

Том LXXXVII VII	Труды Всесоюзного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО)	1971
-----------------------	---	------

УДК 595.341.1 (265.53)

СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ПОПУЛЯЦИИ
Calanus finmarchicus f. glacialis
СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ОХОТСКОГО МОРЯ

Л.К. Котляр

Calanus finmarchicus f. glacialis [18] - один из важнейших компонентов зоопланктона Охотского моря, составляющий порой 80-90% биомассы зоопланктона. Этот каланус играет большую роль в питании сельди - важного промыслового объекта в Охотском море [16, 17], поэтому изучение биологии *Calanus finmarchicus f. glacialis* имеет большое значение для понимания биологии сельди.

Задача настоящей работы - выявить сезонные и межгодовые изменения возрастной структуры популяции калануса, его численности и биомассы.

Материалом послужили сборы зоопланктона в северо-восточной части Охотского моря (районе промысла сельди) в июне и августе 1964-1967 гг. (рис. I).

Планктон собирали с судов ТИНРО и ДВНИГМИ и с судов промысловой разведки Сахалинрыбпрома сетью Джели с диаметром входного отверстия 37 см из шелкового сита № 38 по стандартной методике [6-8, 27]. Ловы, как правило, проводили послонно (см. таблицу). Весь материал обработан количественным методом [27].

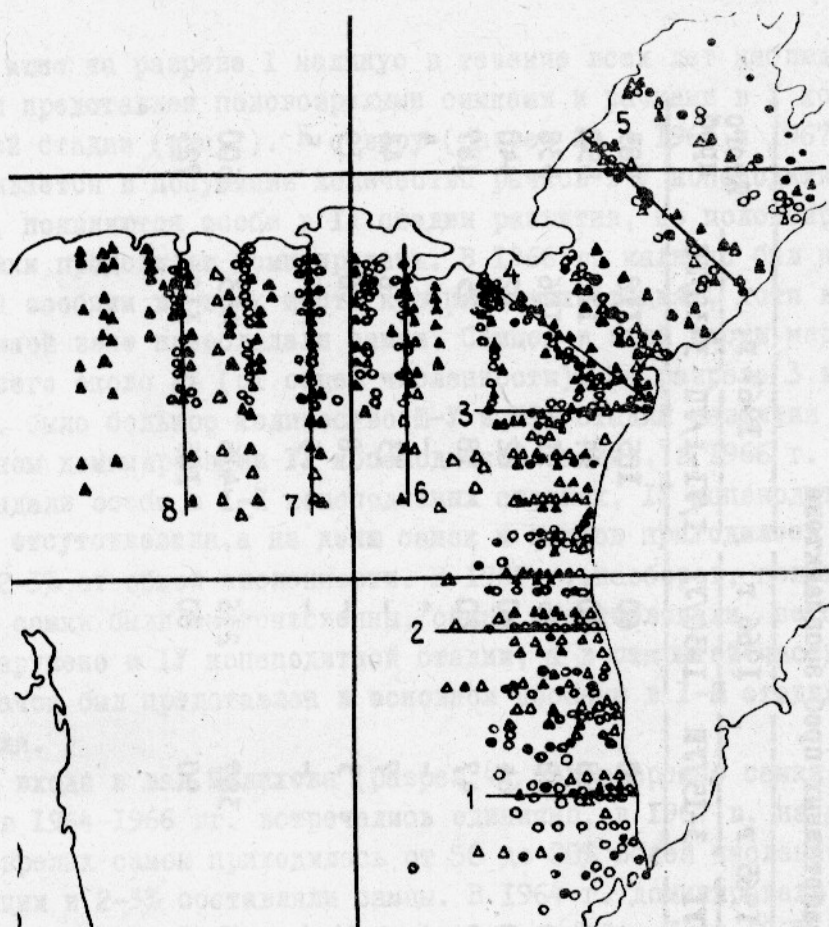


Рис. I. Схема расположения планктонных станций:

▲ - 1964г. (УІ, УШ); △ - 1965г. (УІ, УШ);

● - 1966г. (УІ); ○ - 1967г. (УІ, УШ);

— - разрезы, 1-8 - их номера

Большинство проб просчитано в камере Богорова, часть - в рандом-камере [22]. При определении биомассы использованы стандартные веса калянуса Охотского моря [19]. Подсчитана численность каждой стадии калянуса (в экз./м³) в слое 0-100м и определено процентное соотношение стадий на каждой станции.

Состояние популяции калянуса рассматривается на разрезах, для которых у нас было больше всего сопоставимого материала (см. рис. I).

Количество обработанных проб зоопланктона

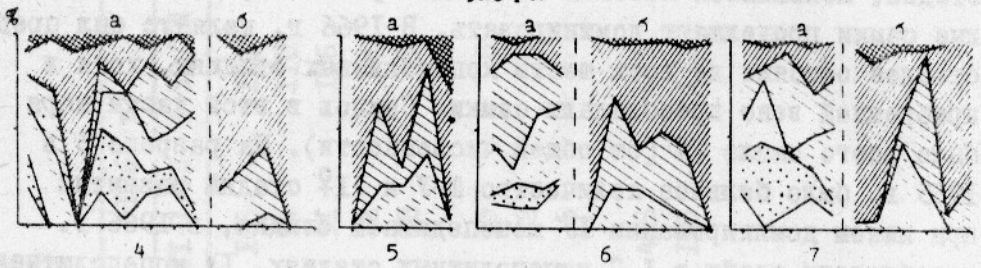
Горизонт лова, м	1964 г.		1965 г.		1966 г.	1967 г.		Итого проб
	4-23/VI	8-26/VIII	3-15/VI	3-15/VIII	1-30/VI	1/VI-1/VI	3-30/VIII	
10-0	98	49	63	90	60	105	118	583
25-10	92	47	59	88	60	94	110	550
50-25	92	47	59	88	55	91	106	538
100-50	79	43	50	64	40	82	82	440
200-100	29	20	27	47	20	18	25	187
500-200	-	4	-	-	-	-	-	4
25-0	15	-	3	7	-	13	6	44
50-0	-	-	2	3	-	8	6	19
200-0	-	-	-	-	-	5	-	5
Всего								
п р о б	406	210	263	387	236	415	453	2500
станций	98	49	63	90	60	105	118	723

