ТРУДЫ ВСЕСОЮЗНОГО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА МОРСКОГО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ
Том IV, Москва, 1939
TRANSACTIONS OF THE INSTITUTE OF MARINE FISHERIES AND OCEANOGRAPHY OF THE USSR. Vol. IV, Moscow, 1939

# Веса и экологические особенности макропланктеров Баренцова моря

*В. Г. Богоров*

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Настоящая работа является продолжением опубликованных нами статей, посвященных выяснению весовой характеристики планктеров Баренцова моря (1, 2). Вместо исследования изменения веса по стадиям развития для макропланктеров в данной статье в качестве критерия „возраста" взят размер тела. У представителей макропланктона хорошо различимы только личиночные формы. После их превращения в форму, внешне схожую с формой взрослых организмов, трудно бывает распознавать дальнейший рост (смену линек и т. п.). Давать средний вес, не учитывая размера „возраста", является нецелесообразным и методически неправильным. Различия по весу разных размеров столь велики, что пользование средним видовым весом при вычислении биомассы планктона или пищи планктоядных рыб приведет к ошибочным выводам.

Основная задача настоящей работы заключается в получении весовых характеристик основных массовых видов макропланктона Баренцова моря с тем, чтобы можно было выяснить средние весовые характеристики по размерным группам.

Для ряда форм мы обладаем сравнительно небольшим материалом, вследствие чего полученные цифры определяют только лишь порядок величины веса организмов (особенно в отношении Coelenterata). Выяснение более точных цифр заставило бы нас чрезвычайно затянуть исследование.

Многочисленные измерения величины и веса организмов мы постарались использовать для выяснения изменений веса и величины организмов в связи с условиями среды, а также некоторых сторон экологии организмов. Для всестороннего выяснения этих вопросов необходимо проведение специальных исследований, которые дали бы материал, охватывающий с нужной полнотой весь год и различные районы моря. Обработанный нами материал не обладает такой полнотой. Тем не менее он позволяет осветить отчасти затрагиваемые проблемы. Вопросы продолжительности жизни, изменения величины организма в связи с факторами среды, вопрос оптимальных условий существования и другие являются необходимыми элементами для определения продуктивности водоема. Вместе с тем каждый из этих вопросов имеет и самостоятельное значение.

В таблице средних весов цифры для организмов весом не свыше 10 *мг* округлены до 0,1 *мг*, а для организмов свыше 10 *мг* — до целых чисел.

Пользуемся случаем выразить глубокую благодарность В. А. Яшнову за постоянную помощь и предоставление многих данных, а также Л. А. Зенкевичу и А. А. Шорыгину за ценные советы.

## 2. МАТЕРИАЛ

Материалом для данного исследования послужили планктические сборы Всесоюзного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии, ранее — Государственного океанографического института, в Баренцовом море преимущественно за 1930 г.

Материал собирался главным образом сетью Нансена из газа № 3, 50 *см* в диаметре, в небольшой части — икряными сетями и мальковым тралом. Сеть Нансена явно не доловливает макропланктон, и его количество в пробе ограничивается единичными экземплярами. Особенно мало материала было из северного района (III), по которому имеются только летние и осенние сборы. В остальные времена года эти районы покрыты льдом, поэтому трудно рассчитывать на получение там круглогодичного материала.

Как и для Copepoda (I), мы разделили Баренцово море на ряд районов: I — южный район охватывает пространство от Мурманского берега до 75°N; II — центральный район располагается между 75—77°N; III — северный район занимает северную часть Баренцова моря, выше 77°N.

Напомним, что эти районы резко отличаются по температурным условиям. Для первого района характерны высокие и положительные температуры, в среднем около 5°. Второму свойственны положительные температуры, в среднем 1°, к третьему району — отрицательные, в среднем —0,5°.

По другим гидрологическим данным эти районы отличаются менее резко. Соленость в северной части Баренцова моря (до 77°) меньше, чем в южной его части. Насыщенность кислородом очень велика повсеместно (от 80 до 100% к насыщению), на некоторых станциях она превышает 100%. Данные pH изменяются очень мало, колеблясь все время около 8.

Таким образом из всех факторов наиболее изменчивым является температура.

