

## О МНОГОЛЕТНИХ КОЛЕБАНИЯХ ЧИСЛЕННОСТИ БАЛТИЙСКОЙ КИЛЬКИ В СВЯЗИ С КОЛЕБАНИЯМИ ПРОДУКТИВНОСТИ ПЛАНКТОНА

Канд. биол. наук И. И. НИКОЛАЕВ

(Латвийское отделение ВНИРО)

Численность балтийской кильки за последние 50 лет подвержена большим годовым и многолетним колебаниям. Эти колебания у данного вида выражены более резко, чем у других промысловых рыб Балтики, что, по-видимому, следует объяснить очень коротким жизненным циклом кильки при неустойчивости биологического и гидрологического режима этого водоема.

В динамике многолетних колебаний численности кильки обнаруживается большое сходство с другим планктоноядным видом, имеющим также очень короткий жизненный цикл,—снетком—важной промысловой рыбой многих внутренних водоемов балтийского бассейна (и некоторых озер бассейна Волги). Образ жизни кильки и снетка имеет много общего — обе рыбы пелагические, с очень коротким жизненным циклом, питаются зоопланктоном (ракковым планктоном), размножаются весной или в начале лета. Кроме того, в режиме водоемов, которые они населяют, наблюдается почти одинаковый характер изменений температуры, величины речного стока, интенсивности перемещения водных масс и т. д.

В настоящей работе параллельно с многолетней динамикой численности кильки и ее основных факторов рассматриваются некоторые данные, относящиеся и к многолетней динамике численности снетка. Понятие «многолетней динамики численности кильки и снетка» в данной статье употребляется в относительном значении — по колебаниям уловов, так как более точных показателей многолетней динамики численности вида в настоящее время ни для одной массовой промысловой рыбы нет; непрерывные учетные данные численности молоди или данные по уловам взрослых рыб стандартными орудиями лова за единицу времени имеются лишь для очень немногих рыб и за небольшой ряд лет.

Все цифровые сведения по уловам обеих рыб заимствованы нами из опубликованной литературы<sup>1</sup>.

### МНОГОЛЕТНИЕ КОЛЕБАНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ БАЛТИЙСКОЙ КИЛЬКИ

Килька является одной из основных промысловых рыб Балтийского моря. За последние 60 лет она занимала в общегодовых уловах по этому водоему всех стран четвертое (после салаки, трески и камбаловых) или третье (после салаки и трески или после салаки и камбаловых), а в некоторые годы даже второе (после салаки) место. В отдельные годы общебалтийские уловы ее превышали 250 тыс. ц.

Килька распространена по всему Балтийскому морю, включая зализы Рижский, Финский и Ботнический. Размножается килька по всей

<sup>1</sup> Автор выражает благодарность А. И. Ефимовой за апробацию сведений по уловам снетка в Псковско-Чудском водоеме.

Таблица 1

**Относительная встречаемость планктонных организмов в пище кильки средней Балтики**  
 (по данным Манковского, 1947)

Месяцы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<b>Спорадически</b>												
Copepoda-Calan. (Nauplii)												
Copepoda-Calan. (Juven.)	XX	XX	X	X	X	X	X			X	XXX	XXX
Copepoda-Calan. (Adult)												
Acartia bifilosa	X	X	X	XXX	XX	XX	X			XX	XXX	XX
Acartia tonsa										X	XX	XX
Acartia longiremis		X	X	X						X	X	X
Temora longicornis	XXXX	XXXX	XXXX	XXX	XXX	XXX	XX	X	X	XXX	XXX	XXX
Eurytemora sp.	X	X	X	X	X	X	X		X	XX	XX	X
Centropages hamatus			X	X	X	X	XX	X	XX	XX	X	
Pseudocalanus elongatus	X	XXX	X	X					X	X	X	XX
Limnocalanus grimaldii												
Copepoda-Cyclopoida												
Cladocera												
Evadne Nordmanni			X	X	X		X					
Podon polyp-hemoides				X	XX		X	X	X			
Podon leuckarti				X	XX		XX					
Podon intermedius							XX	XX	X	XX		X
Bosmina coregoni maritima				X	X		XX	XXXX	XXXX	X		X
Chydoridae												
Cyrripedia												
Balanus impro-visus (Nauplii)						X	X					
Balanus impro-visus (Cyparis)	X	X	XX	XX	XXX		X	X	X			
Mysidae Mollusca									XX			
Veliger-Lamel-libranchiata							XX	X	XX	X		
Veliger-Gastropoda							X					

