

С. Ю. Гагаев

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДОННЫХ БИОЦЕНОЗОВ ЧАУНСКОЙ ГУБЫ ВОСТОЧНО-СИБИРСКОГО МОРЯ

В настоящее время сведения об экосистемах Чаунской губы Восточно-Сибирского моря крайне незначительны [3]. Известно лишь несколько работ по систематике некоторых водорослей, населяющих эту бухту [8, 9]. Поэтому результаты сравнения донных биоценозов разных участков Чаунской губы могут представлять определенный интерес.

Материал и методика исследований. Материал собран экспедицией лаборатории морских исследований ЗИН АН СССР и Певекского управления Гидрометслужбы в августе — сентябре 1986 г. с девяти перпендикулярных к берегу гидробиологических разрезов от 0 до 12—14 м водолазным количественным методом [6], а глубже — с помощью дночерпателья ДЧ-0,025 и малого траула «Сигсби». Организмы разбирали, промеряли и взвешивали с точностью до 0,01 г (сырой массы) по видам. Для определения соотношения между линейными размерами (L) и массой (W) особей использовали соотношение

$$W = aL^b \quad (1)$$

где a — удельный вес организмов; b — степень аллометрии роста [1].

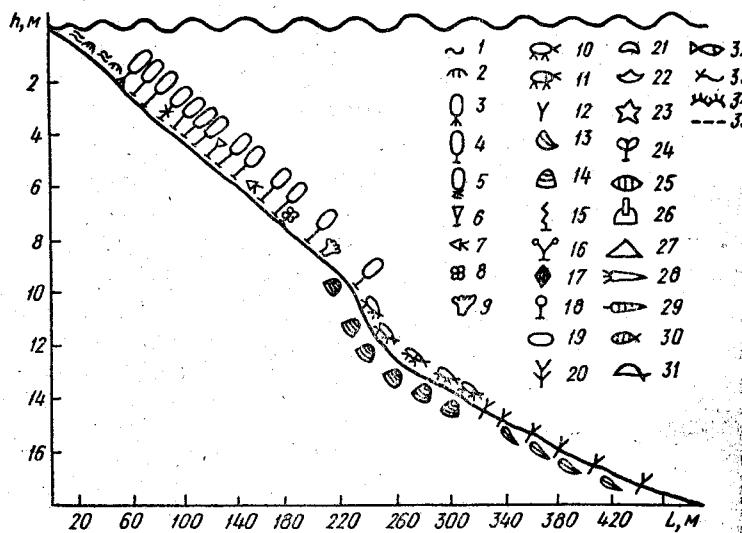
Траты популяций на обмен рассчитывали на основе большого литературного материала о потреблении кислорода представителями различных систематических групп животных по соотношению

$$R = a\bar{W}^b \cdot \bar{N} \quad (2)$$

где \bar{W} — средняя масса особи; \bar{N} — плотность поселения; a и b — коэффициенты [7]. Данные о тратах на обмен пересчитывали на год,

учитывая, что коэффициент Q_{10} во всем диапазоне температур был принят равным 2,3. Траты на обмен популяций растений принимали за 25 % общей продукции (P), что в среднем соответствует данным о метаболизме водорослей в эксперименте в относительно сходных условиях [10 — 12].

В тех случаях, когда имелись надежные сведения о характере индивидуального роста, продукцию каждой генерации рассчитывали как