## 3. МЕТОДИКА

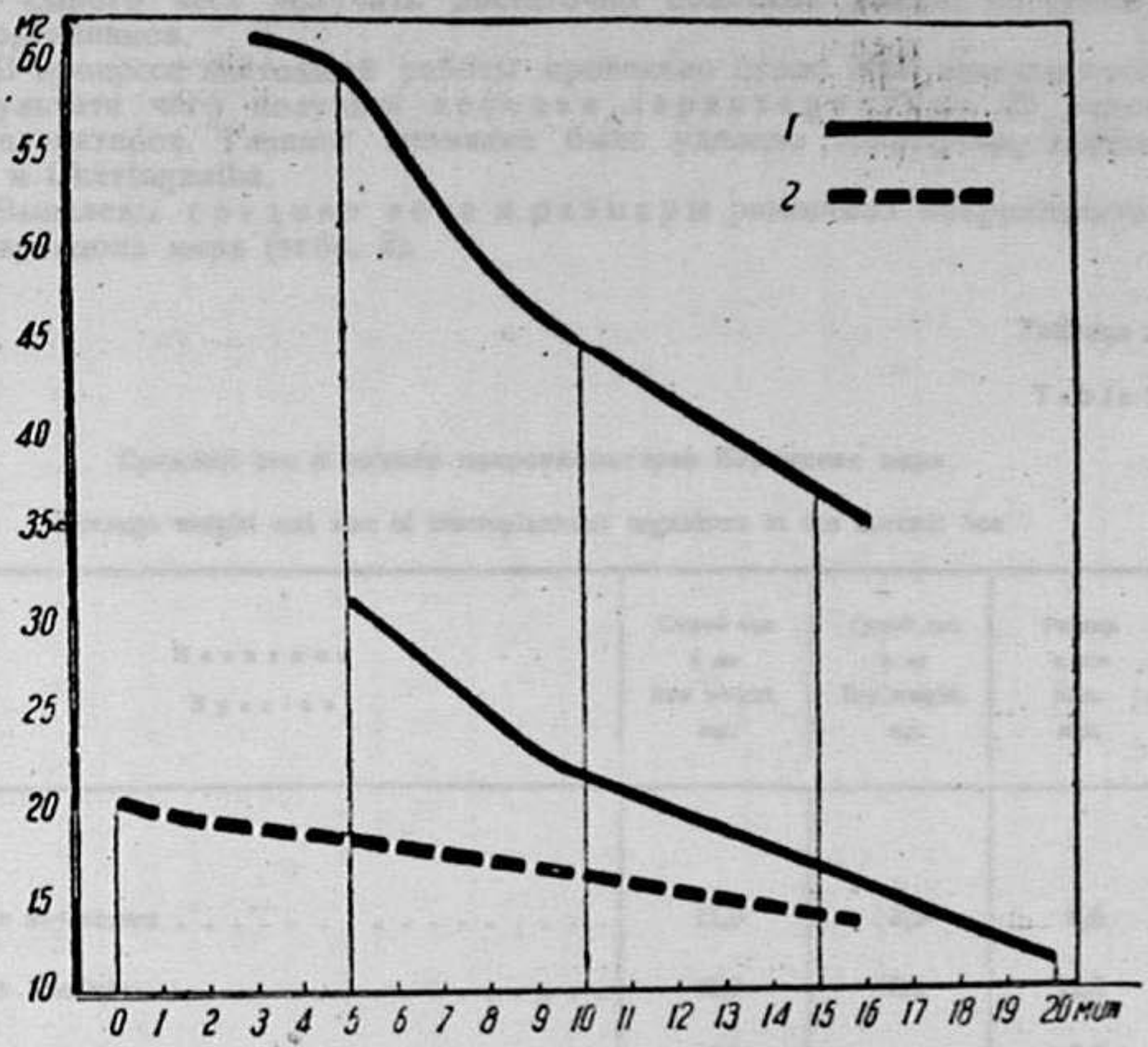
Особенностью исследования весовой характеристики макропланктеров является возможность вести индивидуальные взвешивания каждого организма. Это имеет значительное преимущество по сравнению со взвешиванием группы организмов, что приходится делать для более мелких форм.

Материал определялся главным образом на сырой вес и размер тела. В некоторых случаях удалось определить и сухой вес. При взвешивании на сырой вес обсушивание всей видимой влаги с поверхности тела производилось фильтровальной бумагой. При взвешивании имело место значительное колебание весов. Это колебание продолжалось недолго, быстро наступало некоторое равновесие, во время которого и делался отсчет. Обычно после 3 мин. испарение начинает усиливаться, и на протяжении 10 мин. организм теряет 30% веса. Опыт (см. рис.), проведенный (при участии Т. Ф. Щаповой) над *Themisto abyssorum* и *Thysanoessa inermis* подтверждает это наблюдение.

Отмеченные ранее (1) недостатки определения сырого веса в полной мере относятся и к исследованию макропланктеров. В связи с этим можно пожелать, чтобы при этих определениях всегда применялась одинаковая методика. Особенно важно тотчас же после обсушивания фильтровальной бумагой переносить пробу на чашку весов и производить отсчет на протяжении первых 3 мин.

Изучение сырого веса усиленно пропагандируется А. П. Виноградовым, однако получить сравнимые данные для организмов, разных по величине, форме и количественному составу, в разных лабораторных условиях очень трудно. Поэтому данные сырого веса являются лишь циф-

рами, определяющими порядок весовой величины организма, и в дальнейшем мы считаем необходимым обязательное исследование сухого веса организмов. В этом случае цифры будут более надежны. При соблюдении некоторого минимума условий они будут вполне сравнимы. Однако часто материал (как и в настоящей работе) необходимо сохранить для даль-




Изменение веса Thysanoessa inermis и Themisto abyssorum при высушивании в течение 20 мин.

Обозначения: *1* — Thysanoessa inermis; *2* — Themisto abyssorum.

Variation weight of Thysanoessa inermis and Themisto abyssorum when drying for 20 minutes. Symbols: *1* — Thysanoessa inermis, *2* — Themisto abyssorum.

нейших исследований. Кроме того биомасса живых существ водоема в настоящее время определяется в сырых весах. В силу этого определение только одного сухого веса планктеров пока невозможно.

Е. В. Боруцким (3, 4) была предпринята большая работа с целью получения различных коэфициентов, систематизирующих определение веса. В результате проведенной работы Е. В. Боруцкий приходит к выводу, что путем методов определения сырого веса получить сравнимые результаты невозможно. Пытаясь улучшить положение, он приводит многочисленные графики, долженствующие унифицировать недостатки методики и сделать цифры более сравнимыми. Отдавая должное работе, проведенной Е. В. Боруцким, мы думаем, что использование поправочных коэфициентов не улучшит дела. Внесенные поправки имеют

очень узкое применение. Для других организмов, а также для тех же самых, но разной величины и в разных условиях, мы получим различные поправочные коэфициенты. Возьмем хотя бы пример приведения обсушивания к единице времени. Вопрос безусловно важный, и мы сами на него указываем. Однако для разных организмов, в связи с их величиной, формой тела, строением покровов животного, полученные данные будут несравнимы. Нельзя сравнивать Copepoda или Chironomus после минутного их обсушивания, так как степень обсушивания получится разная. Однако при известной тренировке достигается некоторая единообразность действия, и цифры получаются вполне сравнимые. Так, при взвешивании шести экземпляров *Themisto abyssorum* получены следующие очень близкие результаты (табл. 1).