В июне на разрезе I калянус в течение всех лет наблюдений был представлен половозрелыми самками и рачками в У копепоидитной стадии (рис.2). К северу (разрез 2) в 1965 и 1967 г. увеличивается в популяции количество рачков в У копепоидитной стадии, появляются особи в IU стадии развития, но половозрелые самки продолжают доминировать. В 1966 г. калянус был представлен особями во всех шести копепоидитных стадиях, хотя в прибрежной зоне преобладали самки. Самцов в этой части моря было всего около 2% (от общей численности). На разрезе 3 в 1965 г. было большое количество III-U и UI[♀] стадий развития при явном доминировании IU копепоидитной стадии, в 1966 г. преобладали особи в I-II копепоидитных стадиях, IU копепоидитная стадия отсутствовала, а на долю самок и самцов приходилось примерно 2-3% от общей численности. В 1967 г., наоборот, половозрелые самки были многочисленны, самцы отсутствовали, не было обнаружено и IU копепоидитной стадии, а в открытой части моря рачок был представлен в основном особями в I-III стадиях развития.

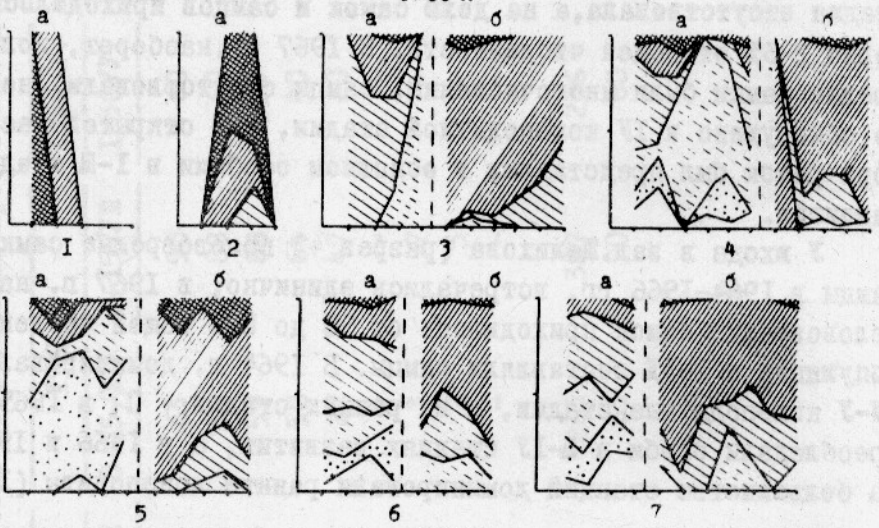
У входа в зал.Шелихова (разрез 4) половозрелые самки и самцы в 1964-1966 гг. встречались единично, в 1967 г. на долю половозрелых самок приходилось от 50 до 80% общей численности популяции и 2-3% составляли самцы. В 1964 г. доминировали IU-U копепоидитные стадии, а из ранних стадий - П; в 1965 г. преобладали особи в III-IU стадиях развития, а в 1966 и 1967гг. на большинстве станций доминировали ранние копепоидиты (I-III).

В зал.Шелихова (разрез 5) калянус был представлен в 1965г. в основном II-III копепоидитными стадиями, рачки в I, IU и У стадиях были малочисленны. В 1966г. преобладали I-II копепоидитные стадии, многочисленны (порой больше 60% от общего количества) были половозрелые самки. В 1967г. возрастной состав популяции был пестрым. У материкового побережья довольно многочисленными были рачки в I и II копепоидитных стадиях, в незначительном количестве попадались особи в III копепоидитной стадии, около 22% приходилось на долю рачков в У копепоидитной стадии, присутствовали самцы и самки. В центральной части разреза больше 90% от общего количества особей приходилось на долю половозрелых самок и около I-5% составляли взрослые самцы. Вблизи Камчатского побережья обнаружены все стадии, за исключением половозрелых самцов и самок.

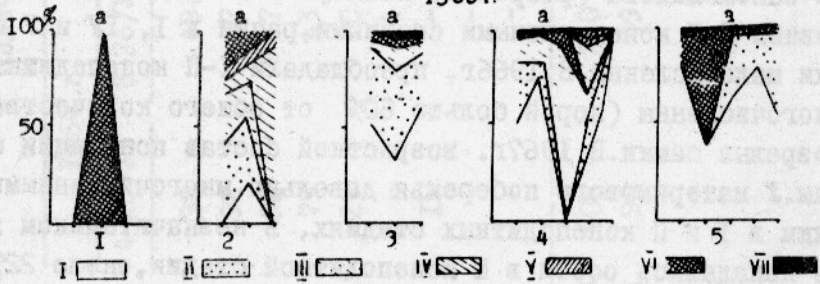
1964 г.



1965 г.



1966 г.



