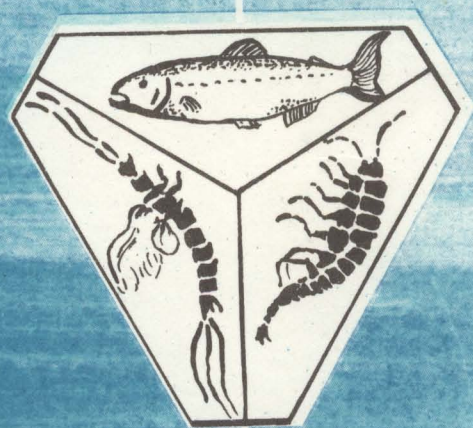


Трунова 1989Г, с

АКАДЕМИЯ НАУК СССР  
PRIVATE LIBRARY  
OF WILLIAM L. PETERS

СИСТЕМАТИКА  
И ЭКОЛОГИЯ  
РЕЧНЫХ  
ОРГАНИЗМОВ



Владивосток 1989

## РОСТ И ПРОДУКЦИЯ ПЯТИ ВИДОВ ЛИЧИНОК ПОДЕНОК СЕМЕЙСТВА EPHEMERELLIDAE РЕКИ КЕДРОВАЯ (ЮЖНОЕ ПРИМОРЬЕ)

Т. М. Тиунова

*Биолого-почвенный институт ДВО АН СССР, Владивосток*

Во многих водотоках личинки поденок составляют большую часть биомассы и продукции макробентоса. Весьма велико значение поденок в пище рыб, населяющих горные и предгорные реки. По данным О. А. Черновой (1952), в питании таких рыб, как ленок, хариус, осетр, личинки поденок в летний период составляют от 81 до 100% от общего числа животных. Большинство личинок поденок входят как постоянный компонент в рацион мальков лососей. Так, в соотношении пищевых компонентов в питании мальков, мигрирующих по Уссури и Амуру, поденки выходят на первое место (Леванидова, 1968).

Несмотря на то что личинки поденок играют значительную роль в функционировании донного сообщества, до сих пор остаются не исследованными такие аспекты их экологии, как рост личинок, закономерности, определяющие скорости роста и процесса продуцирования, влияние важнейших факторов среды обитания на эти процессы.

В настоящей работе изложены данные по росту реофильных личинок 5 видов поденок сем. Ephemerellidae и оценена продукция, создаваемая их популяциями.

Рост личинок поденок изучали в р. Кедровая заповедника «Кедровая падь» в 1984—1985 гг. Наблюдения за ростом животных производились в специально изготовленных садках, которые устанавливались в естественных местах обитания личинок поденок (Тиунова, 1987).

Материалом для расчета продукционных характеристик послужили серийные количественные сборы бентоса 1979—1980 гг. в р. Кедровая. Сборами был охвачен сравнительно однородный участок среднего течения реки протяженностью около 6 км, на котором было выбрано 10 станций, отстоящих друг от друга приблизительно на 0,5 км. Все станции были приурочены к перекатам. На каждой станции с июля 1979 по август 1980 г. ежемесячно отбирались две пробы (Кочарина и др., 1987). Количественные сборы зообентоса производились с помощью бентометра конструкции В. Я. Леванидова (1976). Собранный материал фиксировался 4%-м раствором формалина.

### Зависимость массы тела личинок от их длины

В подавляющем большинстве случаев для описания соотношения между линейными размерами и массой самых разных видов животных используется уравнение аллометрического роста (Винберг, 1971):

$$W=q \cdot L^b,$$

где  $W$  — масса тела (мг);  $L$  — длина тела (мм);  $q$  и  $b$  — константы.

Изменения сырой массы тела личинок 8 видов поденок 3 семейств в процессе их роста показаны на рис. 1, рассчитанные величины параметров соответствующих уравнений приведены в табл. 1. Как видно из полученных данных (рис. 1, табл. 1), зависимости массы от длины тела у личинок *Drunella aculea* Allen, *D. triacantha* (Tshern.), *D. cryptomeria* (Iman.), *D. solida* (Baik.), *Cincticostella levanidovae* Tshern., *Cinygmula grandifolia* Tshern., *Epeorus gornostajevi* Tshern. оказались между собой близкими и не имеют достоверных различий. Значения параметра  $q$  для этих видов различаются всего в 1,8 раза. На основании этого по 251 измерению было рассчитано общее уравнение для представителей семейств Ephemerellidae и Heptageniidae:

$$W = (0,036 \pm 0,002) L^{(2,806 \pm 0,030)} \quad (1)$$

Относительные ошибки значений параметров уравнения (1) составляют  $m_q = 5,6\%$ ,  $m_b = 1,1\%$ , коэффициент корреляции 0,99.

Обращает на себя внимание уравнение, рассчитанное для *Baetis fuscatus* L. (рис. 1, Б):