*Таблица 1*

Table 1

**Сравнение повторных взвешиваний (сырой вес в *мг*) Themisto abyssorum**

Comparison of repeated weighings *Themisto abyssorum* (*raw weight in mg.*)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Первое взвешивание . . . . First weighing | 15 | 54 | 7 | 31 | 18 | 15 |
| Второе взвешивание . . . . Second weighing | 19 | 54 | 6 | 31 | 17 | 17 |

Это убеждает нас в возможности, в известных пределах точности, пользоваться данными определений сырого веса.

В работах Е. В. Борушкого затрагивается очень важный вопрос о „живом" и „формалиновом" весе. Для настоящей работы мы пользовались материалом, фиксированным в формалине. Кроме того обработка была произведена не сразу после окончания экспедиции. Упомянутый автор критически относится к формалиновому весу, предпочитая ему живой вес. Несмотря на ряд теоретических преимуществ живого веса мы все же решительно высказываемся за формалиновый вес. Соображения, заставляющие нас встать на эту точку зрения, таковы: в морских условиях основным источником получения материала являются экспедиции. Производить взвешивание в экспедиционных условиях невозможно. Если мы остановимся на живом весе, то тем самым мы ограничиваем ассортимент организмами, живущими вблизи станций. Эти ограничения не позволяют применять этот метод в широком масштабе при исследовании биомассы водоема. Несмотря на некоторое изменение веса, происходящее после фиксации, подтверждается, что формалиновый вес после наступления „устойчивого" периода (через месяц после фиксации и в фиксациях различной концентрации) меняется очень незначительно.

## ОБЩЕЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Основной задачей настоящей работы являлось получение весовой характеристики главнейших представителей макропланктона Баренцова моря. Изучение размеров организмов в течение года, особенно в связи с факторами среды, может представить кроме того ценные данные по биологии рассматриваемых видов.

2. Материалом послужили различные пробы планктона, собранные в Баренцовом море преимущественно в течение всего 1930 г. по сезонным разрезам на Кольском меридиане сетью Нансена № 3.

3. Методика. Главным образом производилось определение сырого веса путем обсушивания тела организма фильтровальной бумагой. Хотя эта методика получила справедливую критику различных авторов, мы все же

считаем возможным ею пользоваться для получения цифр, определяющих порядок величины. С другой стороны, для различных целей, необходимы данные именно по сырому весу. Нужно отметить, что при большом материале цифры сырого веса укладываются параллельно изменениям размера, следовательно, являются надежными. Понятно для получения точных сравнимых данных по весовой характеристике вида необходимо кроме сырого веса получить достаточно обильные данные по сухому весу организмов.

4. В процессе настоящей работы проведено около 3000 взвешиваний, в результате чего получена весовая характеристика 22 видов макропланктеров. Главное внимание было уделено Amphipoda, Euphasiacea и Chaetognatha.

5. Выявлены средние веса и размеры различных макропланктеров Баренцова моря (табл. 2).

*Таблица 2*

Table 2

**Средний вес и размер макропланктеров Баренцова моря**

**Average weight and size of macroplankton organisms in the Barents Sea**

| Название<br>Species | Сырой вес в *мг*<br>Raw weight, *mg.* | Сухой вес в *мг*<br>Dry weight, *mg.* | Размер в *мм*<br>Size, *mm.* |
|---|---|---|---|
| Themisto abyssorum | 11,0 | 3,2 | 6,6 |
| Themisto libellula | 46,0 | 16,0 | 11,0 |
| Hyperia galba | 7,3 | — | 5,3 |
| Thysanoessa inermis | 27,0 | — | 11,0 |
| Thysanoessa raschii | 41,0 | — | 14,0 |
| Thysanoessa longicaudata | 5,2 | 3,8 | 6,8 |
| Thysanoessa neglecta | 8,4 | — | 8,3 |
| Meganyctiphanes norvegica | 41,0 | — | 15,0 |
| Sagitta elegans | 11,0 | — | 17,0 |
| Krohnia hamata | 8,4 | — | 18,0 |

По отдельным размерным группам получена следующая весовая характеристика (табл. 3).