Условные обозначения: X — встречается очень редко,  
 XX " редко,  
 XXX " часто,  
 XXXX " очень часто

акватории открытого моря, а также в западных районах Рижского и Финского заливов и, по-видимому, в южной части Ботнического залива. Самый интенсивный нерест ее, по данным Казановой [7], Манковского [30] и др., наблюдается в центральной части моря между польским и шведским берегом и в районе Гданьской бухты и южной части Готландской котловины.

Продолжительность жизни кильки 7—8 лет, но в возрасте старше 6 лет в уловах встречается очень редко. Промысловое стадо состоит из двух или одной, в редких случаях трех, возрастных групп, причем в южной Балтике это будут двух-четырехгодовики, в центральной — двух-трехгодовики, а в северной, в частности в Финском заливе, — двухгодовики (по данным Борисова в 1951 г. в Финском заливе они составляли 70—80% уловов).

Половой зрелости килька в массе достигает на втором году. Питается в течение всей своей жизни только зоопланктоном и этим резко отличается от другой массовой рыбы Балтики — салаки, которая в возрасте старше двух лет питается преимущественно доннопланктическими ракообразными — мизидами, частью амфиподами. В центральной Балтике главными компонентами питания взрослой кильки являются: темора (*Temora longicornis*), псевдокалинус (*Pseudocalanus elongatus*), акарция (*Acartia bifilosa* и *A. longiremis*) и босмина (*Bosmina coregoni maritima*), причем последняя — только с июля по сентябрь; в Рижском и Финском (тоже, конечно, и в Ботническом, хотя опубликованных данных нет) заливах набор главных пищевых компонентов другой (кроме босмины): эвритемора (*Eugytemora hirundooides*), лимнокалинус (*Limnocalanus grimaldii*), акарция (*Acartia bifilosa*) и босмина (*Bosmina coregoni maritima*) (табл. 1).

Основной промысел балтийской кильки всегда был сосредоточен в южной и юго-восточной Балтике, особенно в районе Гданьской бухты. Со второй половины прошлого века большое развитие этот промысел получил в северо-восточной Балтике, включая западные районы Рижского и Финского заливов. В последние годы добыча кильки у латвийских и эстонских берегов резко повысилась, и этот район по промыслу данной рыбы занял видное место.

Многолетняя динамика численности кильки наиболее четко отражена в статистике германских и польских уловов, общее количество которых до 1938 г. превышало 70% всего балтийского улова этой рыбы.

В табл. 2 приведены статистические данные германских уловов кильки на Балтике (без Кильской бухты) с 1907 по 1938 г. (Мейер, 1942).

Таблица 2  
Многолетняя динамика германских уловов кильки в тыс. ц

Периоды	Характеристика уловов	Средний улов	Колебания
(1907)—1908	Очень высокие	68,9	64—78
1909—1914	Очень низкие	2,1	1—3
1915—1917	Высокие	28,2	16—45
1918—1922	Низкие	6,7	1—13
1923—1924	Умеренные	15,4	13—17
1925—1930	Низкие	7,8	5—12
1931—1936	Очень высокие	43,2	27—66
1937—(1938)	Низкие	6,8	3—10
(1939)—1949	Сведения отсутствуют	—	—
1950—1954	Повышение уловов		Точные цифровые данные отсутствуют

По польскому промыслу на Балтике мы располагаем сведениями за период с 1927 по 1954 г. (табл. 3). Как видно из этих данных, динамика польских уловов кильки аналогична динамике германских уловов [25].