$$W = (0,028 \pm 0,003) L^{(2,660 \pm 0,030)} \quad (2)$$

При сопоставлении уравнений (1) и (2) оказалось, что они достоверно

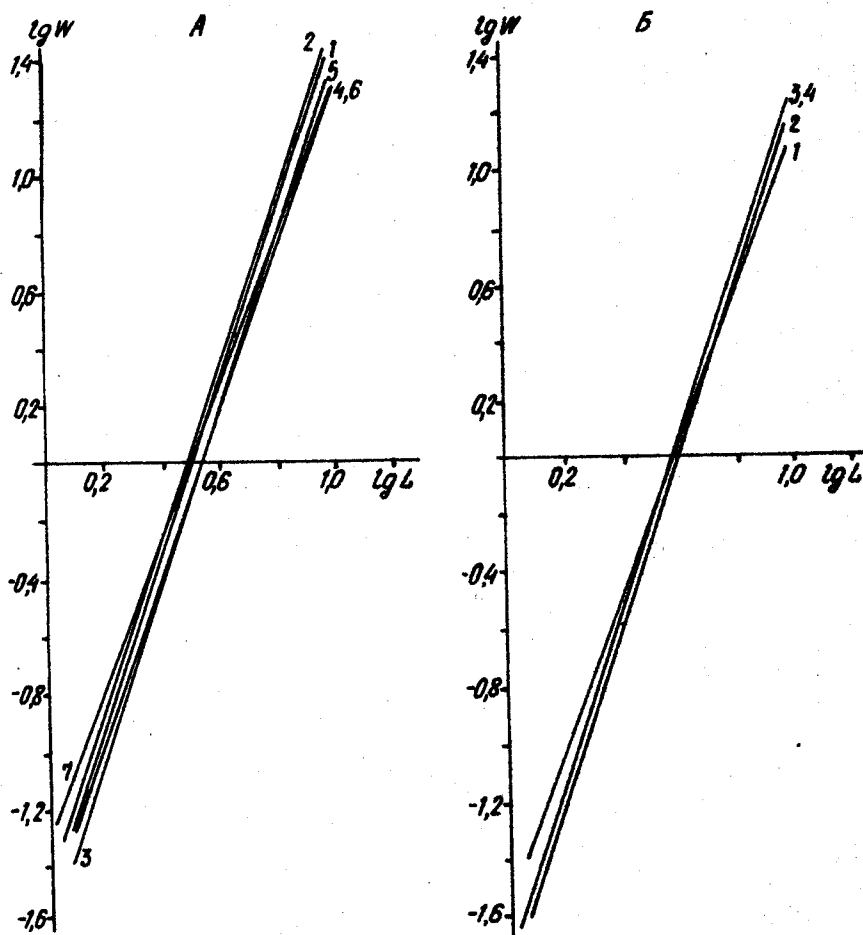


Рис. 1. Зависимость логарифма массы тела ( $\lg W$ , мг) личинок от логарифма их длины ( $\lg L$ , мм). А: 1 — *D. solida*, 2 — *D. aculea*, 3 — *D. cryptomeria*, 4 — *D. triacantha*, 5 — *C. levanidovae*, 6 — *C. grandifolia*, 7 — *E. gornostajevi*; Б: 1 — *B. fuscatus*, 2 — *Baetis* sp., 3 — *Cl. simile*, 4 — *Pr. ornatum*

отличаются друг от друга и не перекрываются в исследованном диапазоне масс (рис. 2).

Кроме того, на рис. 1, Б нанесены линии регрессии уравнений такого же типа зависимостей для лимнофильных видов: *Baetis* sp., *Cloeon simile*, *Procladius opatium* (Голубков, 1979а). Как видно из рис. 1, Б, линии регрессии располагаются в пределах данных, описанных уравнением (2). Учитывая, что уравнение (2) рассчитано для значительно большего диапазона размеров личинок этого семейства по сравнению с другими (табл. 1), можно считать его достаточно точно аппроксимирующим зависимость массы тела личинок сем. *Baetidae* от их длины.

Таким образом, значения показателей степени в уравнениях (1) и (2) оказались меньше 3 и могут меняться при данной точности исследования ( $m_b = 0,03$ ) от 2,776 до 2,836 и от 2,634 до 2,694 соответственно. Это указывает на то, что у изученных животных преобладает рост с отрицательной аллометрией. И это закономерно, так как у исследованных представителей семейств *Ephemerelellidae* и *Heptageniidae* форма тела в процессе роста становится более уплощенной, более широкой. Наиболее выражена отрицательная аллометрия у *B. fuscatus* ( $b=2,660$ ), что связано со значительным удлинением формы тела в процессе роста.

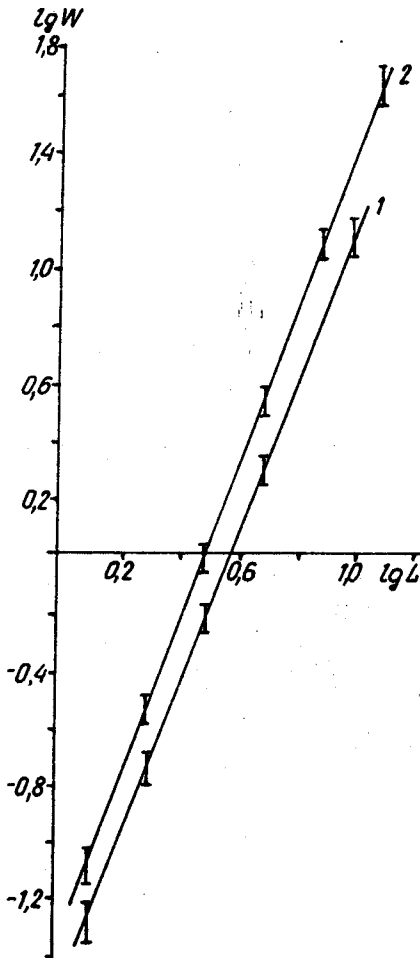


Рис. 2. Зависимость логарифма массы тела ( $\lg W$ , мг) личинок от логарифма их длины ( $\lg L$ , мм) для семейств. 1 — *Ephemerelellidae* и *Heptageniidae*, 2 — *Baetidae*

видно из полученных данных, скорости роста у личинок *D. aculea*, *D. triacantha*, *D. cryptomeria*, *D. solida* и *C. levanidovae* оказались между собой близкими и во всем диапазоне изученных масс не имеют достоверных различий (рис. 3). Это позволило объединить наши результаты скоростей роста у личинок 5 видов поденок и вывести общее уравнение для сем. *Ephemerelellidae* (рис. 4):

$$dW/dt = (0,056 \pm 0,002) W^{(0,814 \pm 0,019)} \quad (3)$$

#### Рост личинок поденок

Обработка данных по росту производилась с помощью уравнения зависимости скорости роста животного от массы его тела (Винберг, 1966, 1968, 1975);  $dW/dt = N \cdot W^m$ , где  $dW/dt$  — скорость роста (мг/сут), рассчитанная в интервалы времени ( $t_2 - t_1$ ), равные продолжительности времени между линьками (Тиунова, 1987);  $W$  — масса животного (мг);  $N$  и  $m$  — константы.

С использованием способа, учитывающего прирост массы тела в течение межличиночного интервала, а не за равные промежутки времени, были получены уравнения связи  $dW/dt$  с  $W$  для личинок поденок 5 видов сем. *Ephemerelellidae*. Параметры рассчитанных уравнений сведены в табл. 2. Как

Таблица I

Параметры (q, b) уравнений зависимости массы тела (W) от длины (L) у личинок поденок

Вид	Число	Пределы L, мм	Пределы W, мг	q	b	$\pm m_q$	$\pm m_b$	r
<i>D. solida</i> *	34	1,9—12,6	0,19—52,5	0,081	2,914	0,005	0,058	0,99
<i>D. aculea</i> *	37	1,0—15,4	0,03—115,0	0,032	2,952	0,003	0,029	0,99
<i>D. cryptomeria</i> *	30	1,7—9,5	0,12—26,5	0,026	3,028	0,002	0,036	0,99
<i>D. triacantha</i> *	35	1,5—12,6	0,10—55,6	0,040	2,609	0,002	0,026	0,93
<i>C. levanidovae</i> *	32	1,3—11,3	0,10—33,5	0,038	2,747	0,006	0,050	0,99
<i>C. grandifolia</i> *	40	0,8—14,6	0,01—67,5	0,032	2,820	0,003	0,020	0,99
<i>E. gornostajevi</i> *	43	0,7—13,8	0,01—57,5	0,048	2,632	0,005	0,025	0,99
<i>B. fuscatus</i> *	32	1,0—9,4	0,02—13,5	0,028	2,660	0,003	0,030	0,99
<i>Baetis</i> sp.**	—	2,5—9,0	—	0,017	2,950	0,003	0,120	—
<i>Cloeon sirmile</i> **	—	2,2—9,0	—	0,019	2,940	0,003	0,100	—
<i>Proclaeon ornatum</i> **	—	2,5—9,0	—	0,019	2,920	0,003	0,090	—

\* Данные автора.