*Таблица*

**Table**

**Весовая характеристика различного размера макропланктеров Баренцова моря**

**Weight characteristic for different sizes of the makroplankton organisms of the Barents Se**

| Размер в *мм* Size, in *mm.* | Sagitta elegans | | | Krohnia hamata | | Themisto abyssorum | | | Themisto libellula | | | Hyperia g |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Колич. экземпляров Number of specimens | Сырой вес в *мг* Raw weight, *mg.* | Сухой вес в *мг* Dry weight, *mg.* | Колич. экземпляров Number of specimens | Сырой вес в *мг* Raw weight, *mg.* | Колич. экземпляров Number of specimens | Сырой вес в *мг* Raw weight, *mg.* | Сухой вес в *мг* Dry weight, *mg.* | Колич. экземпляров Number of specimens | Сырой вес в *мг* Raw weight, *mg.* | Сухой вес в *мг* Dry weight, *mg.* | Колич. экземпляров Number of specimens |
| 2—3 | 10 | 0,96 | — | — | — | 10 | 0,96 | — | — | — | — | — |
| 3—4 | 18 | 1,96 | — | — | — | 18 | 1,96 | — | 1 | 1,8 | — | — |
| 4—5 | — | — | — | — | — | 46 | 3,00 | 0,6 | 2 | 2,5 | — | 1 |
| 5—6 | — | — | — | — | — | 31 | 4,7 | — | 5 | 2,5 | — | 10 |
| 6—7 | — | — | — | — | 0,4 | 62 | 7,1 | 1,8 | 1 | 2,2 | — | 5 |
| 7—8 | — | — | — | 1 | 0,4 | 54 | 12 | — | — | — | — | 1 |
| 8—9 | 15 | 0,3 | 0,15 | — | — | 45 | 17 | — | — | — | — | — |
| 9—10 | 14 | 0,6 | 0,18 | 3 | 0,7 | 30 | 24 | — | — | — | — | — |
| 10—11 | 8 | 0,7 | 0,12 | 9 | 1,1 | 14 | 26 | 5,1 | 1 | 29 | 5,0 | — |
| 11—12 | 13 | 0,8 | 0,63 | 6 | 1,5 | 2 | 54 | — | 1 | 37 | — | — |
| 12—13 | 7 | 1,2 | 0,44 | 11 | 1,4 | 3 | 57 | — | 2 | 44 | 7,0 | — |
| 13—14 | 8 | 1,6 | — | 16 | 1,8 | 1 | 101 | — | 2 | 47 | 8,8 | — |
| 14—15 | 7 | 1,6 | — | 13 | 2,5 | — | — | — | — | — | — | — |
| 15—16 | 8 | 2,9 | — | 15 | 2,8 | — | — | — | 2 | 72 | — | — |
| 16—17 | 90 | 3,0 | 0,5 | 20 | 3,6 | — | — | — | 2 | 109 | 27 | — |
| 17—18 | 14 | 3,1 | 0,6 | 12 | 5,1 | — | — | — | 2 | 109 | — | — |
| 18—19 | 27 | 3,7 | 0,7 | 9 | 5,4 | — | — | — | 2 | 95 | 29 | — |
| 19—20 | 22 | 7,3 | 0,8 | 14 | 6,3 | — | — | — | 2 | 100 | 19 | — |
| 20—21 | 32 | 8,6 | 2,8 | 5 | 8,6 | — | — | — | — | — | — | — |
| 21—22 | 27 | 10 | 0,8 | 6 | 10 | — | — | — | — | — | — | — |
| 22—23 | 47 | 13 | 0,9 | 9 | 11 | — | — | — | — | — | — | — |
| 23—24 | 56 | 11 | 0,99 | 5 | 16 | — | — | — | — | — | — | — |
| 24—25 | 69 | 15 | 1,2 | 10 | 16 | — | — | — | — | — | — | — |
| 25—26 | 77 | 17 | 1,4 | 4 | 19 | — | — | — | — | — | — | — |
| 26—27 | 82 | 20 | 1,6 | 7 | 25 | — | — | — | — | — | — | — |
| 27—28 | 115 | 21 | 1,8 | 3 | 23 | — | — | — | — | — | — | — |
| 28—29 | 127 | 27 | 1,8 | 7 | 28 | — | — | — | — | — | — | — |
| 29—30 | 121 | 27 | 2,0 | 6 | 29 | — | — | — | — | — | — | — |
| 30—31 | 112 | 32 | 2,1 | 5 | 29 | — | — | — | — | — | — | — |
| 31—32 | 54 | 35 | 2,6 | 1 | 44 | — | — | — | — | — | — | — |
| 32—33 | 27 | 44 | 3,3 | 2 | 46 | — | — | — | — | — | — | — |
| 33—34 | 12 | 39,8 | 2,2 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 34—35 | 8 | 55 | 3,4 | 1 | 79 | — | — | — | — | — | — | — |
| 35—36 | 2 | 51 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 36—37 | 1 | 93 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 37—38 | 3 | 81 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

Продолжение табл. 3

Continuation of the table 3

| Размер в мм Size, mm. | Thysanoessa inermis | | | Thysanoessa raschii | | Thysanoessa longicaudata | | | Thysanoessa neglecta | | | Meganyctiphanes norvegica | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Колич. экземпляров Number of specimens | Сырой вес в мг Raw weight, mg. | Сухой вес в мг Dry weight, mg. | Колич. экземпляров Number of specimens | Сырой вес в мг Raw weight, mg. | Колич. экземпляров Number of specimens | Сырой вес в мг Raw weight, mg. | Сухой вес в мг Dry weight, mg. | Колич. экземпляров Number of specimens | Сырой вес в мг Raw weight, mg. | Сухой вес в мг Dry weight, mg. | Колич. экземпляров Number of specimens | Сырой вес в мг Raw weight, mg. |
| 2—3 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 3—4 | 1 | 0,6 | — | — | — | 10 | 0,82 | — | — | — | — | — | — |
| 4—5 | 4 | 1,3 | — | — | — | 14 | 1,2 | — | 3 | 1,9 | — | — | — |
| 5—6 | 6 | 2,0 | — | 3 | 1,7 | 36 | 2,0 | — | 18 | 3,1 | — | — | — |
| 6—7 | 23 | 3,0 | — | 4 | 2,5 | 71 | 2,9 | 1,2 | 17 | 3,9 | — | — | — |
| 7—8 | 35 | 4,2 | — | 2 | 5,0 | 40 | 3,7 | — | 25 | 6,1 | — | — | — |
| 8—9 | 55 | 6,4 | — | 2 | 4,9 | 28 | 6,9 | 1,4 | 19 | 10 | — | — | — |
| 9—10 | 70 | 9,4 | — | 3 | 6,5 | 30 | 10 | — | 11 | 13 | — | 3 | 7,2 |
| 10—11 | 29 | 12 | — | 1 | 8,0 | 23 | 12 | — | 5 | 20 | — | 4 | 11 |
| 11—12 | 14 | 17 | — | 1 | 12 | 8 | 17 | 8,8 | 1 | 29 | — | 8 | 15 |
| 12—13 | 21 | 25 | — | 1 | 20 | 6 | 26 | — | — | — | — | 11 | 17 |
| 13—14 | 14 | 31 | — | 2 | 21 | — | — | — | — | — | — | 18 | 24 |
| 14—15 | 16 | 40 | — | 4 | 33 | — | — | — | — | — | — | 10 | 31 |
| 15—16 | 20 | 51 | — | 6 | 38 | — | — | — | — | — | — | 8 | 38 |
| 16—17 | 24 | 57 | — | 9 | 42 | — | — | — | — | — | — | 12 | 46 |
| 17—18 | 22 | 79 | 27 | 9 | 58 | — | — | — | — | — | — | 8 | 53 |
| 18—19 | 25 | 90 | — | 7 | 65 | — | — | — | — | — | — | 2 | 59 |
| 19—20 | 12 | 100 | — | 4 | 70 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 20—21 | 8 | 117 | — | 3 | 100 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 21—22 | 1 | 104 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 2 | 93 |
| 22—23 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 23—24 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 24—25 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 2 | 196 |
| 25—26 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 26—27 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 27—28 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 28—29 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 29—30 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 30—31 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 31—32 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 1 | 284 |
| 32—33 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 33—34 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 34—35 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 35—36 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 36—37 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 37—38 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