1. Распределение биоценозов в северо-восточной части Чаунской губы (у м. Шелагского). Здесь и на рис. 2—4: 1 — сезонные водоросли с преобладанием *Acrosiphonia*; 2 — *Gammarus setosus*; 3 — *Laminaria gurjanovae*; 4 — *Laminaria solidungula*; 5 — *Alaria esculenta*; 6 — *Phakellia cribrosa*; 7 — *Neptunea ventricosa*; 8 — *Gersemia fruticosa*; 9 — *Actinostola callosa*; 10 — *Saduria entomop*; 11 — *Saduria sabini*; 12 — *Polydora quadrilobata*; 13 — *Yoldia amygdalea*; 14 — *Nicania montagui*; 15 — *Chordaria flageliformis*; 16 — *Fucus distichus*; 17 — *Mytilus edulis* (?); 18 — *Rizomolgula globularis*; 19 — *Cirtodaria curriana*; 20 — *Sphacelaria arctica*; 21 — *Tridonta borealis*; 22 — *Psolus phantapus*; 23 — *Henricia beringiana*; 24 — *Rhodophyta* gen. sp.; 25 — *Amicula vestita*; 26 — *Arenicola glacialis*; 27 — *Macoma calcarea*; 28 — *Pectinaria granulata*; 29 — *Scoloplos armiger*; 30 — *Pontoporella affinis*; 31 — *Gammarus wilkitzkii*; 32 — *Boreogadus saida*; 33 — *Microspio theeli*; 34 — *Eteone longa*; 35 — *Apherusa glacialis*. По оси абсцисс — удаление от берега (L), м; по оси ординат — глубина (h), м.

результат продуционного процесса за год к моменту наблюдения (4, 5) по уравнению

$$P = \sum_{\tau=0}^n \bar{N} (W_{\tau+1} - W_\tau) \text{ за год}, \quad (3)$$

где \bar{N} — средняя плотность поселений соседних генераций; $(W_{\tau+1} - W_\tau)$ — весовой прирост особей за год. В других случаях продукцию определяли по P/B -коэффициентам из близлежащих, биотопически сходных акваторий или по известному уравнению связи метаболизма с продукцией:

$$R = (2,879 \pm 0,046) P \text{ ккал/м}^2 \text{ за год}. \quad (4)$$

Продукцию биоценоза вычисляли как сумму продукции всех трофических уровней, за вычетом ассимилированной энергии фитофагов, хищников и некрофагов [7].

Количество накопленной в биоценозе информации оценивали по индексу видового разнообразия Шеннона [2, 7].

Степень сходства различных биоценозов определяли по формуле Жаккара [2, 7], при существенном неравенстве числа видов в выбор-

ках — по формуле Симпсона:

$$J_s = \frac{C \cdot 100}{D_{\min}}, \quad (5)$$

где C — число общих видов в биоценозах; D_{\min} — число видов в меньшей выборке [7].

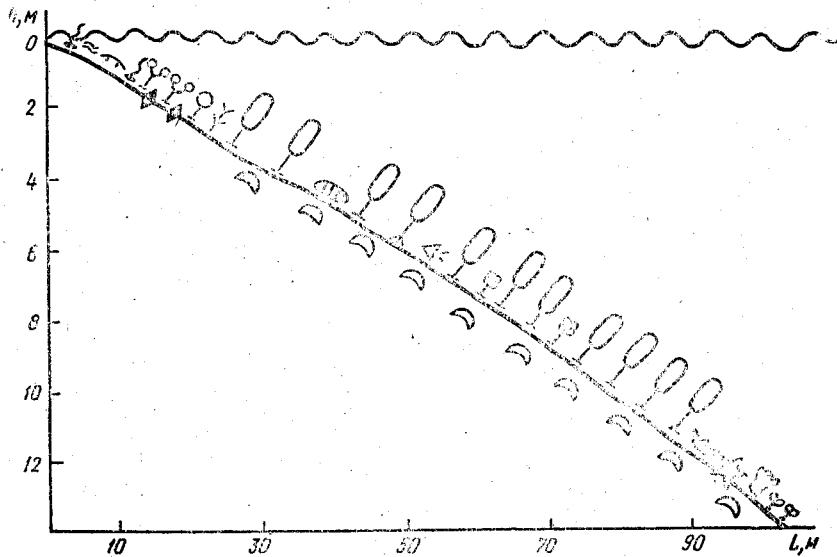
В статье рассмотрены биоценозы, обнаруженные на четырех разрезах в различных открытых участках сублиторали Чаунской губы, вероятно, наименее подвергавшихся антропогенным воздействиям.

Результаты исследований

Сравнивали следующие биоценозы, выделенные на основе доминирования руководящих видов по биомассе.