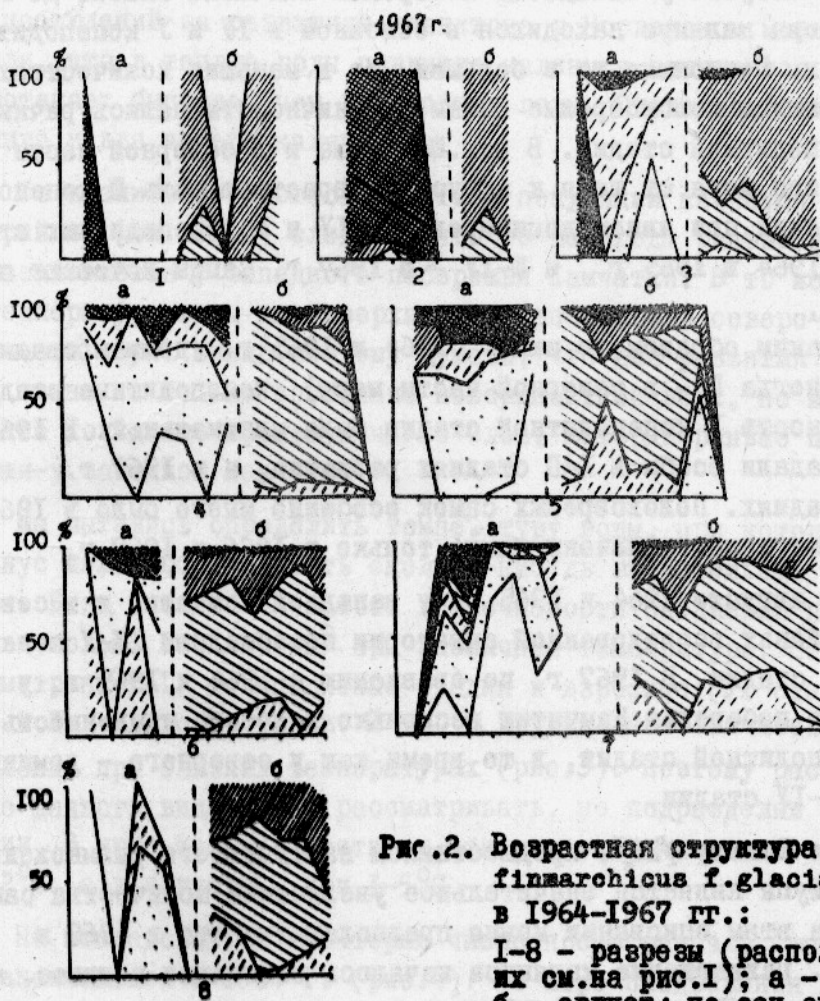


Рис. 2. Возрастная структура *Calanus finmarchicus f. glacialis* в 1964-1967 гг.:

I-8 - разрезы (расположение их см. на рис. I); а - июль, б - август; по оси ординат - % от общей численности вида, по оси абсцисс - расстояние по разрезу; I-У - копепоидные стадии I-У, VI - самки, VII - самцы

В северной части моря в июне (разрезы 6-8) в 1964 и 1965 г. преобладали III-IV копепоидитные стадии калынуса, роль половозрелых самок была ничтожно мала. В 1967 г. численность самок была больше, однако доминировали I и II копепоидитные стадии.

В августе у западного побережья Камчатки вплоть до Усть-Хайризова калынус находился в основном в IV и V копепоидитных стадиях. Постоянно то в больших, то в меньших количествах встречались половозрелые самцы. Единично отмечались рачки в III копепоидитной стадии. В зал. Шелихова и в северной части Охотского моря от июня к августу возрастает роль III копепоидитной стадии при явном доминировании IV и V копепоидитных стадий в 1964 и 1965 г. и III-IV - в 1967 г. Самцы исчезают полностью.

Таким образом, в июне 1964 и 1965 г. доминировали III-V (иногда II - в северной части моря) копепоидитные стадии. Численность I копепоидитной стадии была минимальной. В 1966 г. преобладали особи в I-II стадиях развития, а в 1967 г. - во II-III стадиях. Половозрелых самок особенно много было в 1967 г. Взрослые самцы отмечены также только в 1966 и 1967 г.

В августе 1964 и 1965 г. у западной Камчатки и в северных районах исследованной акватории преобладали IV-V копепоидитные стадии. В 1967 г. по сравнению с 1964 и 1965 г. у западного побережья Камчатки несколько возросла численность III копепоидитной стадии, в то время как у северного - доминировали III-IV стадии.

По Яшнову [28], предвестником наступающего размножения у калынуса является значительное увеличение количества самцов. На этом основании можно предположить, что в 1966 и 1967 г. размножение калынуса началось несколько позднее, чем в 1964 и 1965 г. (см. рис. 2).

Годы 1966 и 1967 отличались от 1964 и 1965 ослабленной циклонической деятельностью атмосферы над морем в зимний период, а следовательно, слабым поступлением океанических вод, являющихся основным источником, компенсирующим дефицит тепла в Охотском море [1, 2], следствием чего явилась большая ледовитость и позднее очищение моря от льда. Это повлияло на

сроки радиационного прогрева, температура воды оказалась ниже средней многолетней, и развитие каллянуса задержалось.

Многие исследователи [II-15, 26, 28, 29-33] отмечали, что скорость развития *Calanus finmarchicus* прямо зависит от температуры воды. Павштикс и Рудакова [25] на основании многолетних наблюдений за развитием планктона в Норвежском море установили, что в теплые годы развитие каллянуса начинается раньше и протекает быстрее, чем в холодные годы. Очевидно, это справедливо и для нашего каллянуса.

Из анализа возрастного состава популяции каллянуса в нашем районе (см. рис. 2) следует, что во все годы раньше всего он размножается у западного побережья Камчатки. В то же время температура воды на поверхности выше всего в северо-западной части моря. Можно поэтому думать, что для развития каллянуса важно не только состояние поверхностной воды, но и состояние холодного промежуточного слоя, который раньше прогревается у западной Камчатки.

Мы пытались определить температуру воды, при которой каллянус может образовывать сколько-нибудь значительные скопления. Была посчитана частота встречаемости скоплений плотностью больше 100 экз./м³ при различной температуре. Отдельно рассмотрены I-IV ювенильные стадии и взрослые (VI стадия в июне и V в августе) рачки. И те, и другие дают значительные скопления при близких температурах (рис. 3). Поэтому распределение данного вида можно рассматривать, не подразделяя его на стадии. В июне каллянус достигал максимальной численности при 0,5-2°С, а в августе - при 3-5°С.

На исследованной акватории численность рачка в июне была максимальной в 1967 г. (рис. 4). По мере продвижения на юг во все годы численность каллянуса падает. Исключение составляет 1966 г., когда каллянус встречался в довольно большом количестве (больше 1000 экз./м³) вплоть до 53° с.ш., в то время как в 1965 г. на широте 55°, а в 1967 г. к югу от 54° с.ш. попадались лишь единичные экземпляры.