**Продолжение табл. 3**
**Continuation of the table 3**

| Размер в мм Size, mm. | Dypleyes arctica | | Agnathia digitata | | | Aegineopsis laurentii | | Beroe cucumis | | Erytrops | | Clione limacina | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Колич. экземпляров Number of specimens | Сырой вес в мг Raw weight, mg. | Колич. экземпляров Number of specimens | Сырой вес в мг Raw weight, mg. | Сухой вес в мг Dry weight, mg. | Колич. экземпляров Number of specimens | Сырой вес в мг Raw weight, mg. | Колич. экземпляров Number of specimens | Сырой вес в мг Raw weight, mg. | Колич. экземпляров Number of specimens | Сырой вес в мг Raw weight, mg. | Колич. экземпляров Number of specimens | Сырой вес в мг Raw weight, mg. |
| 2—3 | — | — | — | — | — | 1 | 0,2 | 1 | 2,1 | — | — | — | — |
| 3—4 | 2 | 0,9 | — | — | — | 14 | 0,6 | 10 | 2,8 | — | — | — | — |
| 4—5 | 4 | 2,2 | 3 | 1,3 | — | 11 | 0,7 | 6 | 13 | — | — | — | — |
| 5—6 | 3 | 3,1 | 1 | 3,8 | — | 16 | 1,2 | 3 | 7,0 | 1 | 1,4 | 2 | 5,1 |
| 6—7 | 1 | 3,8 | — | — | — | 5 | 1,7 | 6 | 16 | 2 | 3,2 | — | — |
| 7—8 | — | — | 2 | 6,1 | — | 3 | 7,3 | 3 | 15 | 3 | 4,7 | 2 | 6,0 |
| 8—9 | 1 | 7,4 | — | — | — | 3 | 2,5 | 1 | 24 | — | — | — | — |
| 9—10 | — | — | 3 | 14 | 1,1 | — | — | Разм. 25 мм | | — | — | — | — |
| 10—11 | 1 | 12,2 | 6 | 21 | — | — | — | Вес 496 мг | | — | — | — | — |
| 11—12 | — | — | 4 | 24 | — | — | — | Разм. 33 мм | | — | — | — | — |
| 12—13 | — | — | 4 | 44 | 1,2 | — | — | Вес 314 мг | | — | — | — | — |
| 13—14 | — | — | 10 | 56 | 1,9 | 1 | 11,2 | — | — | — | — | 1 | 21 |
| 14—15 | — | — | 8 | 63 | 5,4 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 15—16 | — | — | 4 | 51 | 5,7 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 16—17 | — | — | 5 | 61 | 8,5 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 17—18 | — | — | 6 | 92 | — | 1 | 29,6 | — | — | — | — | — | — |
| 18—19 | — | — | 1 | 120 | — | 1 | — | — | — | — | — | — | — |
| 19—20 | — | — | 1 | 36 | — | — | — | — | — | — | — | 1 | 118 |
| 20—21 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 21—22 | — | — | 1 | 72 | — | — | — | — | — | — | — | 1 | 229 |
| 22—23 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 1 | 197 |

6. Изучение продолжительности жизни макропланктеров Баренцова моря показало, что *Meganyctiphanes norvegica*, *Themisto abyssorum*, *Thysanoessa inermis*, *Thysanoessa raschii*, *Thysanoessa longicaudata*, *Thysanoessa neglecta* и по аналогии с ними — *Thysanoessa libellula* имеют двухгодичный жизненный цикл.

Хотя в нашем материале отсутствовали личиночные стадии, но появление в большом количестве в определенное время года мелких организмов, круглогодичное присутствие организмов средней величины и исчезновение в определенное время крупных организмов дают нам основание считать цикл жизни этих организмов двухгодичным. У *Themisto abyssorum*, *Thysanoessa longicaudata* и *Thysanoessa inermis* мелкие организмы в большем количестве имеются с августа до декабря, следовательно отрождение происходит весной и летом. Крупные организмы у этих форм появляются с начала зимы и держатся до весны.

Несколько иную картину дают *Thysanoessa neglecta* и *Thysanoessa raschii*. Мелкие организмы у них появляются в большем числе с декабря по апрель, следовательно, отрождение происходит осенью в самое теплое время. К сожалению, по этим двум видам имелось мало материала. *Meganyctiphanes norvegica* явно примыкает к этим двум организмам, являясь ярким примером теплолюбивого вида.

В отношении *Sagitta elegans* и *Krohnia hamata* ввиду отсутствия материала за ряд месяцев судить о продолжительности жизни невозможно и можно лишь предполагать на основании нашего материала о наличии одногодового цикла жизни.

Другие виды представлены в нашем материале относительно слабо и судить о продолжительности их жизни невозможно.

7. В связи с циклом жизни стоит и сезонное изменение величины организмов. Средняя величина и вес макропланктеров меняются следующим образом (табл. 4).