На разрезе у м. Шелагского обнаружены три биоценоза, включающие 150 видов (рис. 1): D_1 — *Laminaria solidungula* (2—12 м, камни, галька, илистый песок); D_2 — *Actinostola callosa* (12—14 м, песчанистый ил, отдельная галька); D_3 — *Polydora quadrilobata* + *Yoldia amygdalea* (15—24 м, ил).

На разрезе между устьем р. Апапельгино и морским портом у обрывистого берега также представлены три биоценоза, состоящие из



2. Распределение биоценозов в юго-восточной части Чаунской губы (у Обрыва).

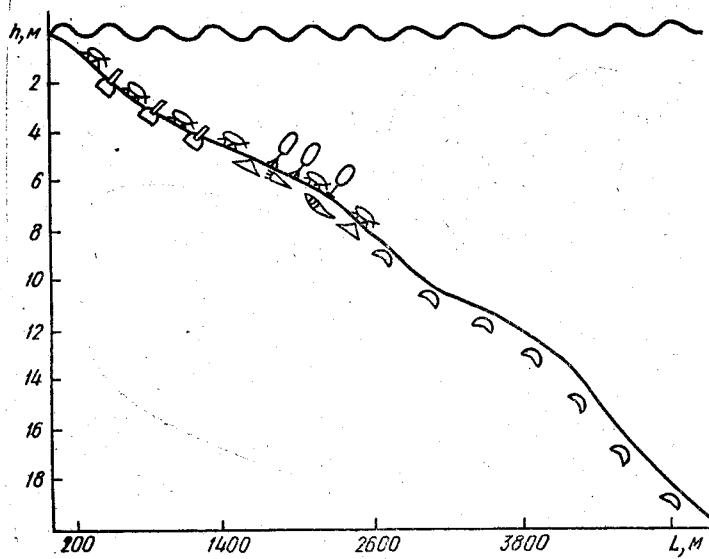
162 видов (рис. 2): D_4 — *Chordaria flageliformis* + *Sphacelaria arctica* (1—2,5 м, камни); D_5 — *Laminaria solidungula* (3—11 м, гравий, галька, илистый песок, отдельные камни); D_6 — *Psolus phantapus* (12—18 м, галька, отдельные камни, гравий, илистый песок).

В куту обнаружены три биоценоза, содержащие 85 видов (рис. 3): D_7 — *Arenicola glacialis* + *Saduria entomon* (1,5—4,0 м, волнистый песок); D_8 — *Saduria entomon* + *Macoma calcarea* + *Scoloplos armiger* + *Pectinaria granulata* (5—8 м, илистый песок); D_9 — *Tridonta borealis* (11—18 м, илистый песок, ил).

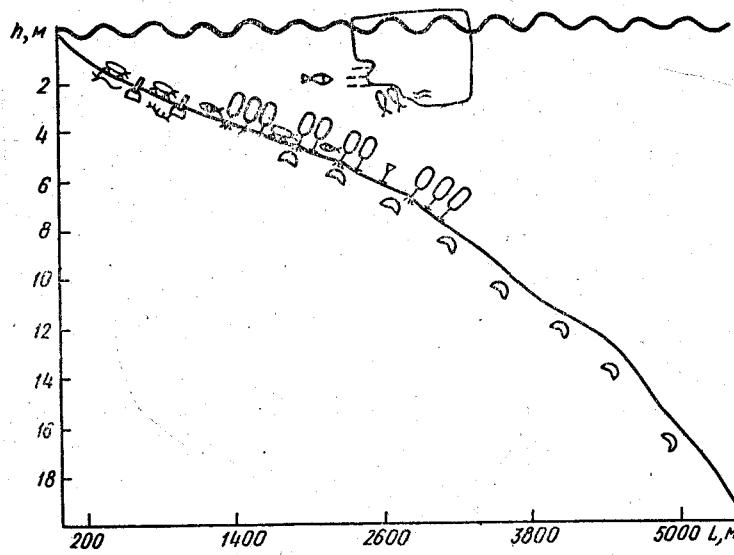
В северо-западной части у о-ва Айон отмечены четыре биоценоза, включающие 97 видов (рис. 4): D_{10} — *Saduria entomon* + *Microsiphon theeli* + *Eteone longa* (3—5 м, волнистый, плотный мелкозернистый песок); D_{11} — *Laminaria gurjanovae* (5—10 м, илистый песок); D_{12} —