В августе, как и в июне, каллянус достигал наибольшей численности в 1967 г. (рис. 5). В зал. Шелихова численность каллянуса почти на всех станциях превышала 1000 экз./м³

(в 1964 г. только в центральной части залива численность достигала 400 экз./м³, а в 1965 г. только у входа в Пенжинскую губу и в районе Ямских островов скопления его превышали 600 экз./м³).

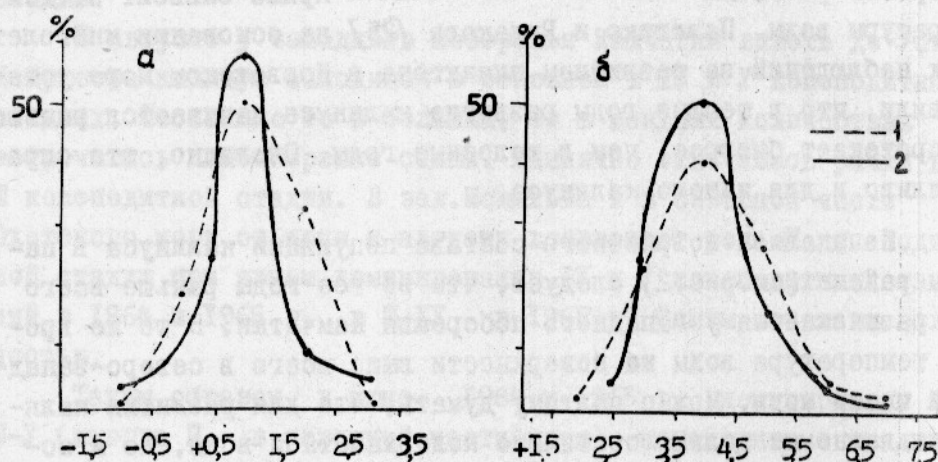


Рис.3. Частота встречаемости (в %) скоплений *Calanus finmarchicus f. glacialis* плотностью больше 100 экз./м³ в июне (а) и в августе (б) при различной температуре воды:
1 - I-IU копепоидитные стадии; 2 - UI стадия в июне и U - в августе

По западному побережью Камчатки мы располагаем материалами по численности калануса только за 1965 и 1967 гг. Максимальной численности здесь, как и в северной части моря, рачок достигал в 1967 г.; вблизи мыса Утколокского численность его превышала 31 тыс. экз./м³.

На разрезе 3 концентрация калануса в слое 0-100м на отдельных станциях доходила в 1967 г. до 12 тыс. экз./м³, а в 1965 г. - едва превышала 1000 экз./м³. В 1967 г. на 53° с. ш. численность рачка была не меньше 100 экз./м³, а в 1965 г. он встречался здесь лишь единично.

Естественно, что возрастной состав и численность калануса оказывают влияние на его биомассу, вызывая ее значительные колебания.

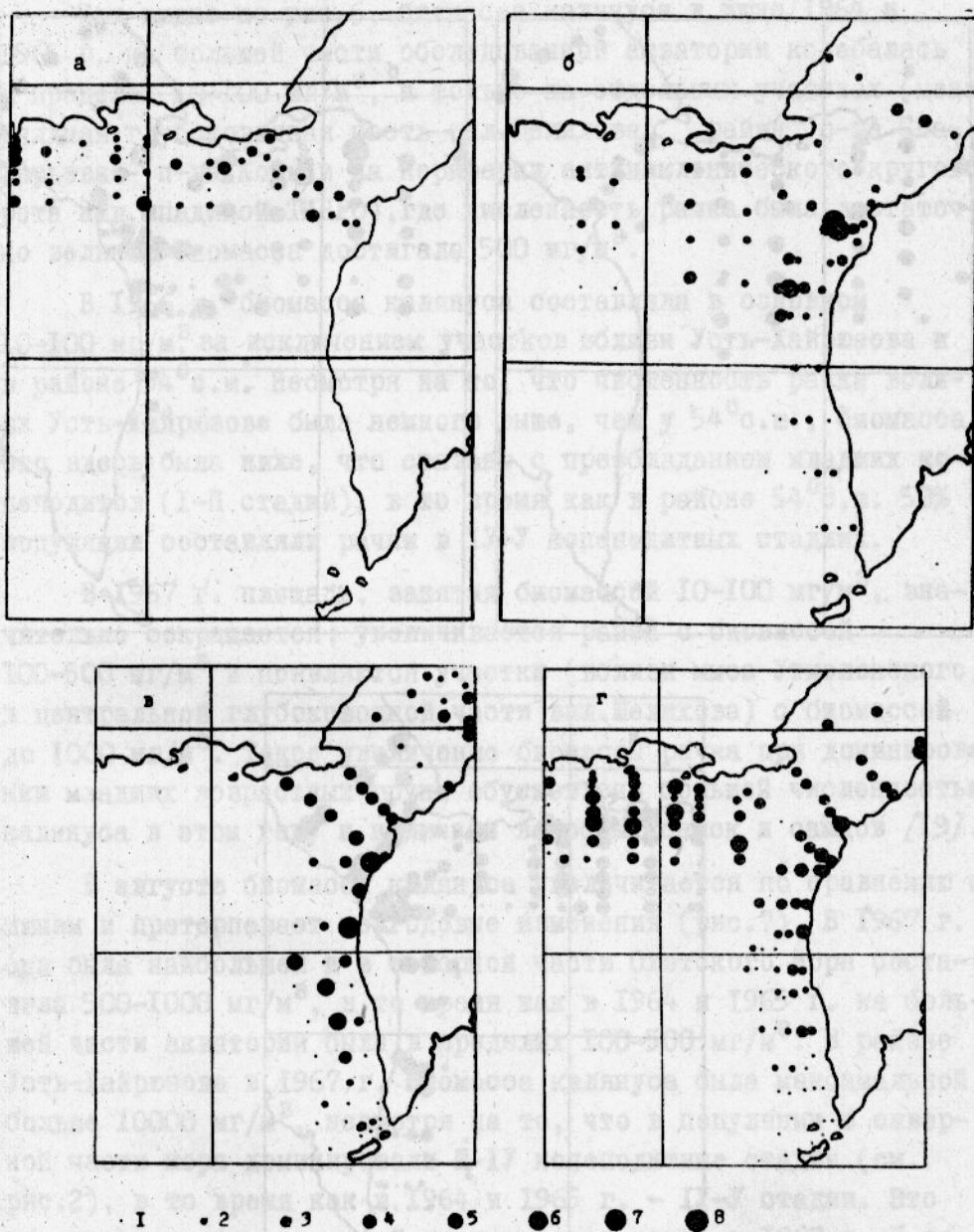


Рис.4. Распределение *Calanus finmarchicus f. glacialis* (в экз/м³ в слое 0-100 м) в июне:

- а - 1964г., б - 1965г., в - 1966г., г - 1967г.;
 I - вид отсутствует, 2 - 1-10, 3 - 10-100,
 4 - 100-500, 5 - 500-1000, 6 - 1000-5000,
 7 - 5000-25000, 8 - 25000-50000

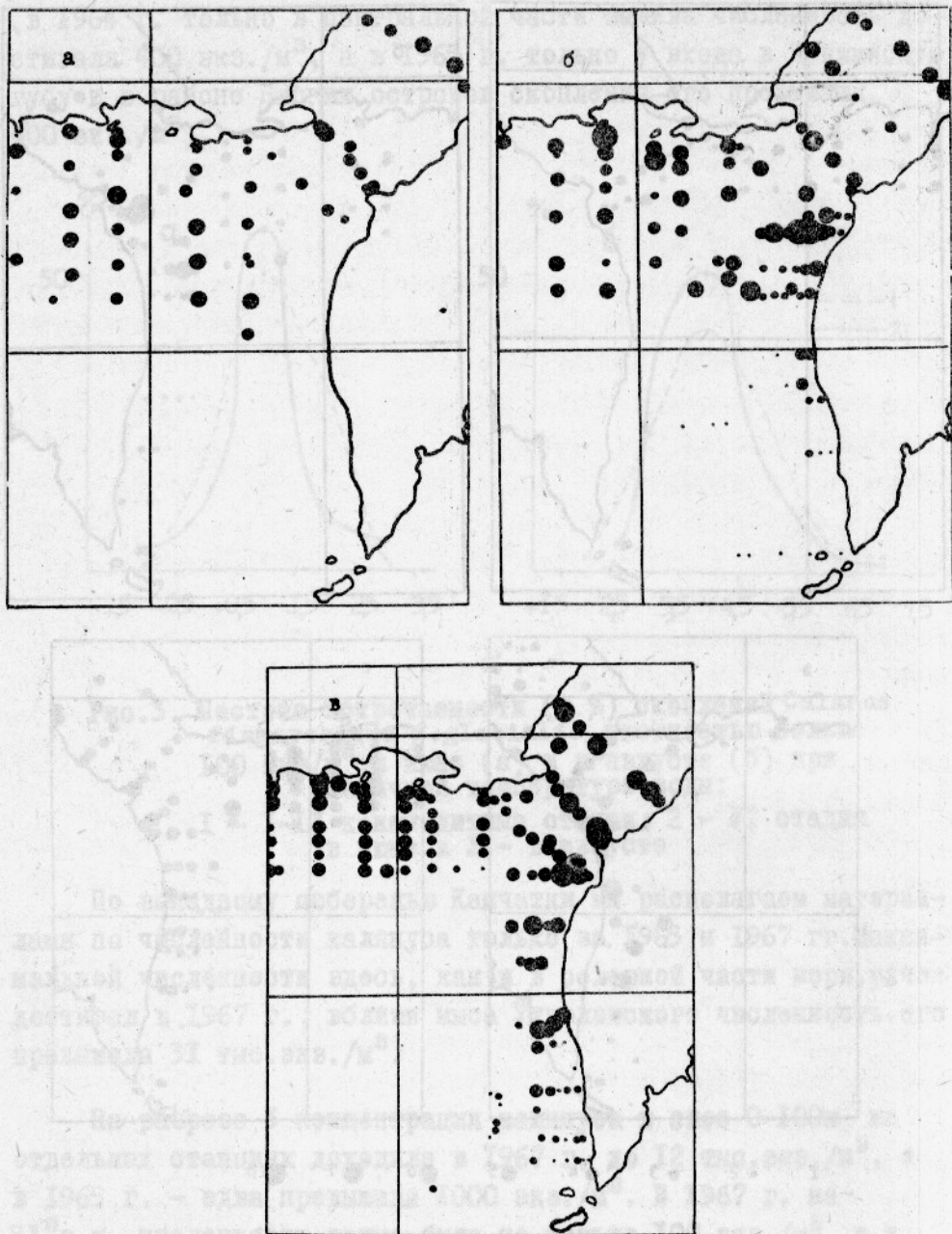


Рис.5. Распределение *Calanus finmarchicus* f. *glacialis*
 (в экз/м³ в слое 0-199 м) в августе:
 а - 1964г., б - 1965г., в - 1967г.
 Обозначение те же, что на рис.4

Как видно из рис.6, биомасса калянуса в июне 1964 и 1965 г. на большей части обследованной акватории колебалась в пределах 10-100 мг/м³, и только на отдельных участках (центральная глубоководная часть зал.Шелихова, район о-ва Спарфарьева - п-ва Кони и на периферии антициклонического круговорота над впадиной ТИПРО), где численность рачка была достаточно велика, биомасса достигала 500 мг/м³.

В 1966 г. биомасса калянуса составляла в основном 10-100 мг/м³, за исключением участков вблизи Усть-Хайрюзова и в районе 54°с.ш. Несмотря на то, что численность рачка вблизи Усть-Хайрюзова была немного выше, чем у 54°с.ш., биомасса его здесь была ниже, что связано с преобладанием младших копеподитов (I-II стадий), в то время как в районе 54°с.ш. 50% популяции составляли рачки в IV-V копеподитных стадиях.