Таблица 3

**Многолетняя динамика польских уловов кильки в тыс. ц**

Периоды	Характеристика уловов	Средний улов	Колебания
(1927)–1930	Низкие	7,6	2–14
1931–1936	Очень высокие	80,0	40–150
1938–1949	Очень низкие	2,0	0,5–5
1951–(1956)	Быстрое повышение уловов	32,0	7,5–58,0

Как показывают цифры, приведенные в табл. 3, колебания уловов кильки как по германскому, так и по польскому промыслам наиболее рельефно выражены в тридцатые годы. С 1930 г. уловы этой рыбы в обеих странах очень быстро росли, достигнув максимума в 1936 г., когда годовой улов Германии приближался к рекордному 1908 г. В последующие два года наблюдалось крутое падение уловов этой рыбы во всей южной Балтике. В Польше улов в 1937 г. уменьшился по сравнению с уловом 1936 г. в 6 раз, а улов 1938 г. по сравнению с уловом 1937 г. — в 50 раз, а против 1936 г. в 300 раз (в этом году всего было поймано 500 ц кильки, тогда как в 1936 г. улов ее составил 150 000 ц). Германский улов кильки в южной Балтике уменьшился с 1936 по 1938 г. в 20 раз.

Крутое падение общих уловов кильки в 1937—1938 гг. было обусловлено резким сокращением плотности ее промысловых скоплений, т. е. сокращением ее численности в основных промысловых районах. Об этом, в частности, свидетельствуют показатели средних уловов на одно орудие лова за единицу времени. Так, например, по данным Мейера (1942), средние уловы одного тук-трака (близнецового трала) за дневной рейс в промысловый осенне-зимний период (с октября по март) в районе Гданьской бухты характеризовались следующими показателями (в кг):

1933 г.	320	1936 г.	717
1934	473	1937	175
1935	503	1938	45

Повышение уловов кильки с 1930 по 1936 г. и понижение с 1937—1938 гг. наблюдалось и в северных районах Балтики, что отразилось на динамике годовых уловов Латвии, Эстонии и Финляндии; однако эти колебания были выражены не в такой резкой форме, как в южной Балтике.

В последние 5—6 лет уловы кильки по всей Балтике вновь быстро растут.

**МНОГОЛЕТИЕ КОЛЕБАНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ СНЕТОКА ПРИБАЛТИЙСКИХ ОЗЕР**

Снеток распространен во многих озерах балтийского бассейна и в некоторых из них имеет большое промысловое значение. Самым крупным снетковым водоемом Прибалтики является Псковско-Чудской водоем, в котором снеток давно служит объектом большого промысла, давая в отдельные годы до 60% общего улова рыб в нем. Много ловится снетка в опресненном Курском заливе, в озере Ильмень, в Мазурских озерах и некоторых других водоемах.

Жизненный цикл у снетка еще короче, чем у кильки. Размножается снеток в массе уже на втором году, а промысловое стадо представлено лишь двумя, в некоторые годы почти исключительно одним возрастным классом (одно-двуухгодовиками).

Питается планктонными ракообразными, а при недостатке планктона частично переходит на донное питание и изредка даже на хищничество [16, 12]. В табл. 4 приведены данные о динамике уловов снетка за последние 30 лет по Псковско-Чудскому водоему [12, 18].

Таблица 4  
Уловы снетка в Псковско-Чудском водоеме в тыс. ц

Периоды	Характеристика уловов	Средний улов	Колебания
(1923—1926)	Средние	37,9	24—52
1927—1930	Сведений нет	—	—
(1931—1937)	Высокие	62,7	29—86
1938—1950	Низкие	8,1	3—14
1951—1953	Средние	34,8	29—28

Падение уловов снетка в Псковско-Чудском водоеме в 1937—1938 гг. было очень резким и совпало с падением в эти годы уловов кильки в основном промысловом районе Балтики. За два указанных года общий улов снетка в Псковско-Чудском водоеме сократился в 7 раз, а улов его в Псковском озере — почти в 10 раз.

Падение уловов снетка в отличие от кильки началось в 1936 г., когда общий улов его по озеру сократился по сравнению с 1935 г. на 22% (максимальный за все годы, по которым имеются статистические сведения).

Снижение уловов снетка в 1937—1939 гг. наблюдалось также и во всех других крупных снетковых водоемах, по которым опубликованы статистические сведения, в том числе в озере Ильмень и в Курском заливе (табл. 5).