Tridonta borealis (10—15 м, глинисто-илистый песок, переходящий в глинистый ил); криобиоценоз *D₁₃* — *Gammarus wilkitzkii* + *Apherusa glacialis* + *Boreogadus saida* (над глубиной 7—8 м, на нижней поверхности четырехметрового льда).

Видовое сходство рассматриваемых биоценозов довольно низко (таблица). Это наиболее заметно при сравнении двух групп биоценозов —



3. Распределение биоценозов в южной части Чаунской губы (кут).

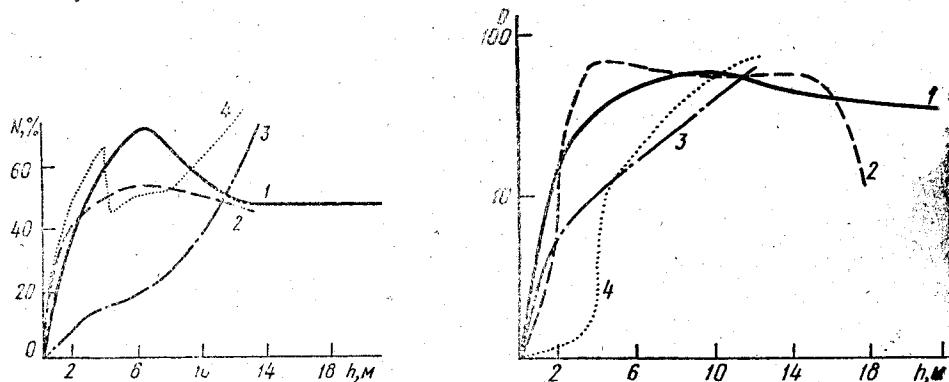


4. Распределение биоценозов в северо-западной части Чаунской губы (у о-ва Айон).

зов — восточной и кутовой части и западной части Чаунской губы. Здесь даже на практически одинаковой глубине сходство не превышает 22 %. Население западной и кутовой части имеет между собой большее сходство, чем с таковым восточного побережья. Анализ состава биоценозов различной глубины свидетельствует о большой специфич-

ности каждого из них (рис. 5). Наибольшее количество специфичных видов для биоценозов восточного побережья характерно на глубине от 3 до 10 м, а в западной части губы наибольшая специфичность наблюдается на глубине более 11—12 м. Высокой специфичностью видового состава отличается и криобиоценоз.

Вертикальное распределение качественных и количественных характеристик биоценозов в восточной и западной частях Чаунской губы неодинаково. У восточного побережья губы число видов резко возрастает в верхнем горизонте сублиторали и достигает максимума в диапазоне 3—10 м, а далее, с увеличением глубины, снижается (рис. 6).



5. Зависимость числа специфичных видов в биоценозах от глубины: Здесь и на рис. 6, 7 и 9: 1 — в северо-восточной части Чаунской губы; 2 — в юго-восточной части; 3 — в южной части; 4 — в северо-западной части. По оси абсцисс — глубина, м; по оси ординат — доля специфичных видов в биоценозе, %.

6. Зависимость числа видов в биоценозах от глубины. По оси абсцисс — глубина, м; по оси ординат — число видов (D), в логарифмическом масштабе.