\*\* С. М. Голубков, 1979а, б.

Примечание.  $m_q$  — ошибка значений параметра q;  $m_b$  — ошибка значений параметра b; r — коэффициент корреляции.

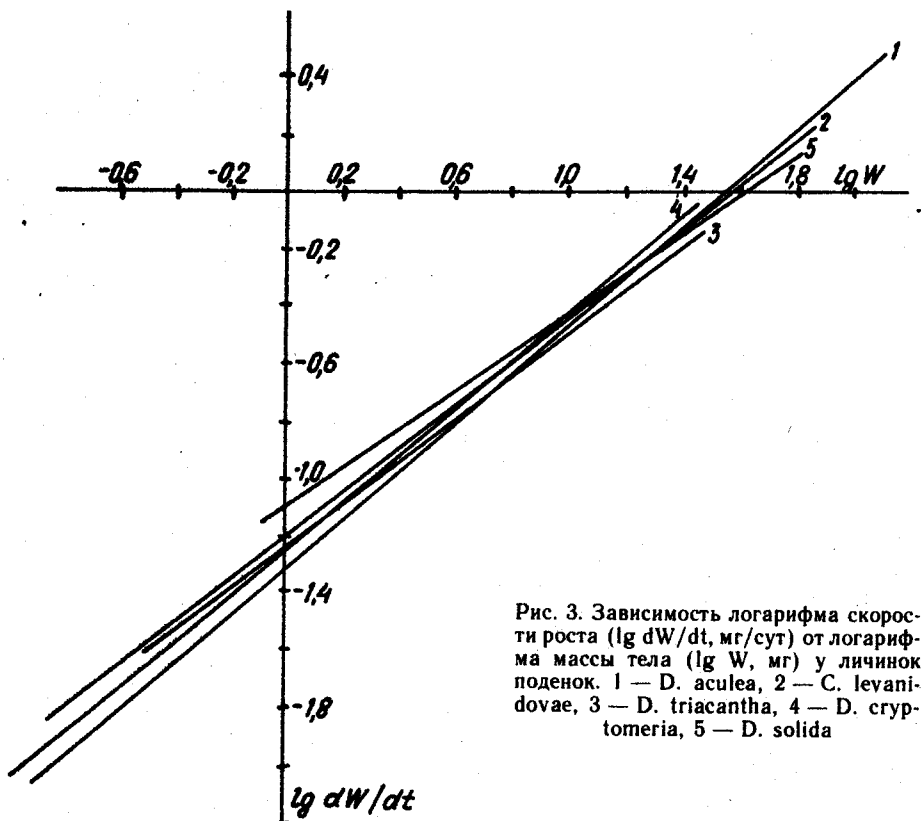


Рис. 3. Зависимость логарифма скорости роста ( $\lg dW/dt$ , мг/сут) от логарифма массы тела ( $\lg W$ , мг) у личинок поденок. 1 — *D. aculea*, 2 — *C. levani-dovae*, 3 — *D. triacantha*, 4 — *D. cryptotomeria*, 5 — *D. solida*

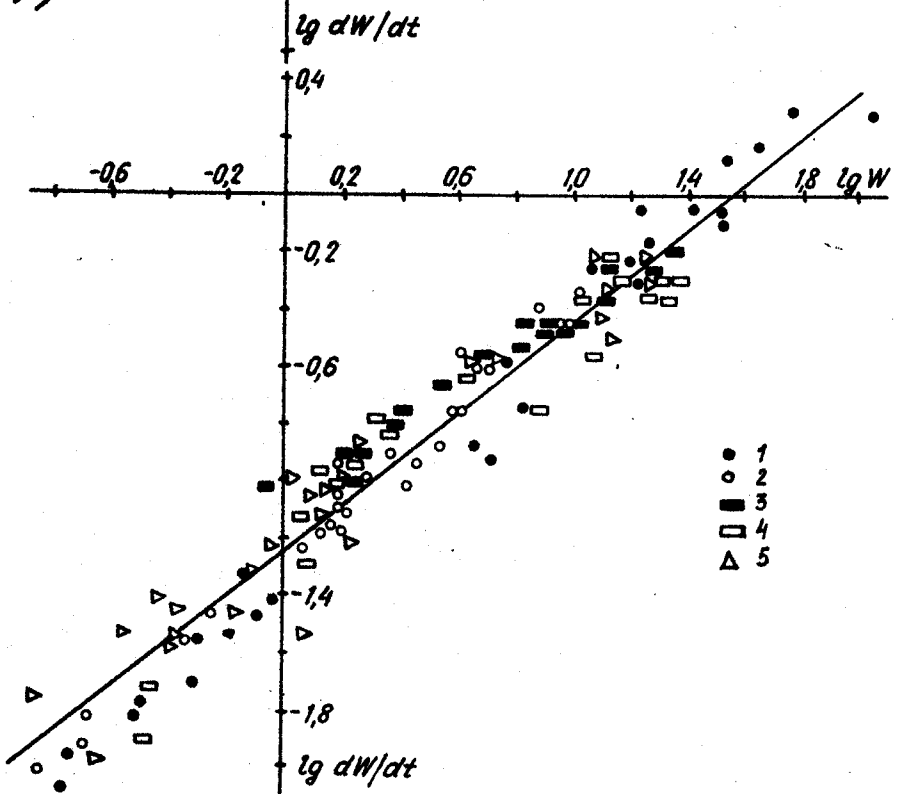


Рис. 4. Зависимость логарифма скорости роста ( $\lg dW/dt$ , мг/сут) от логарифма массы тела ( $\lg W$ , мг) у личинок поденок сем. Ephemerelellidae. 1 — *D. aculea*, 2 — *D. cryptotomeria*, 3 — *D. triacantha*, 4 — *D. solida*, 5 — *C. levani-dovae*

Уравнение (3) рассчитано по 121 измерению при средней температуре 11,5° С. Относительные ошибки параметров в уравнении (3) не превышают 3,6 и 2,3% соответственно.

Таким образом, наши наблюдения свидетельствуют о том, что зависимости скоростей роста от массы тела у личинок одного семейства не имеют достоверных различий на видовом и родовом уровнях.