Таблица 5

Динамика уловов снетка в 1930—1939 гг. по крупнейшим снетковым водоемам Прибалтики в тыс. ц

Водоем	Годы									
	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938	1939
Псковско-Чудское озеро .	--	49,2	58,2	80,6	83,1	91,6	71,9	34,7	11,8	10,0
Курский залив .	38,4	42,9	50,4	38,9	54,3	62,3	88,3	39,4	68,0	—
Ильменское озеро . . . . .	—	—	0,8	—	4,1	5,3	0,8	0,4	1,4	0,5
Мазурские озера	0,3	0,2	0,4	0,6	0,7	0,4	0,7	Сведений нет		

Об уловах снетка в Мазурских озерах имеются опубликованные данные за период с 1895 по 1936 г. [35]; причем колебания уловов этой рыбы в данных озерах имеют большое сходство с колебаниями уловов кильки в южной Балтике за время с 1907 по 1936 г. (табл. 6).

Характерно, что аналогичные колебания уловов в 30-е годы наблюдались и у основной (проходной) формы данного вида рыбы — у корюшки. Наибольшие уловы корюшки в этот период были в Финском

Таблица 6

**Колебания уловов снетка в Мазурских озерах**  
(в условных единицах)

Периоды	Характеристика уловов	Средние уловы	Колебания
(1895)–1901	Низкие	61	33–101
1902–1909	Очень высокие	132	90–207
1910–1916	Низкие	61	23–80
1917–1919	Очень высокие	120	99–128
1920–1926	Высокие	83	50–115
1927–1931	Очень низкие	25	10–40
1932–1936	Высокие	87	51–100 (1936 г.)

заливе в 1934 г., в Неве — в 1936 г., в Ладожском и Псковско-Чудском озерах — в 1935 г. В 1938—1939 гг. во всех этих водоемах уловы крюшки заметно сократились.

В литературе имеются сведения о резких колебаниях уловов снетка в прошлом веке в озерах бывшей Новгородской губернии. Так, например, по данным Гримма (1899 г.) и Лебединцева (1908 г.), большое снижение уловов снетка (в некоторых озерах до нуля) наблюдалось в 1860 и в конце 1890 гг.; в 70-е годы, наоборот, уловы были хорошие. Особенно отчетливо эти колебания были выражены в уловах озера Пестово (бассейн озера Ильмень) [1, 10, 20].

По этим работам нам известно, что в 1865 г. в озере Пестово снеток совсем исчез. В 1872 г. он был искусственно разведен там и через несколько лет появился в промысле. В 1885—1892 гг. в этом озере были хорошие уловы снетка, а в 1897 г. он вновь исчез. В 1899 г. снеток был вторично впущен в это озеро и в 1905 г. вновь появился в промысле.

В 1894—1896 гг. снеток исчез также и из некоторых других озер Новгородской губ., в том числе из озера Шлино (1896 г.), озера Давыдовского (1894 г.); около 1900 г. он почти исчез из Псковско-Чудского озера.

#### ФАКТОРЫ МНОГОЛЕТНИХ КОЛЕБАНИЙ ЧИСЛЕННОСТИ (УЛОВОВ) КИЛЬКИ И СНЕТКА

О колебаниях уловов кильки и снетка упоминается во многих работах, посвященных биологии или промыслу этих рыб, но каких-либо исследований этого явления и причин его до конца 1930-х годов не было. Положение изменилось с 1937—1938 гг. после катастрофического падения уловов кильки в основных промысловых районах Балтики и снетка в Псковско-Чудском озере.

В эти и последующие годы польскими учеными Морской биологической станции на полуострове Гел были произведены дополнительные исследования биологии и промысла кильки, а советскими учеными (главным образом сотрудниками ВНИОРХа) — биологии и промысла снетка Псковско-Чудского водоема. В опубликованных на основе этих исследований данных обсуждались и причины падения численности кильки [12, 16, 21, 24, 25].

Следует отметить, что ни у одного из авторов не возникло сомнений в том, что крутое снижение уловов кильки и снетка в 1937—1938 гг. связано с падением численности их, а не с уменьшением интенсивности промысла.