В 1967 г. площадь, занятая биомассой 10-100 мг/м³, значительно сокращается; увеличивается район с биомассой 100-500 мг/м³ и появляются участки (вблизи мыса Утколокского, в центральной глубоководной части зал.Шелихова) с биомассой до 1000 мг/м³. Такое увеличение биомассы рачка при доминировании младших возрастных групп обусловлено большей численностью калянуса в этом году и наличием взрослых самок и самцов [19].

В августе биомасса калянуса увеличивается по сравнению с июнем и претерпевает межгодовые изменения (рис.7). В 1967 г. она была наибольшей и в северной части Охотского моря составила 500-1000 мг/м³, в то время как в 1964 и 1965 г. на большей части акватории была в пределах 100-500 мг/м³. В районе Усть-Хайрюзова в 1967 г. биомасса калянуса была максимальной - больше 10000 мг/м³, несмотря на то, что в популяции в северной части моря доминировали III-IV копеподитные стадии (см. рис.2), в то время как в 1964 и 1965 г. - IV-V стадии. Это объясняется очень высокой численностью рачка в 1967 г. У западной Камчатки высокая биомасса в 1967 г. обусловлена, как и в 1964 и 1965 г., доминированием IV-V копеподитных стадий и высокой численностью калянуса.

В 1949-1952 гг. калянус в северо-восточной части Охотского моря был распространен повсеместно, но биомасса его была мала [20], что, возможно, обусловлено особенностями гидрологии этих лет, относящихся к теплым годам [10].

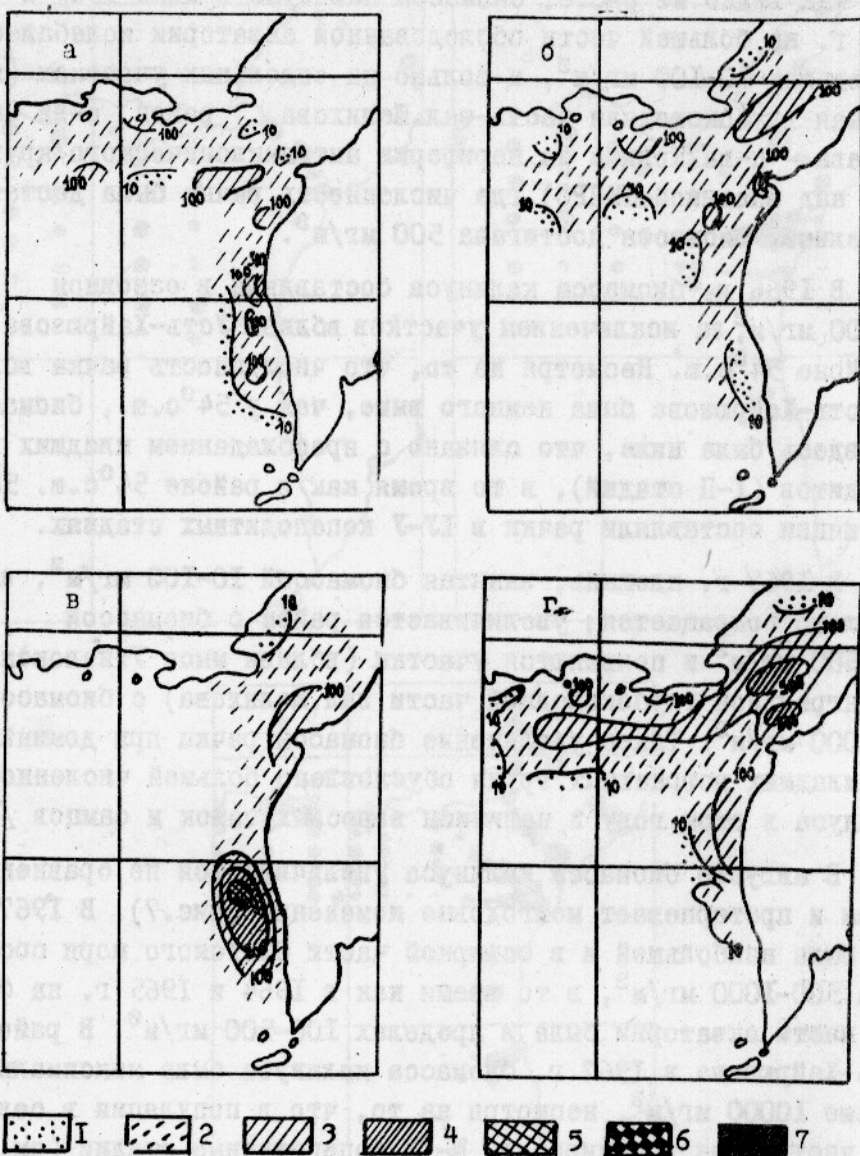


Рис.6. Распределение *Calanus finmarchicus f. glacialis*
 (в мг/м³ в слое 0-100 м) в июне:
 а - 1964 г., б - 1965, в - 1966, г - 1967 г.;
 1 - менее 10, 2 - 10-100, 3 - 100-500,
 4 - 500-1000, 5 - 1000-5000, 6 - 5000-10000,
 7 - более 10000