*Таблица 4*

Table 4

**Изменение среднего веса и размера макропланктеров Баренцова моря в 1930 г.**

Variation in average weight and size of the macroplankton organisms of the Barents Sea in 1930.

| Организмы / Organisms — Месяцы 1930 г. / Months of 1930 | Thysanoessa inermis | Thysanoessa raschii | Thysanoessa longicaudata | Thysanoessa neglecta | Meganyctiphanes norvegica | Themisto abyssorum | Sagitta elegans | Krohnia hamata |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Декабрь—Январь / December—January | 15* / 9,6 | 35 / 13 | 4,5 / 6,7 | 6,7 / 7,9 | 40 / 15 | 20 / 8,5 | 7,5 / 16 | 8,8 / 19 |
| Февраль—Март / February—March | 22 / 10 | 55 / 18 | 3,4 / 6,7 | 2,9 / 7,3 | 47 / 16 | 26 / 7,7 | 17 / 24 | 5,9 / 18 |
| Апрель / April | 18 / 9,9 | 31 / 13 | 3,7 / 6,6 | 6,1 / 7,9 | 26 / 13 | 19 / 9,1 | 10 / 20 | 4,6 / 17 |
| Июнь / June | 49 / 14 | 66 / 18 | 8,0 / 8,0 | 29 / 11 | 57 / 15 | 8,0 / 6,2 | 8,8 / 15 | 8,9 / 19 |
| Август / August | 21 / 9,2 | 45 / 15 | 8,5 / 6,9 | 7,8 / 6,4 | — | 7,4 / 6,2 | — | — |
| Сентябрь / September | 97 / 17 | — | 29 / 12 | — | — | 8,4 / 6,0 | — | — |
| Ноябрь / November | 19 / 10 | 56 / 17 | 9,2 / 8,6 | 15 / 12 | 145 / 21 | 49 / 11 | — | — |
| Средний сырой вес в *мг* / Average raw weight, *mg.* | 25 | 44 | — | 8 | 48 | 11 | 8,5 | — |
| Размер в *мм* / Size, *mm* | — | 9 | — | 4 | 5 | — | 7,9 | — |

8. В распределении по глубине имеется одна общая для всех видов закономерность. Все виды, представленные в нашем материале, явно предпочитают летом глубинные слои, зимой — в темное время — поверхностные. Особенно ясно это выражено у организмов среднего и крупного размеров. Мелкие (молодые) организмы держатся преимущественно в поверхностном слое. Следовательно, меняется и средняя величина организмов; зимой она почти одинакова во всех слоях, а в светлое время года она больше в глубинных.

Сезонные перемещения макропланктона, особенно „криля", играют главнейшую роль в определении батипатии организмов, причем мы думаем, что это связано с биологическими причинами — поднятием организмов в поверхностные слои для размножения и отношением к свету. Сезонные изменения освещения в полярных морях имеют большое значение для вертикального распределения планктона. Предположить, что здесь имеет решающее значение температура — нельзя, так как большинство организмов живет при самых различных температурах, а сезонное изменение местообитания является общим. Интересно, что треска питается

* В числителе показан вес в *мг*, в знаменателе — размер в *мм*.

* The numerator shows weight in *mg.*, the denominator — size in *mm.*

в летнее время крупными планктическими ракообразными—„крилем", что говорит о значительных его скоплениях в придонных слоях в светлое время.

9. Из факторов среды главнейшими (в пределах нашего материала по Баренцову морю) являются температура и глубина. Другие факторы, как кислород, активная реакция и соленость не оказывают, повидимому, сильного влияния на численность. Все эти факторы очень мало менялись как по районам, так и по вертикальным слоям, благодаря чему было трудно установить их влияние на организмы. Для оценки значения данного фактора материал разбивался нами на условные размерные (возрастные) группы. Делать это совершенно необходимо, так как значение данного фактора меняется с возрастом, и экология различных возрастных групп может отличаться так же сильно, как экология разных видов.

Мелкие размеры (молодые организмы) в отношении глубины держатся преимущественно поверхностных слоев (100—0 *м*). Организмы более крупные совершают значительные перемещения в течение года, занимая в разное время (см. п. 8) разные слои. Эти сезонные изменения в населении различных слоев сильно вуалируют не только значение глубины, но даже и значение температуры. Большинство представителей криля — *Themisto abyssorum, Meganyctiphanes norvegica, Thysanoessa inermis* и *Thysanoessa longicaudata*—явно предпочитает „высокие" (в условиях Баренцова моря) температуры в 2—4°. Из них *Meganyctiphanes norvegica* предпочитает температуры еще более высокие в 3—5°. К этой же группе примыкает и *Sagitta elegans. Krohnia hamata* держится несколько особняком, давая большие количества и при температуре меньше 2°.

Температурные условия в 2—4° являются оптимальными для всего этого комплекса как в отношении численности, так и величины организмов. Сама по себе величина организма не является характеристикой оптимальности условий. Величина организма характеризует лишь возрастную ступень и показывает жизненный цикл данного вида. В зависимости от возраста оптимальные условия будут меняться. Там, где имеются определенные возрастные стадии, по величине организмов можно бывает судить о благоприятности условий среды.

Жизненный цикл необходимо рассматривать в связи с течениями, особенно с нордкапским течением, описывающим большой круг в Баренцовом море.

Имея материал лишь по разрезу, а не по сетке, очень трудно судить о значении течений. Наметившаяся связь величины организмов с распределением течений в отношении *Themisto abyssorum* и некоторых других видов говорит о возможности переноса форм из одного района в другой и росте в течение этого переноса.

Интересным является то, что ряд форм (*Thysanoessa inermis, Thysanoessa longicaudata. Krohnia hamata, Sagitta elegans*) по краям течений 69—70° и 75—77° N крупнее, чем в центральной части моря.

10. При сравнении величины организмов из центрального и южного районов (*Sagitta elegans. Themisto abyssorum* и некоторых других) видно, что развитие в центральном, более холодноводном, районе запаздывает по сравнению с более тепловодным — южным. Так, для *Sagitta* это запаздывание происходит на 1 месяц; почти то же и у некоторых других видов. Повидимому, это объясняется особенностями экологического порядка, а именно замедленным развитием в более холодноводном центральном районе. Произведенный биометрический анализ на расовый состав для *Themisto abyssorum* и др. не дает оснований для выделения организмов этих двух районов в расы.

