 3, 4). Подводная гора Зубова расположена в крайней северо-восточной части Китового хребта, имеет плоскую овальную в плане вершину, являясь типичным гайотом, наименьшая глубина ее 220 м (Атлас океанов, 1987). Гора расположена в зоне дивергенции Бенгельского и Ангольского течений. ЗРС в районе горы развит слабо, имеет вид неплотной серой ленты. Средняя биомасса сетного зоопланктона в слое 0-200 м составляет  $120 \text{ мг/м}^3$  (февраль).

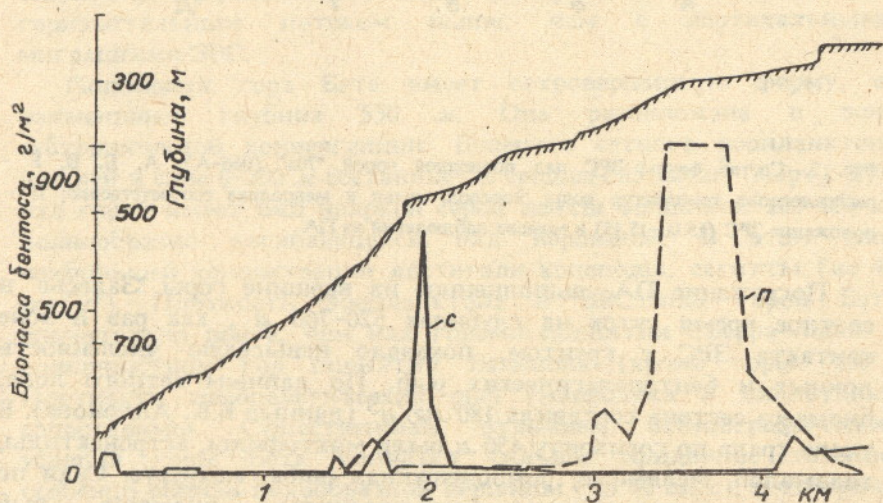


Рис. 3. Распределение трофических группировок бентоса на склоне подводной горы Зубова (А+205), по наблюдениям из ПА "Север-2" (составлено совместно с А.К. Карамышевым): С - неподвижные сестонофаги; П - плотоядные

Подводные наблюдения показали невысокую концентрацию макропланктона и мезопелагических рыб в ЗРС. Днем (15.15-16.08) в толще воды отмечены копеподы, зуфаузииды, сагитты, радиолярии, амфиподы, гребневики, гидромедузы, сифонофоры, пелагические креветки, оболочники, образующие максимум



концентрации на глубинах 150-400 м, т.е. на уровне вершинной поверхности и верхней части склонов горы. Сравнительно многочисленными были сагитты (до 2 экз./м<sup>3</sup> на глубинах 300-370 м), оболочники (0,2 экз./м<sup>3</sup>), пелагические креветки (0,2 экз./м<sup>3</sup> на глубинах 550-700 м).

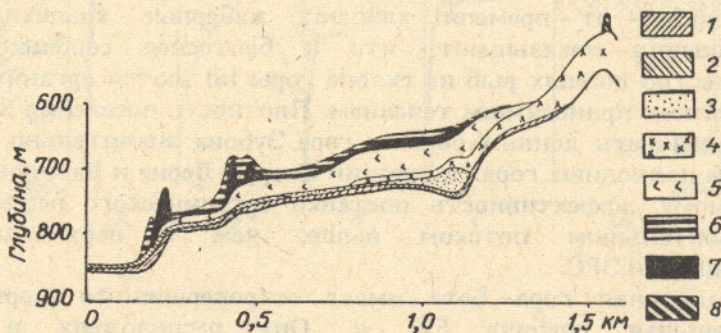


Рис. 4. Относительное количество рыб на маршруте ПА "Север-2" на склоне подводной горы Бета (А+315): 1 - макрурус; 2 - хаунакс; 3 - скорпена; 4 - беспузырный окунь; 5 - морской бекас; 6 - рувета; 7 - низкотелый берикс; 8 - кабан-рыба

Трофическая структура бентоса характеризуется преобладанием представителей двух группировок: плотоядных и неподвижных сестонофагов, образующих концентрические зоны, чередующиеся по глубине. Неподвижные сестонофаги заселяют многочисленные выходы известняков на склонах горы. Наиболее плотные их поселения отмечены на высоких вертикальных уступах в диапазоне глубин, где эта группировка представлена крупными горгонариями, гидроидами, гидрокораллами. Средняя плотность покрытия дна обрастаниями около 20%, биомасса местами достигает 1кг/м<sup>2</sup>. Вершина горы занята сообществом мелких гидроидов (плотность 500-1000 экз./м<sup>2</sup>).