По уравнениям зависимости скорости роста от массы тела (табл. 2) можно рассчитать зависимость массы от продолжительности развития:

$$W_t = W_1 \cdot (\tau + t_0)^{1/n},$$

где  $W_t$  — масса животного ко времени  $\tau$ ;  $\tau$  — продолжительность развития ( $\tau = t - t_0$ );  $t_0$  — условное время, необходимое животному, чтобы достигнуть  $W_t = 0$  до  $W_0$  (т. е. до момента рождения). При  $\tau = 0$  имеем  $W_0 = W_1 \cdot t_0^{1/n}$ , откуда  $t_0 = (W_0/W_1)^n$ . При этом  $n = 1 - a/b$ ,  $W_1 = N^{1/n} \cdot n^{1/n}$ . Такой способ расчета к личинкам поденок был применен ранее в работах С. М. Голубкова (1979б, 1981), где он убедительно доказал, что приравнивание массы отродившейся личинки к нулю ( $t_0 = 0$ ) приводит к значительным ошибкам.

Таблица 2  
Коэффициенты (N) и (m) в уравнениях зависимости скорости роста ( $dW/dt$ , мг/сут) от массы тела (W, мг) личинок

Вид	$N \pm m_N$	$m \pm m_m$
<i>D. triacantha</i>	0,059 ± 0,007	0,752 ± 0,034
<i>D. cryptomeria</i>	0,053 ± 0,004	0,863 ± 0,019
<i>D. aculea</i>	0,047 ± 0,002	0,863 ± 0,014
<i>D. solida</i>	0,099 ± 0,007	0,680 ± 0,020
<i>C. levanidovae</i>	0,059 ± 0,004	0,798 ± 0,045

Если учесть, что масса новорожденной личинки *D. triacantha* приблизительно равна 0,01 мг, а перед линькой в субимаго около 50 мг, *D. solida* — 0,01 и 60 мг соответственно, *D. cryptomeria* — 0,005 и 30 мг, *C. levanidovae* — 0,005 и 40 мг, *D. aculea* — 0,01 и 200 мг соответственно, то можно рассчитывать зависимость массы тела от продолжительности развития у этих животных:

$$\begin{aligned} D. triacantha & W_t = 4,038 \cdot 10^{-8} \cdot (\tau + 22)^{4,03} & (4) \\ D. cryptomeria & W_t = 6,575 \cdot 10^{-17} \cdot (\tau + 70)^{7,52} & (5) \\ D. aculea & W_t = 1,015 \cdot 10^{-16} \cdot (\tau + 83)^{7,30} & (6) \\ D. solida & W_t = 2,065 \cdot 10^{-5} \cdot (\tau + 7)^{3,13} & (7) \\ C. levanidovae & W_t = 3,000 \cdot 10^{-10} \cdot (\tau + 34)^{4,95} & (8) \end{aligned}$$

Продолжительность периода роста ( $t_b - t_0$ ) исследованных животных рассчитывается по формуле:

$$t_b - t_0 = W_1^{-n} (W_b^n - W_0^n),$$

где  $W_0$  — масса отродившейся личинки (мг);  $W_b$  — масса нимфы перед линькой в субимаго (мг). Из уравнений (4)–(8) длительность личиночного развития при температуре 11,5° С будет составлять у личинок *D. triacantha* 158 дн., у *D. cryptomeria* 153, у *D. aculea* 238, у *D. solida* 110 и у *C. levanidovae* 200 дн. Из полученных данных видно, что наибольшая продолжительность развития личинок (200–240 дн.) за период их активного роста при средних температурах характерна для *D. aculea* и *C. levanidovae*; наименьшая (110–160 дн.) — для *D. solida*, *D. triacantha* и *D. cryptomeria*. Это вполне согласуется с данными, полученными ранее для этих видов поденок (Тиунова, 1982). Напомним, что все исследованные нами виды сем. Ephemerellidae имеют одногодичный жизненный цикл. При этом личинки *D. aculea* и *C. levanidovae* развиваются в течение всего года и лишь в зимние месяцы (январь, февраль) наблюдается задержка их роста. Виды *D. solida*, *D. triacantha* и *D. cryptome-*

гия относятся к видам с быстрым развитием. Для этих поденок характерен быстрый рост в течение весенне-летнего периода, когда за 4—4,5 мес личинки вырастают и покидают водоем.

### Продукция популяций личинок поденок

Продукцию популяций личинок поденок рассчитывали на основе полученных характеристик роста, изучения динамики численности и размерного состава популяций, учитывающего прирост отдельных размерных групп животных. Такой метод более строго соответствует понятию продукции как скорости образования биомассы в популяции (Алимов, 1981).

Напомним, что продукция  $i$ -й возрастной группы ( $P_i$ ) рассчитывается следующим образом:

$$P_i = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} (\Delta W_i / \Delta t) N_i, \text{ при } t \rightarrow 0 \quad P_i = (dW_i / dt) N_i,$$

где  $W_i$  — прирост особей  $i$ -й возрастной группы,  $N_i$  — численность данной возрастной группы за отрезок времени  $\Delta t$ . Продукция всей популяции в рассматриваемый момент времени представляет собой сумму продукции отдельных возрастных групп:

$$P = \sum_{i=0}^k P_i.$$

Величины продукции определялись за каждый месяц с июля 1979 по август 1980 г. и за весь период наблюдений.

Проиллюстрируем расчет продукции ( $P_i$ ) с учетом прироста особей отдельных возрастных групп, динамики численности и возрастного состава на примере популяции личинок *D. aculea*. В популяции с 16 августа по 15 сентября по длине тела были выделены 18 размерных групп животных с интервалом в 0,1 мм (табл. 3). Массу особи определяли на основе рассчитанных для личинок *D. aculea* уравнений зависимости массы тела ( $W$ ) от длины ( $L$ ):

$$W = 0,032 L^{2,952},$$

абсолютной скорости роста ( $dW/dt$ ) от массы тела:

$$dW/dt = 0,047 W^{0,862}.$$

Таблица 3  
Весовые характеристики и продукция размерных групп личинок *D. aculea* с 16 августа по 15 сентября 1979 г. в р. Кедровая при температуре воды 13,5° С

№ группы	$L_i$ , мм	$W_i$ , мг	$dW_i/dt$ , мг/сут	$N_i$ , экз./м <sup>2</sup>	$P_i$ , мг/м <sup>2</sup>
1	1,0	0,03	0,003	1	0,060
2	1,2	0,05	0,004	1	0,095
3	1,3	0,07	0,006	4	0,509
4	1,4	0,09	0,007	2	0,440
5	1,5	0,11	0,008	4	1,042
6	1,6	0,13	0,010	13	3,909
7	1,8	0,18	0,013	12	4,762
8	1,9	0,21	0,015	8	3,646
9	2,0	0,25	0,017	11	5,797
10	2,1	0,29	0,019	8	4,811
11	2,2	0,33	0,022	6	4,036
12	2,3	0,37	0,024	4	2,964
13	2,4	0,42	0,027	2	1,655
14	2,5	0,48	0,030	1	0,927
15	2,6	0,54	0,033	1	1,026
16	2,8	0,67	0,040	1	1,237
17	3,0	0,82	0,048	1	1,473
18	1,7	0,15	0,008	14	3,298
За месяц					41,687