Диксон [25] утверждал, что запасы этой рыбы были подорваны крайне интенсивным промыслом на зимних концентрациях в районе

Гданьской бухты, где в период 1927—1936 гг. добывалось в среднем около 60% годового общебалтийского улова ее, причем в течение 4 зимних месяцев (с декабря по март).

Демель [24] считает главной причиной падения уловов кильки у берегов Польши изменение гидрологического режима в этом районе Балтики в связи с изменениями ветрового режима в этот период. Он доказывает, что в 1937—1938 гг. у польских берегов резко преобладают континентальные ветры над морскими, в результате чего понизилась температура воды на глубинах около 40 м, а это нарушило нормальные условия зимовки основной части промыслового стада кильки.

Петров [16] в работе по исследованию снетка Псковско-Чудского водоема высказал мнение, что падение численности снетка в нем произошло под влиянием ухудшения гидрологического режима в связи с падением уровня озера в засушливые 1937—1938 гг. При этом автор ссылается на литературные сведения о том, что периоды снижения уловов снетка в той или иной мере совпадают с периодами понижения уровня озера<sup>1</sup>.

Второй причиной, по мнению Петрова, явилось повышение в 1937—1938 гг. численности хищников в этом водоеме, особенно судака, которого в 1938 г. было добыто 1500 ц.

Чумаевская-Световидова [21] основным фактором колебаний численности снетка считает изменчивость условий размножения и развития молоди. В годы многочисленного нерестового стада и хороших условий размножения и развития молоди формируется многочисленное поколение, обеспечивающее через год хороший промысел; в годы плохих условий размножения и роста молоди, например в дождливое и холодное лето 1935 г., наоборот, образуется малочисленное поколение.

Мешков и Сорокин [12] главные причины падения численности снетка с 1935 по 1936 г. объясняют следующими причинами:

1) снижением уровня воды в озере и низким стоянием его, начиная с 1934 и по 1950 г., что привело к ухудшению условий нереста снетка вследствие резкого сокращения нерестовых площадей из-за уменьшения выноса в район «свала» предутяевого пространства растительных организмов (водяного мха), используемого снетком в качестве субстрата при откладке икры;

2) усилившимся воздействием на популяцию снетка (вследствие ее малочисленности) других представителей ихтиофауны: ерша, плотвы, окуня и других хищных рыб, которые в молодых стадиях развития являются, как и снеток, потребителями планктона, а потом переходят сначала к потреблению его икры (ерш, плотва, окунь), а затем и его самого (окунь, щука, судак).

Высказывания авторов по данному вопросу свелись лишь к объяснению причин падения численности вида, причем эта сторона ими рассматривалась на одном лишь частном случае, относящемся к 1935—1938 гг. Недостаточность и разноречивость таких отрывочных сопоставлений для понимания непериодических колебаний численности рыб совершенно очевидны.

Резкие изменения численности кильки и снетка в 1936—1938 гг. представляют лишь частный случай годовых и многолетних непериодических колебаний численности промыслового стада этих видов, и при анализе причин данных изменений следует исходить из общих закономерностей колебаний численности рыб.

Одним из наиболее общих факторов непериодических колебаний численности рыб является изменчивость пищевой обеспеченности вида. Значение этого фактора в динамике стада рыб теоретически наиболее подробно разработано Г. В. Никольским.

<sup>1</sup> Это было отмечено для Псковского озера и для Ильменя.

В одной из последних работ Г. В. Никольский [15] указывает, что у всех рыб, как это отмечал еще К. М. Бэр, численность стада ограничивается обеспеченностью пищей. У одних видов эта обеспеченность пищей оказывается на динамике стада, уже начиная со стадии малька, перешедшего на питание пищей взрослых рыб; у рыб же со значительными колебаниями условий размножения и величины поколения регуляция численности может происходить уже на первых этапах личиночного развития.