Плотоядные образуют два сообщества. Одно из них почти полностью состоит из актиний и занимает пологую террасу на северном склоне горы. Плотность их поселения от 1 до 40 экз./м<sup>2</sup>, максимум приходится на глубины 280-330 м. Второе сообщество плотоядных представлено правильными морскими ежами,



занимающими узкий диапазон глубин (500-650 м) на склоне горы. Плотность их меняется от 0,05 до 6 экз/м<sup>2</sup>.

Среди жилых рыб преобладают макрурусы, моровые, угри, беспузырный окунь. Последний особенно многочислен в сообществе актиний. В этой зоне наблюдалось сильное течение (до 40 см/с), несущее взвесь. Окунь *Helicolenus* sp. сидит на грунте, опираясь на грудные плавники, приоткрыв рот; заметно, как время от времени хлопают жаберные крышки. Эти наблюдения показывают, что и бентосное сообщество и сообщество донных рыб на склоне горы питаются органическим веществом, приносимым течением. Плотность поселения бентоса и численность донных рыб на горе Зубова значительно выше, чем на подводных горах поднятий Сьерра-Леоне и Вавилова. По-видимому, эффективность поставки органического вещества с горизонтальным потоком выше, чем с вертикальными миграциями ЗРС.

Подводная гора Бета имеет островершинную форму, ее наименьшая глубина 550 м. Она расположена в зоне субтропической конвергенции. Биомасса сетного зоопланктона над ней в слое 0-200 м составляет в среднем 65 мг/м<sup>3</sup> (март). ЗРС над горой имеет вид неяркой серой ленты толщиной 100-150 м, волнообразно изгибающейся над вершиной. В этом слое наибольшей концентрации достигали копеподы, сагитты (до 40 экз/м<sup>3</sup>). Плотность зоопланктона в ЗРС над горой Бета значительно выше, чем над горами поднятия Сьерра-Леоне и большинством гор поднятия Вавилова (кроме горы "150"). Плотности мезопелагических рыб (мавролика и циклотоны) сопоставимы. Существенным отличием океанографических условий горы Бета является сильное придонное течение, особенно вблизи пикообразной вершины (до 60 см/с), в то время как на большинстве обследованных гор поднятий Вавилова и Сьерра-Леоне скорости течений значительно меньше (в среднем 10-15 см/с).

Трофическая структура бентоса на горе Бета почти такая же, как и на горе Зубова. Для нее свойственно чередование по глубине зон неподвижных сестонофагов и плотоядных. Плотоядные занимают главным образом привершинную часть горы, сестонофаги преобладают на склонах, глубже 700 м. Такое распределение нетрудно объяснить: плотоядные перехватывают живой микропланктон с нижней границы ЗРС, переносимого



сильным течением. На долю сестонофагов приходится лишь оседающая взвесь.

Распределение донных и придонных рыб также подтверждает эту схему. Чем выше по склону, тем больше численность рыб, пассивно ожидающих пищу (беспузырный окунь и скорпена), причем самую вершину горы занимают наиболее крупные (до 40 см) особи беспузырного окуня, вытесняющие, очевидно, конкурентов за пищу из ЗРС вниз.

### Закключение

Полученные данные свидетельствуют о сложном механизме формирования трофической структуры донных экосистем подводных гор. Вряд ли можно утверждать, что какая-либо одна гипотеза из трех, рассмотренных выше, способна объяснить все особенности структуры и функционирования донных экосистем на вершинах подводных гор. Скорее их комбинация больше подходит, хотя в конкретных случаях может превалировать какой-либо один фактор.

Вероятно, в условиях открытых вод юго-восточной части Атлантического океана вертикальные миграции ЗРС не приводят к значительному повышению биопродуктивности донных экосистем подводных гор. Несмотря на мощное развитие ЗРС, донные экосистемы сравнительно глубоких гор, вершин которых достигает ЗРС, бедны в отношении бентоса и рыб.

При наличии набегающего на гору течения со скоростью, достигающей 40-60 см/с, даже при слабых ЗРС формируются более продуктивные экосистемы, причем зона наибольшей численности бентоса и донных рыб совпадает по глубине с положением переносимого течением дневного слоя ЗРС. Это может быть и вершина горы, и ее склон.

Можно предположить, что в случае формирования над горой локальных круговоротов, служащих ловушками для зоопланктона, переносимого течением, условия питания донной фауны на вершине горы будут еще лучше. Такой механизм "пульсирующей" подачи зоопланктона Антарктическим циркумполярным течением выявлен на банках Обь и Лена (Ланин, 1985). В юго-восточной части Атлантического океана он, возможно, реализуется в северной половине Китового хребта - наиболее продуктивном районе талассобатиали из всех рассмотренных нами.