Несколько иная картина наблюдается в куту и у западного побережья. Здесь число видов возрастает более плавно, достигая максимума на предельных глубинах. Сходным образом меняется и информативность

Степень видового сходства некоторых биоценозов Чаунской губы

о	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	D_7	D_8	D_9	D_{10}	D_{11}	D_{12}	D_{13}
D_1	60	38	15	61	48	38	28	33	21	36	25	21	0
D_2	21	50	30	30	38	34	28	50	40	27	21	36	0
D_3	6	14	33	0	21	14	14	22	24	18	28	39	0
D_4	12	7	10	13	53	23	14	15	46	9	15	7	0
D_5	26	17	8	8	82	52	14	27	30	27	39	22	0
D_6	22	17	11	4	31	67	0	44	23	18	25	26	0
D_7	3	4	3	5	1	0	7	71	28	71	0	28	0
D_8	8	15	9	7	5	10	25	18	61	45	16	72	0
D_9	12	22	9	9	15	12	3	16	60	45	35	46	0
D_{10}	6	5	5	4	3	3	38	20	8	11	17	45	0
D_{11}	9	8	15	5	11	8	0	7	13	8	28	42	66
D_{12}	11	18	15	11	11	15	3	18	28	7	14	68	0
D_{13}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	3

Примечание. Подчеркнуто число видов в биоценозе. В нижней половине таблицы дано сходство по Жаккарду, в верхней — по Симпсону.

рассматриваемых сообществ (рис. 7). Видовое разнообразие в восточных участках максимально в диапазоне 4—10 м, постепенно снижаясь с глубиной. В куту и на северо-западе информативность достигает наивысших значений на глубине более 11 м. В среднем видовое разнообразие сообществ восточного побережья выше ($3,6 \pm 0,5$ бит), чем в куту и на северо-западе губы ($2,7 \pm 0,4$ бит).

Небезынтересно сравнить изменения биогеографического состава населения биоценозов различных участков с глубиной и рассмотреть, каким образом связана продукция сообществ с этими характеристиками.

Графические группы объединяли следующим образом:

- 1) фоновые — широко распространенные boreально-арктические, высоко boreально-арктические, всесветные и т. п.;

7. Зависимость информационного индекса видового разнообразия от глубины. По оси абсцисс — глубина, м; по оси ординат — индекс видового разнообразия (H), биты.

2) атлантические по происхождению — широко распространенные boreально-арктические, высокобореально-арктические и т. п.;

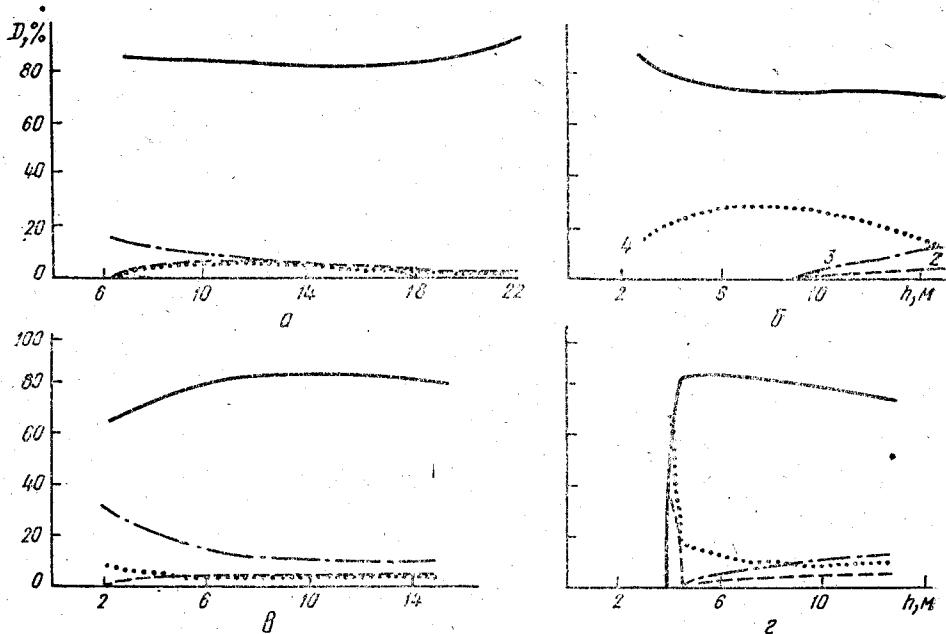
3) тихоокеанские по происхождению — широко распространенные boreально-арктические, высокобореально-арктические и т. п.;

4) арктические по происхождению — центрально-арктические, эстуарно-арктические и др.