Москва, 1935.

---

[1] См. работу Задульской Е. С. и Смирнова К., Суточный ход питания трески (настоящий выпуск).

# WEIGHT AND ECOLOGICAL FEATURES OF THE MACRO-PLANKTON ORGANISMS OF THE BARENTS SEA

*By B. G. Bogorov*

## SUMMARY

### I. INTRODUCTION

This paper is a sequal to those published earlier dealing with the determination of the weight characteristic of plankton organisms of the Barents Sea.

The aim of this work is to determine the average weight for organisms of different size. For age criterion we have taken the size of the body, due to the fact, that the stage of development of plankton macroorganisms, having passed the larval stages, is not easy to determine.

For determining some features of ecology and of the interrelation of size of organisms with the medium we made numerous measurements and weighings of different organisms. A special material is needed for elucidating the questions mentioned above; however, we endeavoured to obtain some data of approximate character, bearing in mind the importance of investigating the length of life and interrelation of organisms with medium in order to determine the productivity of the sea.

For quite a number of species the material at hand was rather scarce, but it gurs some figures on the order of weight of the organisms (particularly in Coelenterata).

The number of specimens weighed is shown in the tables, these data allowing us to determine at once the degree of accuracy of the given average weight. In cases when the figures were obtained from a small number of weighings these figures are given in brackets.

In tables of average weighs the figures representing the weight of organisms not exeeding 10 *mg.* have been averaged to 0.1 *mg.* those exceeding 10 *mg* — to whole numbers.

Since this short summary is too limited to give a detailed exposition of the russian text, we direct those interested in separate species to tables and drawings with translated headings. The russian letters on the drawings mean: *мг* — milligrams, *мм* — milllimetres, экз. — number of individuals.

### II. MATERIAL

We used for the present investigation the material, supplied by the Barents Sea plankton catches of the Institute of Marine Fisheries and Oceanography (formerly the State Oceanographical Institute), mainly of 1930.

The material was collected chiefly by means of a Nansen's silk net No. 3, 50 *cm.* diameter partly with an egg-net 80 *cm.* diameter, and a fry trawl.

Nansen's net is evidently too largely-meshed for sampling the macroplankton, only a few single specimens being present in the sample as a result. Particularly scarce was the material representing the northern region, only summer and autumn catches being available. In other seasons these regions are covered with ice, therefore hardly any material for the whole year is likely to be obtained.

We divide the Barents Sea into a number of regions as has been done for Copepoda:

I. The first region, covering the space from the Murman coast to 75° N — „Southern region".

II. The second region being located between 75 to 77° N — „Contralregion".

III. The third region occupying the northern part of the Barents Sea northward from 77° N — „Northern region".

These regions differ widely in temperature. The first one is characterized by high positive temperatures, about 5° on the average; the second region — by positive temperatures, averaging 1°, and the third region by negative temperatures averaging — 0,5°.

Other hydrological data for these regions show a smaller range of variation. The salinity of the northern part of the Barents Sea (up to 77°) is lower than that of the southern. The oxygen saturation is very high throughout (from 80 to 100%); at some stations it even exceeds 100%. The pH data vary but slightly, ranging about 8.

Thus the temperature proves to be the most variable factor.

## III. METHODS

The characteristic feature of weight investigation of macroplankton organisms is the possibility of weighing each organism separately.

The material was determined mainly for raw weight and body size, dry weight determinations having been possible only in a few cases. When weighing raw material a considerable evaporation of moisture occurs (fig. 2) so that it must bedone during the first three minutes. Within a 10 minutes interval the organism loses 39% of its weight.

## IV. RESULTS AND GENERAL CONCLUSIONS

1. In results of the present work we obtained data on species of macroplankton organisms. About 3000 weighings have been made. Chief attention was paid to Amphipoda, Euphausiacea and Chaetonatha.

2. A summary tables show the average weight and size of species and average weight of organisms of different size (see also individual figures). The table and figures supply information on the weight of different size groups for the investigation of plankton biomass and the feeding of plankton-consuming organisms.

3. The study of the length of life of macroplankton organisms of the Barents Sea has shown that *Meganyctiphanes norvegica, Themisto abyssorum, Thysanoessa inermis, Thysanoessa raschii, Thysanoessa longicaudata, Thysanoessa neglecta* and as being analogous with those *Themisto libellula* have a two-year life cycle (see the corresponding tables and figures).

Although the larval stages were absent in our material, we have full reason to assume the life cycle to be of a two-year duration judging by the great quantity of small organisms present at definite times of the year, by the presence throughout the year of medium sized organisms and by the disappearance at definite times of the large organisms. It follows that the length of life of the small and large organisms is of about a half-year duration, that of the medium-sized about a year.

The small specimens of *Themisto abyssorum, Thysanoessa longicaudata* and *Thysanoessa inermis* appear in great numbers from August to December, hence reproduction takes place in spring and summer. The large organisms of these forms appear early in winter and are found up to spring.

The occurrence of *Thysanoessa neglecta* and *Thysanoessa raschii* presents a somewhat different picture, the small organisms abounding from December to April, which shows that reproduction takes place in the warmest time in autumn.

Unfortunately, the re was very little material on these two species. *Meganyctiphanes norvegica* follow the above two species closely giving a good example of a warm water (thermophilic) species.

The material on *Sagitta elegans* and *Krohnia hamata* is lacking for a number of months, which makes it difficult to judge the length of life of the species. We presume these species to have a one-year life cycle, basing our presumption on the rapid transition (within half a year) of maximum quantities of specimens from small to big followed by reappearance of the young.

The other species are rather poorly represented in our material and are of no use in forming a judgement on the length of life.

The seasonal variations of the size of organisms are related to the cycle of life.