Пищевая обеспеченность кильки и снетка, как рыб планктоядных, определяется в первую очередь интенсивностью продуцирования в соответствующих водоемах зоопланктона (планктических ракообразных). В настоящее время еще нет достаточных данных о многолетней динамике продуктивности планктона в Балтике или крупных снетковых водоемах, которые можно было бы анализировать, как один из важнейших факторов многолетней динамики численности кильки и снетка; тем не менее имеющиеся сведения указывают на очень большие годовые колебания показателей продуктивности планктона в водоемах Балтийского бассейна. Так, численность планктических ракообразных в Рижском заливе в верхнем (наиболее продуктивном) двадцатиметровом слое в весенне-летний период (с мая по июль) в годы 1954—1953—1952—1951—1950—1949 относились (последовательно), как 1 : 2, 5 : 1, 2 : 2, 1 : 1, 2 : 1,7 (табл. 7), а общее количество планктона (в  $\text{cm}^3$  под 1  $\text{m}^2$  площади водного зеркала) в озере Пестово, расположенном недалеко от верхнего течения Западной Двины, в период с 1898 по 1905 г., по данным А. А. Лебединцева [10], менялось по годам в весенне-летний период в следующих отношениях: 1 : 2 : 1, 2 : 1, 1 : 3, 4 : 1, 3 : 2, 1 : 1,3 (табл. 8).

Таблица 7

Годовые колебания численности кормового планктона (*Copepoda+Cladocera*) в продуктивном слое Рижского залива в весенне-летний период (среднее за май — июль) и колебания стока Западной Двины

Годы	Численность ракообразных в $\text{m}^2$			Средний сток Западной Двины в $\text{m}^3/\text{сек}$		
	общая	в том числе		Cladocera	зимне-весенний (с января по июнь+за ноябрь — декабрь предшествующего года)	паводок (апрель—июнь)
		общее коли- чество	в том числе <i>nauplii</i>			
1954	16728	14185	6890	2543	486	1432
1953	39816	36670	27500	3146	1070	3320
1952	18759	17039	10900	(1720)	330	961
1951	30371	29502	20675	869	900	3650
1950	17716	17394	9650	322	570	1870
1949	25035	24315	15300	(651)	651	2190

Значительные колебания численности планктона по годам отмечены также для Псковского озера, причем, как и следовало ожидать, эти колебания достаточно четко отражаются на пищевой обеспеченности снетка. В. В. Петров [16] указывал, что материалы по питанию снетка Псковско-Чудского водоема, обработанные лабораторией гидробиологии ВНИОРХа по сборам 1935 и 1938 гг., свидетельствуют о том, что его питание в 1935 г. основывалось на преимущественном поедании мелких раков *Cladocera* (*Bosmina coregoni*—*therestris*, *Bosmina coregoni* sub. sp. n. и *Chidorus sphaericus*).

Более крупные раки (*Bythotrephes*) были редкими и случайными компонентами питания снетка.

Таблица 8

## Динамика продукции планктона озера Пестово за 1898—1905 гг.

Годы Месяцы \	1898	1899	1900	1901	1902	1903	1904	1905	1906	1907
Январь . . . . .	—	—	192	—	—	115	—	87,0	—	235
Февраль . . . . .	—	—	157	71,3	—	64	—	95,0	—	261
Март . . . . .	—	—	154	95,0	—	40	—	47,5	—	250
Апрель . . . . .	—	—	189	39,6	—	56	—	—	—	—
Май . . . . .	—	—	125	23,8	440	240	301	237,6	—	—
Июнь . . . . .	247	—	345	483,1	736	—	324,7	222,0	—	—
Июль . . . . .	152	—	222	190,0	816	—	396	253,2	—	—
Август . . . . .	152	378	217	110,9	560	—	546,5	206,2	—	—
Сентябрь . . . . .	—	303	—	617,8	768	—	118,8	150,7	—	—
Октябрь . . . . .	—	404	—	221,8	768	—	—	31,0	—	—
Ноябрь . . . . .	—	194	—	301,0	736	—	—	71,3	—	—
Декабрь . . . . .	—	164	—	87,1	131	—	—	—	346	—
Средние за май—август . . . . .	184	(378)	227	202	638	(240)	392	230		

Иную картину дали наблюдения 1938 г. Весной питание снетка было скучным; основная пища состояла из Cyclops с примесью других представителей зообентоса. Тот же тип питания установлен и для молоди снетка в начале лета. При подрастании снетков, в середине лета, они перешли к употреблению крупных планктонных раков Bythotrephes, Leptodora. Осенью главную пищу снетков составляли те же крупные раки, к которым в относительно большом количестве примешиваются и другие—Copepoda и Cladocera.