Изменение биогеографического состава донного населения по вертикали в разных участках Чаунской губы имеет свои особенности (рис. 8). У м. Шелагского больше всего широко распространенных boreально-арктических видов на протяжении от мелководья до предельных обследованных глубин. Эта закономерность сохраняется для биоценозов всех рассматриваемых участков. Максимального преобладания эта группа достигает в интервале глубин 19—24 м. На мелководье у восточного побережья вслед за фоновой группой количественно выделяются виды тихоокеанского происхождения. Их количество снижается по мере увеличения глубины, что свидетельствует о наличии приблизительно до 12 м модификации поверхностного слоя тихоокеанской высокобореальной водной массы. Нижний предел солености здесь составляет 16—24 %, а температура летом не ниже 3,6—3,8 °C. На всем интервале глубин количество арктических и атлантических по происхождению видов невелико — как у м. Шелагского, так и в расположенной более юго-восточнее части Чаунской губы.

В куту вслед за фоновыми видами на глубине 2—14 м преобладают арктические виды. Их больше всего в интервале 5—8 м, далее их число снижается и на больших глубинах становится одинаковым с числом видов атлантического происхождения, которые на мелководье приблизительно до 8 м не встречаются вовсе. Наличие арктических видов, солености менее 14—16 % и прогрева в летнее время поверхностного слоя до 7—8 °C позволяет выделить здесь эстуарно-арктический комплекс [2].

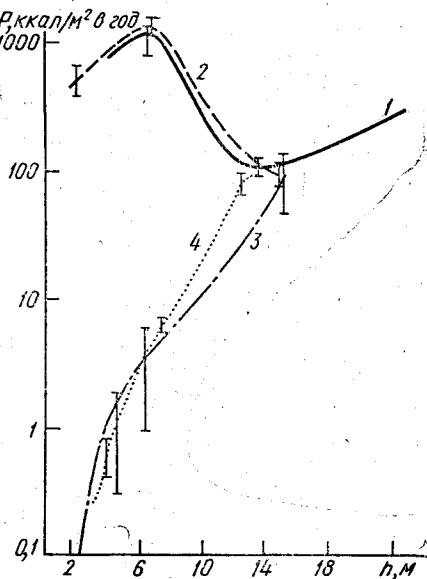
У о-ва Айон в криобиоценозе доминируют арктические виды. На глубине от 3 до 5 м они составляют 18 % общего количества видов, а глубже их число постепенно убывает, оставаясь на том же уровне, что и на максимальных глубинах в кутовой части. Такой биогеографичес-



8. Соотношение количества видов основных биогеографических групп в биоценозах у м. Шелагского (а), у Обрия (б), в куту (б) и у о-ва Айон (г): 1 — фоновые; 2 — атлантического происхождения; 3 — тихоокеанского; 4 — арктического. По оси абсцисс — глубина, м; по оси ординат — относительное число видов разной биогеографической принадлежности, %.

кий состав также является индикатором верхнего слоя поверхности арктической водной массы. На преобладание этой водной массы указывают также относительно высокие значения солености в открытых участках у северо-западного побережья (не меньше 23 % летом) и более низкая температура.

Изменения продукции биоценозов по вертикали резко отличны на мелководьях у восточного побережья и в участках кутовой и северо-западной части Чунской губы (рис. 9). В хорошо прогреваемых летом, относительно богатых органическим веществом водах у восточных берегов в составе биоценозов содержится в среднем большее количество видов boreального происхождения, создающих относительно более высокую продукцию в этих благоприятных для них условиях. Типично арктические формы, преобладающие в куту и на мелководьях западного побережья, напротив, при таких условиях угнетаются, что отражается на величине их продукции. На глубине приблизительно от 10 до 16 м, где в среднем видов того и другого происхождения поровну, продукция, независимо от места нахождения сравниваемых сообществ, приблизительно одинакова. Способность к продуцирова-



9. Зависимость продукции биоценозов от глубины. По оси абсцисс — глубина, м; по оси ординат — продукция (P), ккал/ m^2 в год, в логарифмическом масштабе.