## Список использованной литературы

- А т л а с о к е а н о в. Атлантический и Индийский океаны. - Л.: ГУИИО МО СССР, 1977. - 306 с.
- Амаров Г. Л., Коростин Н. Н. Некоторые особенности динамики вод в районе подводного хребта Наска // Экспресс-информация ЦНИИТЭИРХ. Сер. Рыбохозяйственное использование ресурсов Мирового океана. - 1981. - Вып.3. - С.14-18.
- Болдырев В. З., Дарницкий В. Б., Куликов М. Ю. Формирование биологической продуктивности в океанической пелагиали // Биологические ресурсы открытого океана. - М., С.31-64.
- Дарницкий В. Б., Болдырев В. З., Особенности формирования продуктивных зон в районах подводных поднятий Тихого океана // Вопросы промысловой океанологии Мирового океана: Тезисы докладов четвертой Всесоюзной конференции по промысловой океанологии. - Мурманск, 1977. - С.73-75.
- Дарницкий В. Б., Зигельман Н. И. Структура и эволюция вихревого поля в районе горы Колахан //Океанологические условия мезопелагиали Мирового океана: Сборник научных трудов ВНИРО. - М., 1986. - С.85-107.
- Зырянов В. Н. Особенности морских течений в районах подводных хребтов и изолированных поднятий дна. Вихри Тейлора // Условия среды и биопродуктивность моря. - М., 1982. - С.98-109
- Кашкин Н. И. Фауна звукорассеивающих слоев // Биологическая структура океана. Океанология. Биология океана. Т.1 - М., 1977. - С.299-318.
- Козлов В. Ф. О меандрировании нестационарных потоков, пересекающих подводные хребты или желоба // Труды Дальневосточного регионального НИИ. - 1981. - N 83. - С.44-57.
- Ланин В. И. Океанографические предпосылки формирования повышенной рыбопродуктивности антарктических банок // Биологические основы промыслового освоения открытых районов океана. - М., 1985. - С.210-221.
- Мионов А. Н. Морские ежи как возможные индикаторы скоплений бентопелагических рыб над вершинами подводных океанических поднятий // Там же, с.231-236.
- Нейман А. А., Крылов В. В. Некоторые черты формирования продуктивности над поднятиями дна океана // 14-й Тихоокеанский научный конгресс. Секция F-II, симпозиум F-II: подсекц. F-II; Тезисы докладов. Хабаровск, 1979. - М., 1979. - 114 с.
- Парин Н. В., Нейман В. Г., Рудяков Ю. А. К вопросу о биологической продуктивности вод в районах подводных поднятий открытого океана // Биологические основы промыслового освоения открытых районов океана. - М., 1985. - С.192-203.
- Федоров В. В., Чистиков С. Д. Ландшафты подводных гор как индикаторы биологической продуктивности окружающих вод // Там же, с.221-230.



Boehlert G. W., Genin A. A review of the effects of seamounts on biological processes // Seamounts, Islands, and Atolls / Eds. Barbara H. Keating et al. - Geophysical Monograph: 43. - Washington, D.C.: Amer. Geophys. Union, 1987. - P.319-334.

Hubbs C. L. Initial discoveries of fish faunas in seamounts and of share banks in the Eastern Pacific // Pacif. Sci. - 1959. Vol.13, N 4. - P.311-316.

Issacs J. D., Schwartzloze R. A. Migrant sound scatteres: Interaction with the sea floor // Science. 1965. - Vol.150, N 3705. - P.1810-1814.

Roden G. I. Effect of seamounts and seamount chains on ocean circulation and thermohaline structure // Seamounts, Islands and Atolls / Eds. Barbara H. Keating et al. - Geophysical Monograph: 43. - Washington, D.C.: Amer. Geophys. Union, 1987. - P.335-354.

Uda M., Ishino H. Enrichment pattern resulting from eddy systems in relation to fishing grounds // J. Tokyo Univ. Fish. 1958. Vol.44, N 1/2. - P.105-129.

## А.И. Павлов (ПИНРО)

### НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ПОВЕДЕНИЯ ОКУНЯ-КЛЮВАЧА (*Sebastes mentella* Travin) НА ХРЕБТЕ РЕЙКЪЯНЕС ПО НАБЛЮДЕНИЯМ ИЗ ПОДВОДНОГО АППАРАТА "СЕВЕР-2"

Изучение поведения и распределения морских рыб в традиционных и в новых районах промысла является важной задачей подводных рыбохозяйственных исследований (Киселев, 1960; Аронов и др., 1969; Ажажа, 1970; Выскребенцев, Аронов, 1982; Заферман, 1982, 1983; Дмитриев, 1984). Наибольшую информацию о составе и распределении nekтона, донной фауны дают непосредственные наблюдения из обитаемого подводного аппарата (ПА) (Подражанский и др., 1982; Головань, 1982), являющегося уникальной лабораторией, позволяющей получать наиболее репрезентативные данные, причем эффективность работы не снижается с глубиной (Заферман, 1982).

В Северной Атлантике применение ПА эффективно при исследовании ихтиофауны талассобатиали в малоизученных зонах океанических поднятий, горных цепей, в частности, - хребта Рейкьянес (в восточном секторе моря Ирмингера). Это связано прежде всего со сложным микрорельефом подводных гор, значительно затрудняющим изучение региона традиционными методами с надводных судов.