При расчете продукции отдельных размерных групп и популяции в целом использовались гистограммы размерного состава популяции (рис. 5). Так, с 16 августа по 15 сентября 1979 г. продукция популяции личинок *D. asclea* в среднем за сутки оказалась равной  $0,001 \text{ г/м}^2$ , или  $0,042 \text{ г/м}^2$  за месяц (табл. 3). Аналогичным образом с учетом изменения температуры в реке вычислялись величины продукции в другие сроки для остальных видов (рис. 6, 7, табл. 4). Надо отметить, что продукция популяций личинок поденок рассчитывалась на единицу площади места их обитания за время, соответствующее интенсивному росту личинок. Для тех видов, которые практически прекращают расти в зимние месяцы, продукция, рассчитанная за вегетационный сезон, рассматривалась как годовая. Величины продукции популяций исследованных видов личинок поденок за вегетационный сезон приведены в табл. 4.

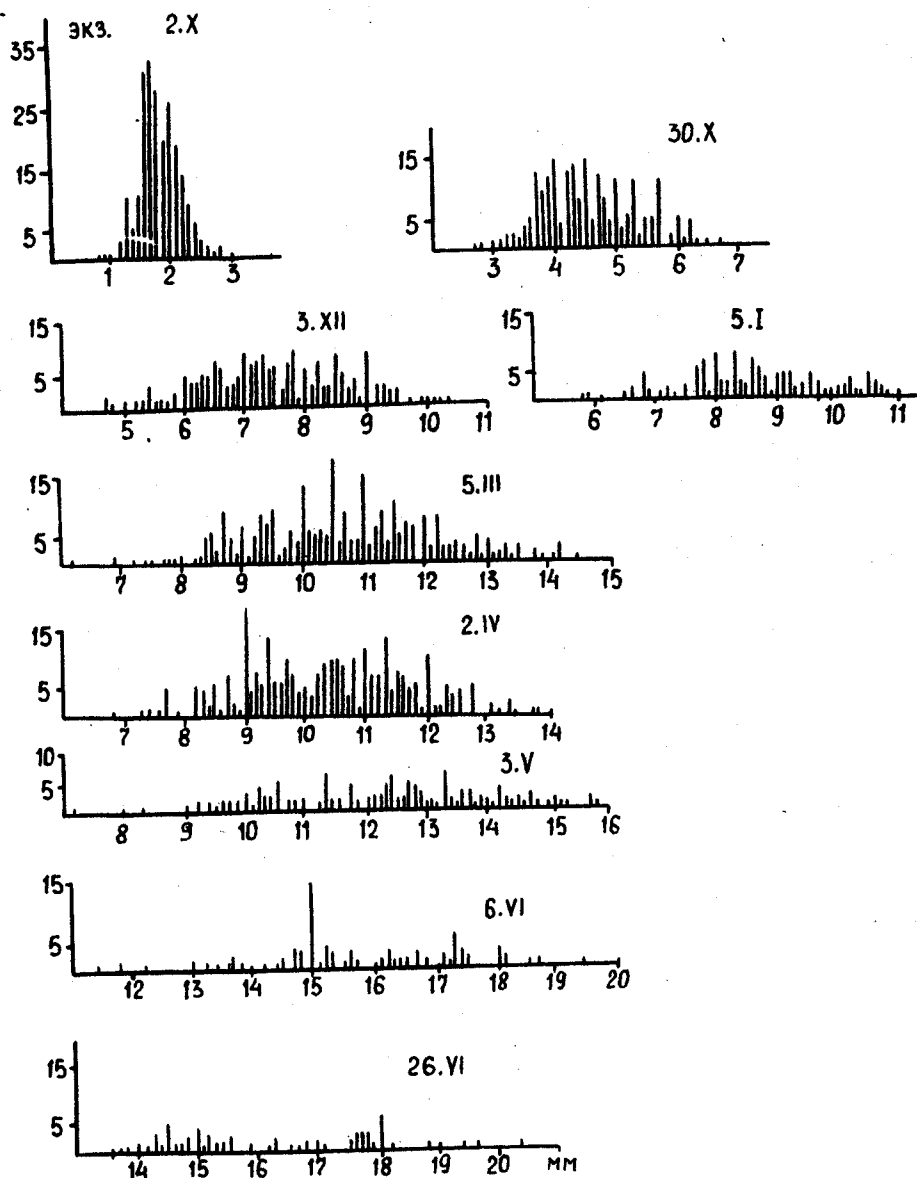


Рис. 5 Гистограммы размерного состава личинок *D. asclea* с августа 1979 по июнь 1980

Из видов сем. Ephemerellidae, по полученным данным, наиболее продуктивными оказались личинки *D. aculea*. Сезонная динамика продукции популяции этого вида колебалась от 0,04 до 3,1 ккал/м<sup>2</sup>. Величина продукции за сезон составила 14,6 ккал/м<sup>2</sup> (данные по калорийности см. в ст. Т. М. Гиуновой в наст. сб.). Высокая величина продукции этого вида обусловлена его большой биомассой, которая, в свою очередь, связана с крупными размерами личинок *D. aculea*. Для остальных видов этого семейства величины продукции за вегетационный сезон различались незначительно и колебались от 1,0 до 6,2 ккал/м<sup>2</sup>.