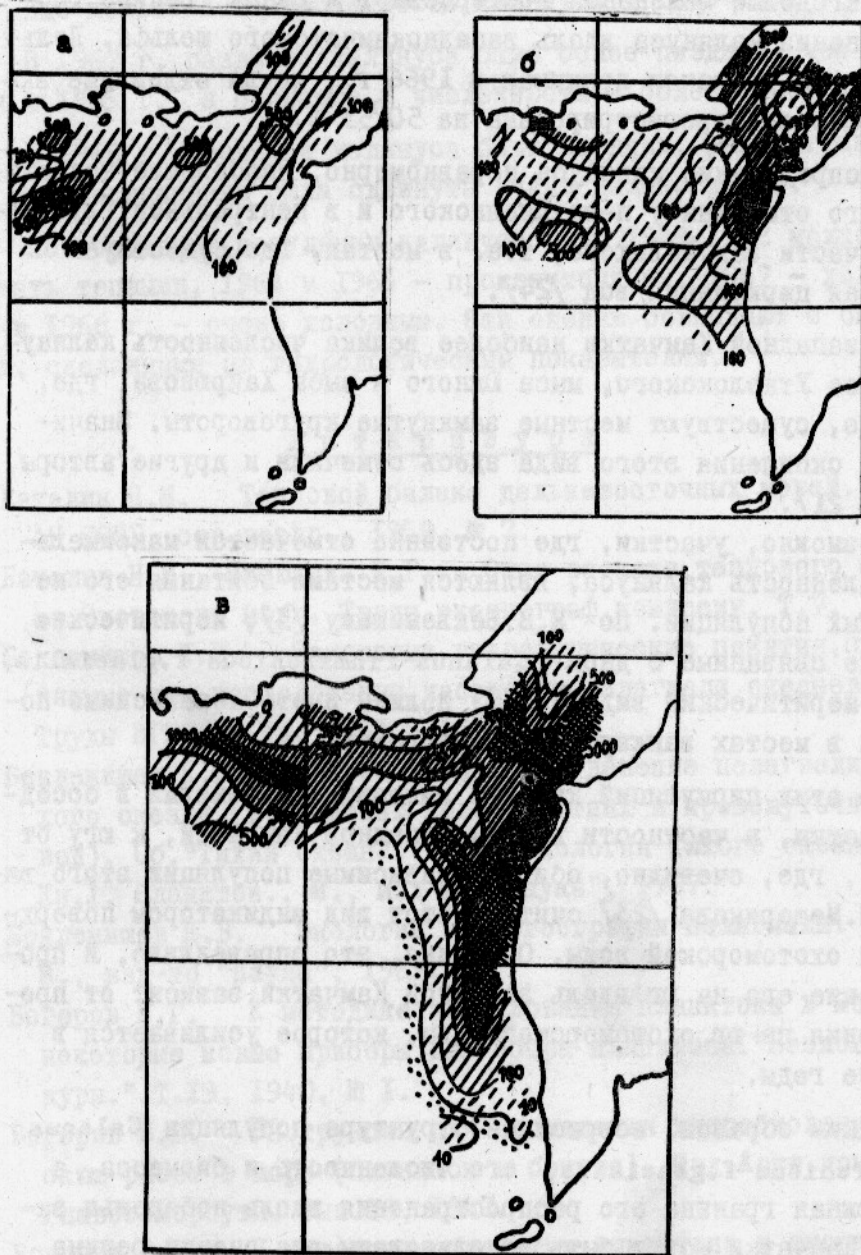


Рис.7. Распределение *Calanus finmarchicus f. glacialis*
 (в мг/м³ в слое 0-100 м) в августе:
 а - 1964г., б - 1965, в 1967г.
 Обозначения те же, что на рис.6

Межгодовые изменения претерпевает и южная граница распространения калянуса вдоль западнокамчатского шельфа. Дальше всего на юг рачок проникал в 1966 г., когда отдельные экземпляры были зарегистрированы на $50^{\circ}53'$ с.ш.

Распределение калянуса неравномерно. Наибольшие концентрации его отмечены у п-ва Лисянского и в центральной глубоководной части зад.Шелихова, т.е. в местах, где существует замкнутая циркуляция вод [24].

У западной Камчатки наиболее велика численность калянуса у мыса Утколокского, мыса Южного и мыса Хайризова, где, возможно, существуют местные замкнутые круговороты. Значительные скопления этого вида здесь отмечали и другие авторы [9, 20, 21].

Возможно, участки, где постоянно отмечается максимальная численность калянуса, являются местами обитания его независимых популяций. По К.В.Беклемишину [3], неритические виды, не связанные с дном (*Calanus finmarchicus f. glacialis*), ледово-неритический вид [4, 5], должны иметь независимые популяции в местах замкнутых круговоротов.

Из этих циркуляций калянус выносится течениями в соседние участки, в частности в воды западной Камчатки, к югу от 56° с.ш., где, очевидно, обитают зависимые популяции этого вида. И.М.Мещерякова [23] считает этот вид индикатором поверхностной охотоморской воды. Очевидно, это справедливо, и проникновение его на юг вдоль западной Камчатки зависит от проникновения на юг охотоморской воды, которое усиливается в холодные годы.

Таким образом, возрастная структура популяции *Calanus finmarchicus f. glacialis*, его численность и биомасса, а также южная граница его распространения вдоль побережья западной Камчатки могут быть использованы для оценки режима года.

Особенностями развития калянуса в 1964 и 1965 г. были раннее его развитие, небольшая численность и биомасса и отсутствие сколько-нибудь значительных концентраций у южной части западнокамчатского шельфа.

Еще меньше была численность калянуса в 1949-1952 гг. [20].

В 1967 г. развитие калянуса было более поздним, чем в 1964 и 1965 г., а биомасса и численность - более высокими.

В 1966 г. развитие калянуса было поздним, южная граница его распространения была сдвинута очень далеко на юг.

По состоянию популяции калянуса годы 1949-1952 можно считать теплыми, 1964 и 1965 - промежуточными, 1967 - холодным и 1966 г. - очень холодным. Эти оценки совпадают с оценками, сделанными по гидрологическим показателям.