нию у этих биоценозов ниже, чем у расположенных на мелководье у восточного побережья, и выше, чем на минимальных глубинах на северо-западе и в куту Чаунской губы.

Заключение

Все биоценозы включают большое количество специфичных видов. Информативность систем выше в водах у восточного побережья и ниже — в южной и северо-западной частях залива. Изменение биогеографического состава донного населения с глубиной в различных участках залива имеет свои особенности. Везде преобладают широко распространенные бореально-арктические виды. Вслед за ними на мелководье у восточного побережья доминируют виды тихоокеанского происхождения, а в куту и у западного берега — арктического. От этого зависят высокие продукционные характеристики биоценозов хорошо прогреваемых летом, относительно богатых органическим веществом вод восточных участков; более низкая продукция характерна для кутовой и северо-западной части Чаунской губы.

*

Зміни біогеографічного складу донного населення залежно від глибини в різних ділянках Чаунської губи мають свої особливості. Скрізь переважають значно поширені бореально-арктичні види. Услід за ними на мілководді біля східного узбережжя домінують види тихоокеанського походження, а у куту і коло західного берега — арктичного. Від цього залежать високі продукційні характеристики біоценозів східних ділянок, що добре прогриваються влітку і порівняно багаті на органічну речовину; нижча продукція характерна для кутової та північно-західної частин Чаунської губи.

*

Some biocenoses of the Chauna Bay of the East Siberian Sea are investigated. The high specificity and variety, low resemblance are typical of their species composition. The shallow water regions near the eastern coast were inhabited with the large number of relative thermophytic species. The biocenoses of these places are distinguished by higher production than those in the southern and western parts of the Chauna Bay where the number of species of arctic origin is higher.

*

1. Алимов А. Ф., Голиков А. Н. Некоторые закономерности соотношения между размером и весом у моллюсков // Зоол. журн.— 1974.— 53, № 4.— С. 517—530.
2. Бабков А. И., Голиков А. Н. Гидробиокомплексы Белого моря.— Л.: ЗИН АН СССР, 1984.— 104 с.
3. Гагаев С. Ю. К вопросу о гидробиологическом режиме Чаунской губы Восточно-Сибирского моря // Океанология.— 1987.— 27, № 4.— С. 649—651.
4. Голиков А. Н. Методы определения продукционных свойств популяций по размерной структуре и численности // Докл. АН СССР.— 1970.— 193, № 3.— С. 730—733.
5. Голиков А. Н. Продукционный процесс на разных структурных уровнях организаций популяций // Океанология.— 1976.— 16, № 6.— С. 1096—1108.
6. Голиков А. Н., Скарлато О. А. Гидробиологические исследования в зал. Посьет с применением водолазной техники // Исследование фауны морей.— 1965.— 3, № 11.— С. 5—21.
7. Голиков А. Н., Скарлато О. А., Гальцова В. В., Менишуткина Т. В. Экосистемы губы Чупа Белого моря и их сезонная динамика // Там же.— 1985.— 31, № 39.— С. 5—35.
8. Зинова А. Д. Морские водоросли восточной части советского сектора Арктики // Тр. Ин-та океанологии АН СССР.— 1957.— 23.— С. 146—167.
9. Зинова А. Д. Новые данные о морских водорослях из Чаунской губы (Восточно-Сибирское море) // Новости систематики низших растений.— Л.: Наука, 1970.— 7.— С. 102—107.
10. Ehrke G. Über die Wirkung der Temperatur und des Lichtes auf die Atmung und Assimilation einiger Meeres und Süsswasser Algen // Planta.— 1931.— 13.— S. 221—310.
11. Johnston C. S., Joner R. G., Hunt R. D. A seasonal carbon budget for a laminarian population in a scottish sea-loch // Helgoland wiss. Meeresuntersuch.— 1977.— 36, N 1—4.— P. 527—545.
12. Kanwisher J. W. Photosynthesis and respiration in some seaweeds // Some contemporary studies in marine sciences.— London. 1966.— P. 407—420.