Величины Р/В-коэффициентов (отношение продукции к биомассе) за вегетационный сезон оказались близкими у *D. aculea* и *C. levanidovae* (3,50 и 3,96 соответственно) и у *D. cryptomeria* и *D. solida* (5,71 и 5,78 соответственно). Как отмечалось, эти виды различаются по продолжительности своего развития. При этом продолжительность развития *D. so-*

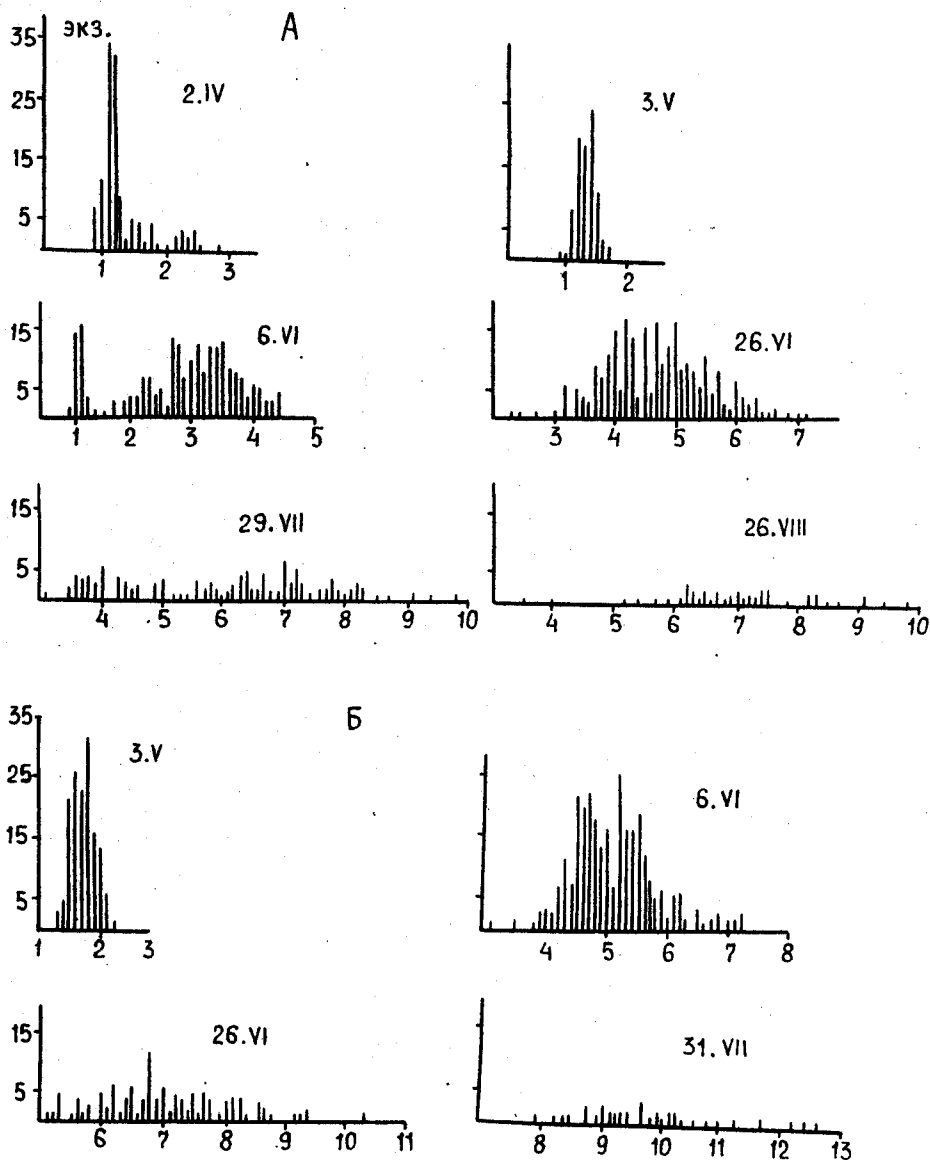


Рис. 6. Гистограммы размерного состава личинок поденок. А — *D. cryptomeria*, Б — *D. triacantha* с апреля по август 1980 г.

lida и *D. cryptomegia* практически в 2 раза меньше, чем у *D. aculea* и *C. levanidovae*, а их Р/В-коэффициенты почти в 1,6 раза выше. Значения Р/В-коэффициентов в популяциях животных изменяются в течение года. Так, в период активного отрождения и роста молоди личинок их Р/В значительно выше, чем в другие периоды (табл. 4).

В настоящее время широко используется метод расчета продукции по величине удельной продукции  $C_b$ . Показано (Заика, 1972), что удельная продукция функционально связана со средней массой особи в популяции. На рис. 8 представлены зависимости удельной продукции с соответствующей в этот период средней массой особи (приведено к 11,5°С). Рассчитанные величины параметров соответствующих уравнений приведены в табл. 5.

Скорости продуцирования у личинок 5 исследованных нами видов оказались между собой близкими и практически во всем диапазоне масс

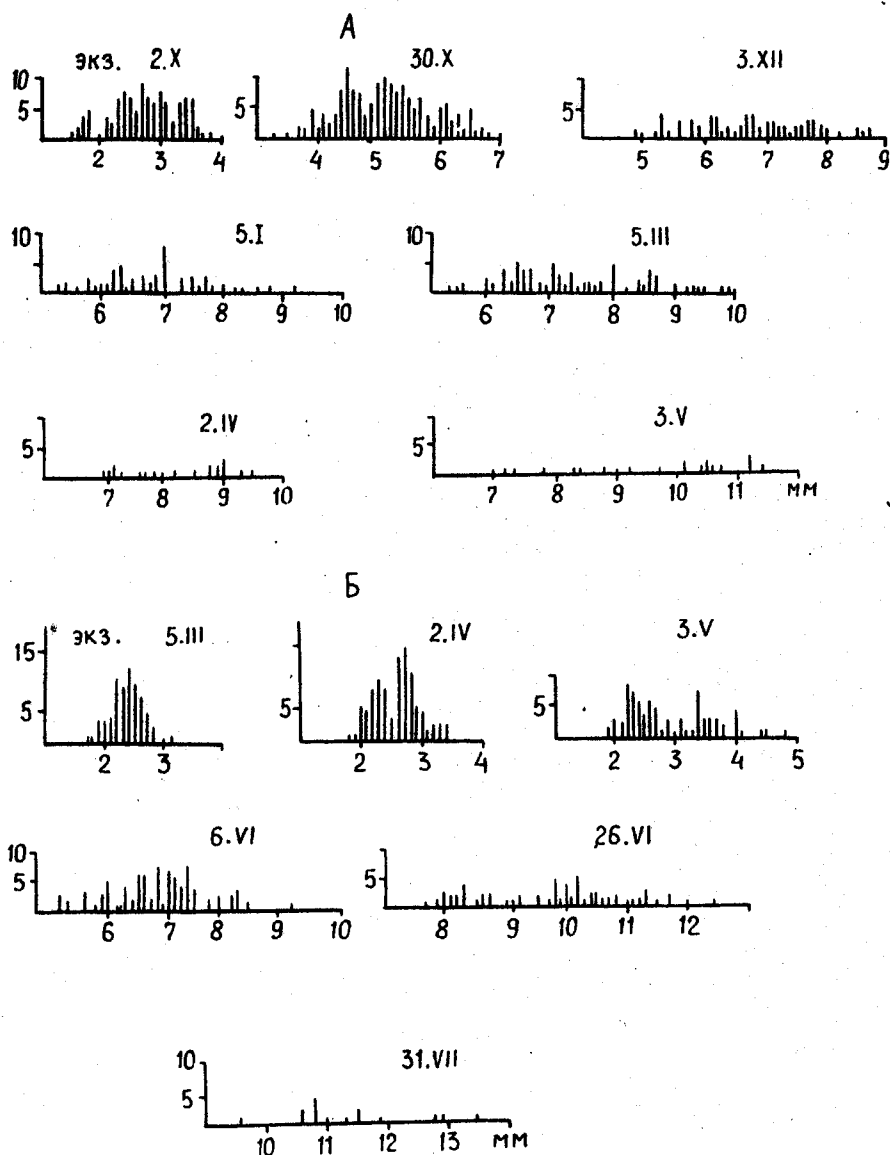


Рис. 7. Гистограммы размерного состава личинок поденок. А — *C. levanidovae* с октября 1979 по май 1980 г., Б — *D. solida* с марта по август 1980 г.