4. Concerning depth distribution, one common feature was observed, being particularly characteristic for Crustacean. All species prefer the deep water layers during light seasons — summer (when in polar conditions it is light throughout the 24 hours) and the surface layers during dark seasons — wintertime (when in polar conditions they have night throughout the 24 hours).

This is particulary observed in medium and large sized organisms. The smallsized organisms appear mainly in the surface layer.

The average size of organisms is also subject to fluctuations. In winter they are of about the same size being larger in the deep layers during the light season of the year.

The seasonal migration of macroplankton, especially of „Krill" (Crustacean) play a conspicuous role in the determination of bathypathy of plankton organisms. Thus the seasonal vertical distribution of macroplankton is connected with the seasonal variation of illumination conditions in the polar seas. Besides, the rising of large organisms to the surface layers in winter is connected with processes of reproduction (occuring, as we presume, in this time of the year for the majority of species).

The temperature has little if at all to do with this phenomenon, the majority of organisms existing in most variegated temperature conditions, whereas the change of place of inhabitance is common to all.

It is worthy of note that in summer time the cod feeds on macroplankton Crustacean — the "Krill" which proves the abundance of the latter in bottom layers during the light time of the polar year.

Temperature and depth have proved to de the leading factors within the Barents Sea (as far as material at hand shows). Other factors, such as oxygen, pH and salinity have no strong effect either upon quantity or preference of organisms of different sizes. The reason may be supposed to lie in the general constancy of the above factors throughout the Barents Sea, both in different areas and in vertical layers.

In order to determine the importance of a given factor we divided our material into arbitrary size groups. This was absolutely necessary due to the fact that the importance of a given factor for the species varies with age, i. e., that the ecology of different age groups varies quite as widely as that of different species.

The small sized organisms, as far as depth is concerned, keep mainly in the upper layers-100 — 0 *m.* deep. The larger organisms shift considerably throughout the year, inhabiting different layers at different seasons of the year.

These seasonal variations in the population of different layers is a big obstacle to the elucidation of the importance not only of the depth factor but also of the temperature factor. The majority of the "Krill" specimens: *Themisto abyssorum, Meganyctophanes norvegica, Thysanoessa inermis* and *longicaudata* show a marked preference for relatively „high" 2 to 4° temperatures (in the Barents Sea conditions). *Meganyctophanes norvegica* shows a liking to even higher temperatures 3 — 5° C. *Sagitta elegans* belongs to the same

group. *Krohnia hamata* stands somewhat apart, being abundant under temperatures below 2° C.

The temperature conditions of 2 to 4° have been shown to be optimal for the whole above complex of organisms both for size and number. Size of the organisms alone is no criterion for the optimum of conditions. It characterizes only the age stage and life cycle of the given species. The optimal conditions vary, depending from the age of the organisms. Where definite age stages may be observed, the size of organisms enables one to judge the optimum of medium conditions.

When studying the life cycle, the currents are to be taken into account especially the warm Atlantic current, forming a large circle in the southern and central parts of the Barents Sea. With material available only for one part of the sea and not for the net work of stations, it is very difficult to estimate effect of the currents.

The relationship noted between the size of organisms and the distribution of currents as far as *Themisto abyssorum* and some other species are concerned speaks in favour of the possibility of the transport of forms from one area to another and of their growth during the way.

It is interesting to note that in a number of forms: *Thysanoessa inermis*, *Thysanoessa longicaudata*, *Sagitta elegans*, *Krohnia hamata* and others the organisms occurring at the borders of currents—69° to 70° and 75°—77° are larger than those from the central part of the sea.

When comparing the size of organisms from the central and the southern areas (*Sagitta elegans*, *Themisto abyssorum* and some others) it becomes clear that the development of organisms from the central colder area lags behind that of forms found in the warmer southern area. Thus *Sagitta* is one month behind, about the same holding true for some other species. This is evidently due to ecological features, namely to the development being handicapped in the colder central region.

Biometrical investigations of *Themisto abyssorum* and of some other species give no reason for dividing the organisms of the above two regions.

Moscow, 1935.

## ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА


1. Богоров В. Г., Весовая характеристика планктеров Баренцова моря. Copepoda. Бюллетень ВНИРО № 2, М., 1934.

1. Bogorov B. G. On the weight characteristic of the plankton organisms of the Barents Sea. Copepoda. Bull. No 2. Scient. Inst. Mar. Fish. and Oceanogr. M., 1934.

2. Bogorov B. G., Seasonal changes in biomass of *Calanus finmarchicus* in Plymouth Area in 1930. Journ. Mar. Biolog. Assoc., 1934.

3. Боруцкий Е. В., К вопросу о технике количественного учета донной фауны. I. Труды Лимнологической станции в Косине, вып. 17, М., 1934.

3. Borutzky E. W., Zur Frage über die Technik der quantitativen Untersuchungen der Bodenfauna. II. Arbeiten d. limnologischen Station zu Kossino, Lief. 17, M., 1934.

4. Боруцкий Е. В., К вопросу о технике количественного учета донной фауны. III. Труды Лимнологической станции в Косине, вып. 18, М., 1934.

4. Borutzky E. W., Zur Frage über die Technik der quantitativen Untersuchungen der Bodenfauna. III. Arbeiten d. limnologischen Station zu Kossino, Lief. 18, M., 1934.

6. Russell F. S., On the Biology of *Sagitta*. The Breeding and Growth of *Sagitta elegans* Verill in the Plymouth Area, 1930—1931. Journ. Mar. Biolog. Assoc., Vol. 18, 1932.

7. Russell F. S., On the Biology of *Sagitta* II. The Breeding and Growth of *Sagitta setosa* J. Müller in the Plymouth Area, 1930—1931 with a Comparison with that of *Sagitta elegans* Verill. Journ. Mar. Biolog. Assoc., Vol. 18, 1932.

8. Монтеафиан Б. П., Зоопланктон прибрежных вод Западного Мурмана (настоящий сборник).