Л и т е р а т у р а

1. Баталин Н.М. Тепловой баланс дальневосточных морей. Изв. АН СССР. сер.геогр., 1959, № 7.
2. Баталин Н.М., Васюкова Н.Г. Опыт расчета теплового баланса Охотского моря. Труды океанограф.комиссии. Т.7, 1960.
3. Беклемишев К.В. Некоторые гидрологические понятия, применяемые при исследовании населения пелагиали океанов. Труды ВГБО. Т.13, 1963.
4. Беклемишев К.В. Биогеографическое деление пелагиали Тихого океана (в пределах поверхностных и промежуточных вод). Сб. "Тихий океан". Т.УП. Биология Тихого океана. Кн.1. Планктон., М., изд-во "Наука", 1967.
5. Беклемишев К.В. Экология и биогеография пелагиали. М., изд-во "Наука", 1969.
6. Богоров В.Г. К методике исследования планктона в море, некоторые новые приборы для сбора планктона. "Зоолог. журн." Т.19, 1940, № 1.
7. Богоров В.Г. Инструкция для проведения гидробиологических работ в море (планктон и бентос). Изд.Арт.ком. Главсевморпути. Вып.18, 1947.
8. Богоров В.Г. К методике обработки планктона в экспедиционных условиях. Труды ИОАН. Т.5, 1951.
9. Виноградов М.Е. Суточные вертикальные миграции зоопланктона в дальневосточных морях. Труды ИОАН. Т.8, 1954.
10. Винокурова Т.Т. Изменчивость температурных условий вод северной части Охотского моря. Изв.ТИНРО. Т.59, 1967.

11. Гейнрих А.К. Размножение и развитие массовых копепод в Беринговом море. Труды ВГБО. Т.8, 1957.
12. Гейнрих А.К. Биологические сезоны в планктоне Берингова моря и горизонтальное распределение биомассы зоопланктона. Труды ИОАН. Т.30, 1959.
13. Гейнрих А.К. Сезонные явления в планктоне Мирового океана. Сезонные явления в планктоне средних и высоких широт. Труды ИОАН. Т.51, 1961.
14. Камшилов М.М. Материалы по биологии *Calanus finmarchicus* (Gunner) Берингова и Белого морей. Труды Мурманской биолог.ст. Т.2. М.-Л., изд-во АН СССР, 1955.
15. Камшилов М.М. Цикл размножения *Calanus finmarchicus* на восточном Мурмане. ДАН СССР. Т.85, 1952, № 4.
16. Кун М.С. Питание тихоокеанской сельди в северной части Татарского пролива. Изв.ТИНРО. Т.29, 1949.
17. Кун М.С. Распределение планктона и питание сельди в северной части Охотского моря. Изв.ТИНРО. Т.35, 1951.
18. Кун М.С. Географическая изменчивость некоторых видов рода *Calanus* в Японском море. "Зоолог.журн"Т.48.Вып.7, 1969.
19. Лубны-Герцык Е.А. Весовая характеристика основных представителей зоопланктона Охотского и Берингова морей. ДАН СССР. Т.91, 1953, № 4.
20. Лубны-Герцык Е.А. Состав и распределение зоопланктона Охотского моря. Труды ИОАН. Т.30, 1959.
21. Макаров Р.Р. Распределение планктона у западного побережья Камчатки. Труды ВНИРО. Т.65, 1969.
22. Медников Б.М., Старобогатов Я.И. Рэндом-камера для подсчета мелких биологических объектов. Труды ВГБО, Т.11, 1961.
23. Мещерякова И.М. О планктоне Охотского моря вблизи юго-западной Камчатки. Изв.ТИНРО. Т.47, 1959.
24. Моршкин К.В. Водные массы Охотского моря. М., изд-во "Наука", 1966.
25. Павтикс Е.А., Рудакова В.А. К вопросу о многолетних изменениях в развитии планктона в условиях откорма сельди в Норвежском море. Труды ПИНРО. Т.14, 1962.

26. Сушкина А.П. Скорость расходования жира при различной температуре и жизненный цикл у *Calanus finmarchicus* (Gunner) и *Calanus glacialis* Yaschnow. "Зоолог.журн" Т.41, 1962, № 7.
27. Яшнов В.А. Инструкция по сбору и обработке планктона. М., изд.ВНИРО, 1934.
28. Яшнов В.А. Смена поколений и сезонные изменения в распределении возрастных стадий *Calanus finmarchicus* (Gunner). Баренцева моря. Труды ВНИРО. Т.IV, 1939.
29. Lebour, M.V. Stages in the life history of *Calanus finmarchicus* (Gunn.) experimentally reared by Mr L.R.Crawshaw in the Plymouth laboratory. J.Mar.Biol.Ass.U.K. 11, 1916.
30. Marshall, S.M. & Orr, A.P. On the biology of *Calanus finmarchicus*. VII. Factors affecting egg production. Ibid., v.30, N 3, 1952.
31. Nicholls, A.G. On the biology of *Calanus finmarchicus*, I. Reproduction and seasonal distribution in the Clyde Sea area during 1932. J.Mar.Biol.Ass.U.K., 19, 1933.
32. Ruud, J.T. On the biology of copepods of More, 1925-1927. Rapp.Bons.Explor.Mer., 56, 1929.
33. Sømme, D. Animal plankton of the Norwegian coast waters and the open sea. I. Production of *Calanus hyperboreus* (Krojer) in the Lofoten area. Rep.Norw.Fish.Invest., 4, 9, 1934.

Seasonal fluctuations in the population of *Calanus finmarchicus f. glacialis* in the North-East Okhotsk Sea.

L.K.Kotlyar

S u m m a r y

The investigation of the population of *Calanus finmarchicus f. glacialis* in the North-East Okhotsk Sea in 1964-1967 (the samples were collected in June and August) showed that in 1964 and 1965 the development of *Calanus* occurred earlier than in 1966 and 1967. At the same time *Calanus* was more abundant in 1966 and 1967. So proceeding from the state of the population of *Calanus* it is possible to characterize 1967 as a cold year, 1966-very cold, 1964 and 1965 - intermediate and 1949-50 - warm.

19. ...
20. ...
21. ...
22. Мадиков Б.А., Самароватов В.А. Развитие и миграция личинок мелких планктонических объектов. Труды ИВЖ, т. II, 1961.
23. Мешерякова И.М. О планктоне Охотского моря вблизи береговой Камчатки. Изв.ИВЖО. Т. 47, 1959.
24. Моревани Е.В. Водные млекопитающие Охотского моря. М., изд-во "Наука", 1966.
25. Павлович Е.А., Гудачева В.А. К вопросу о миграции млекопитающих в развитии планктона в условиях охотского моря в Норвежском море. Труды ИВЖО. Т. 14, 1962.