Таблица 4

Численность (N), биомасса (B), средняя масса особи (W), продукция (P), P/B-коэффициенты и удельная продукция (C<sub>б</sub>) популяций личинок поденок в р. Кедровая 1979—1980 гг.

Дата	N, экз./м <sup>2</sup>	B, ккал/м <sup>2</sup>	W, мг	P, ккал/м <sup>2</sup>	P/B	C <sub>б</sub> , сут <sup>-1</sup>
<i>Drunella aculea</i>						
16.VIII—15.IX	95	0,023	0,22	0,045	2,00	0,041
16.IX—15.X	95	0,307	3,06	0,398	1,30	0,043
16.X—15.XI	104	1,474	13,00	1,483	1,09	0,035
16.XI—3.XII	148	3,944	19,20	1,020	0,26	0,014
24.III—15.IV	142	8,340	34,10	2,098	0,25	0,011
16.IV—15.V	67	5,710	56,60	3,096	0,54	0,018
16.V—10.VI	42	7,248	108,50	3,618	0,50	0,019
11.VI—30.VI	33	6,170	114,40	2,788	0,45	0,023
За сезон		4,152		14,564	3,50	
<i>D. cryptomeria</i>						
18.IV—15.V	742	0,060	0,06	0,068	1,13	0,040
16.V—10.VI	508	0,476	0,79	0,536	1,17	0,045
11.VI—10.VII	829	3,305	3,11	3,929	1,19	0,040
11.VII—10.VIII	72	0,900	7,47	0,970	1,08	0,035
11.VIII—30.VIII	41	0,554	10,60	0,549	0,99	0,049
За сезон		1,059		6,052	5,71	
<i>D. triacantha</i>						
18.IV—15.V	58	0,113	0,18	0,136	1,20	0,043
16.V—10.VI	129	0,525	3,44	0,375	0,71	0,027
11.VI—10.VII	56	0,839	8,27	0,578	0,69	0,023
11.VII—5.VIII	22	0,538	19,80	0,585	1,09	0,042
За сезон		0,504		1,674	3,32	
<i>D. solida</i>						
15.II—15.III	80	0,029	0,40	0,050	1,72	0,059
16.III—15.IV	145	0,079	0,55	0,118	1,49	0,048
16.IV—15.V	63	0,062	0,81	0,084	1,35	0,045
16.V—10.VI	35	0,405	9,30	0,356	0,88	0,034
11.VI—10.VII	28	1,112	25,40	1,058	0,95	0,032
11.VII—5.VIII	6	0,350	40,40	0,300	0,86	0,033
За сезон		0,340		1,966	5,78	
<i>Cincticostella levanidovae</i>						
16.IX—15.X	64	0,043	0,66	0,088	2,05	0,068
16.X—15.XI	73	0,241	3,60	0,396	1,64	0,053
16.XI—3.XII	37	0,365	7,60	0,116	0,32	0,018
15.II—15.III	36	0,497	10,00	0,240	0,48	0,016
16.III—15.IV	9	0,168	12,60	0,080	0,48	0,015
16.IV—5.V	10	0,239	18,10	0,105	0,44	0,022
За сезон		0,259		1,025	3,96	

Таблица 5

Коэффициенты (f) и (k) в уравнениях зависимости удельной суточной продукции (C<sub>б</sub>, сут<sup>-1</sup>) и средней массы особи (W, мг) личинок поденок

Вид	f ± m <sub>f</sub>	k ± s <sub>k</sub>	r
<i>D. aculea</i>	0,047 ± 0,002	-0,124 ± 0,012	-0,97
<i>D. cryptomeria</i>	0,052 ± 0,003	-0,157 ± 0,020	-0,95
<i>D. triacantha</i>	0,052 ± 0,003	-0,237 ± 0,025	-0,99
<i>D. solida</i>	0,099 ± 0,012	-0,333 ± 0,055	-0,95
<i>C. levanidovae</i>	0,069 ± 0,006	-0,188 ± 0,051	-0,88

Примечание. r — коэффициент корреляции.

не имеют достоверных различий (рис. 9). Это вполне согласуется с тем, что величина удельной продукции определяется скоростью прироста биомассы, связанной со скоростью роста данного вида (Алимов, 1981). На основании изложенного оказалось возможным объединить результаты

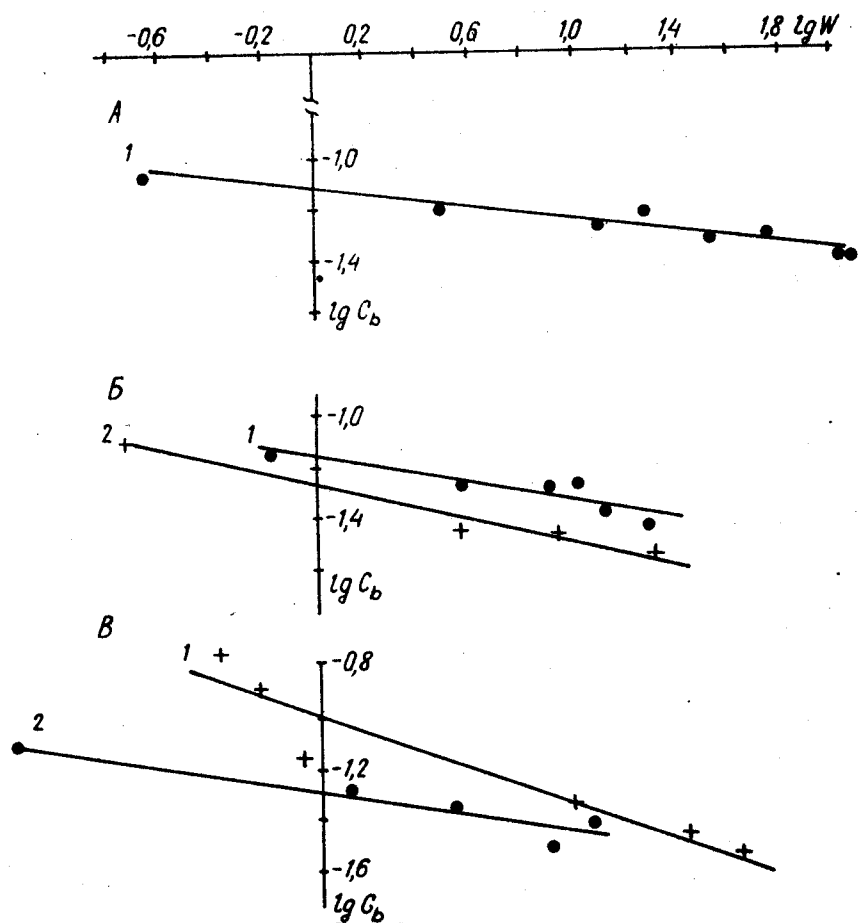


Рис. 8. Зависимость логарифма удельной суточной продукции ( $\lg C_b$ , сут<sup>-1</sup>) от логарифма средней массы особи ( $\lg W$ , мг) в популяции личинок поденок. А: 1 — *D. aculea*, Б: 1 — *C. levanidovae*, 2 — *D. triacantha*, В: 1 — *D. cryptomeria*, 2 — *D. solida*

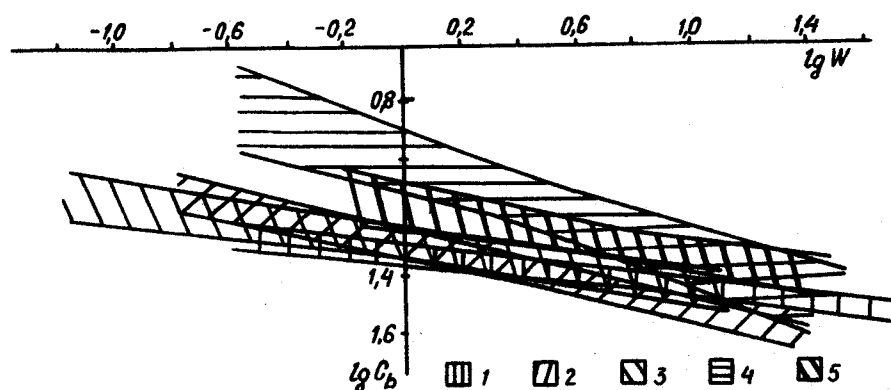


Рис. 9. Зависимость логарифма удельной суточной продукции ( $\lg C_b$ , сут<sup>-1</sup>) от логарифма средней массы особи ( $\lg W$ , мг) в популяции личинок поденок. 1 — *D. aculea*, 2 — *D. triacantha*, 3 — *D. cryptomeria*, 4 — *D. solida*, 5 — *C. levanidovae*

по скорости продуцирования у личинок 5 видов поденок и вывести общее уравнение для сем. Ephemerellidae:

$$C_b = (0,063 \pm 0,004) W^{(-0,200 \pm 0,02)}$$

Уравнение рассчитано по 29 измерениям. Относительные ошибки параметров составляют 6,3 и 13% соответственно.

Таким образом, изучение роста реофильных личинок поденок показало, что зависимость скорости роста от массы тела у личинок одного семейства не имеет достоверных различий на видовом и родовом уровнях. Преобладают животные с отрицательной аллометрией роста. Величины R/V-коэффициентов у исследованных видов изменяются от 3,32 до 5,78. Удельная продукция личинок функционально связана со средней массой особи в популяции. При этом скорости продуцирования у 5 видов одного семейства достоверно не различаются.

В заключение необходимо также отметить, что исследование водотоков, как правило, связано с большими методическими трудностями. Поэтому особое значение приобретает получение зависимостей удельной продукции от средней массы особи в популяции для использования их в качестве экспресс-методов при расчете продукции личинок поденок водотоков.

#### Литература

- Алимов А. Ф. Функциональная экология пресноводных двустворчатых моллюсков. Л.: Наука, 1981. 248 с.
- Винберг Г. Г. Скорость роста и интенсивность обмена у животных//Усп. соврем. биол. 1966. Вып. 61, № 2. С. 274—293.
- Винберг Г. Г. Методы определения продукции водных животных. Минск, 1968. 246 с.
- Винберг Г. Г. Линейные размеры и масса тела животных//Журн. общ. биол. 1971. Т. 32, № 6. С. 614—723.
- Винберг Г. Г. Взаимозависимость роста и энергетического обмена у пойкилотермных животных//Количественные аспекты роста организмов. М.: Наука, 1975. С. 7—23.
- Голубков С. М. Рост и обмен личинок *Cloeon dipterum* L. (Ephemeroptera) при различных температурах//Экспериментальные и полевые исследования биологических основ продуктивности озер. Л.: ЗИН АН СССР, 1979а. С. 147—156.
- Голубков С. М. Скорость роста и калорийность тела некоторых личинок поденок сем. Baetidae//Экспериментальные и полевые исследования биологических основ продуктивности озер. Л.: ЗИН АН СССР, 1979б. С. 157—168.
- Голубков С. М. Параболический тип роста и его эффективность у пресноводных беспозвоночных//Основы изучения пресноводных экосистем. Л.: ЗИН АН СССР, 1981. С. 115—125.
- Зайка В. Е. Удельная продукция водных беспозвоночных. Киев, 1972. 143 с.
- Кочарина С. Л., Макарченко Е. А., Макарченко М. А., Николаева Е. А., Тиунова Т. М., Тесленко В. А. Донные беспозвоночные в экосистеме лососевой реки юга Дальнего Востока//Фауна, систематика и биология пресноводных беспозвоночных. Владивосток: ДВО АН СССР, 1988. С. 86—108.
- Леванидов В. Я. Биомасса и структура донных биоценозов малых водотоков Чукотского полуострова//Пресноводная фауна Чукотского полуострова. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1976. Т. 36. С. 104—122.
- Леванидова И. М. Бентос притоков Амура (эколого-фаунистический обзор)//Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Владивосток, 1968. Т. 64. С. 181—289.
- Тиунова Т. М. Жизненные циклы некоторых массовых видов поденок (Ephemeroptera, Ephemerellidae) реки Кедровая (Южное Приморье)//Биология пресноводных животных Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1982. С. 93—102.
- Тиунова Т. М. Зависимость скорости роста от массы тела у личинок поденок//Донные беспозвоночные рек Дальнего Востока и Восточной Сибири. Владивосток: ДВО АН СССР, 1987. С. 26—33.
- Чернова О. А. Поденки (Ephemeroptera) бассейна реки Амура и прилежащих вод и их роль в питании амурских рыб//Тр. Амур. ихтиол. экспедиции 1945—1949 гг. М.: МОИП, 1952. Т. 3. С. 229—360.