Кроме того, необходимо отметить несколько фактов хищничества снетка. В июльских сборах обнаружено некоторое число крупных снетков (категория 1937 г.), в желудках которых были найдены молодь снетка и молодь окуня. По мнению Б. С. Грэзе, это может быть объяснено тем, что зоопланктон летом 1938 г. был более скучен, чем в 1935 г.

Колебания численности планктона отражают не только изменения условий его продуцирования, но и интенсивности выедания (в первую очередь, рыбами), что имеет особенно большое значение для кормового планктона, как указывает Б. П. Мантийфель [11].

Однако мы считаем, что общие колебания продукции планктона за большие периоды времени и для достаточно больших пространств водоема в основном определяются интенсивностью его продуцирования, а не выедания.

Интенсивность развития планктона (в том числе кормового) в большой степени зависит от величины речного стока в соответствующие водоемы. На это указывают многолетние исследования планктона водоемов балтийского бассейна.

Для Черного и Азовского морей соответствующие данные приводит А. П. Кусморская [9], а для Каспия (по фитопланктону) П. И. Усачев [22].

В литературе имеются данные о влиянии колебаний стока также на продуктивность бентоса. Так, в работе В. П. Воробьев [3] указывается, что по наблюдениям 1934—1940 гг. наибольшая остаточная продукция по биомассе во всех биоценозах была в 1935 г., а затем в

1936, 1937, 1938 и 1939 гг. происходило постепенное снижение плотности населения, биомассы и остаточной продукции во всех биоценозах Азовского моря и реликтовых биоценозах Таганрогского залива. Наоборот, плотность населения и биомасса некоторых солоноватоводных биоценозов возросла в 1938 г. за счет внедрения в них азовско-черноморских видов, которые совместно с солоноватоводными видами дали в условиях их обитания более высокую биомассу. Эти явления связаны, по-видимому, с изменением общих климатических условий, вызвавших снижение интенсивности паводка Дона, уменьшение выноса органических веществ и детрита (пища бентоса) и повышение солености залива. На уменьшение количества бентоса повлияло также сильное по-

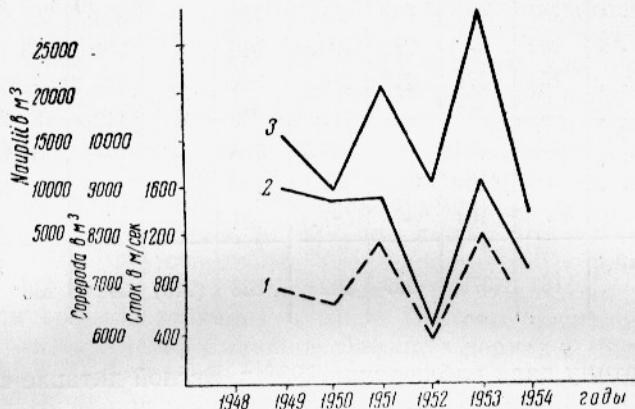


Рис. 1. Колебания высоты паводка реки Даугавы (Западной Двины) и численности ракообразных в планктоне Рижского залива (средние величины за май–июль для слоя 20–0 м) в 1949–1954 гг.:  
1—сток; 2—Copepoda Juv. + Adult; 3—Copepoda nauplii.

требление его бентосоядными рыбами, запасы которых в 1936–1938 гг. были особенно велики. По наблюдениям И. Старк над биоценозом митилястера, только во вторую половину 1940 г. наметилось некоторое увеличение его биомассы.

В годы с высоким паводком основного притока Рижского залива—Западной Двины (1949, 1951 и 1953 гг.), которая дает 69% всего стока в залив, наблюдается повышенная численность зоопланктона по сравнению с годами, когда паводок был низкий (1950, 1952 и 1954 гг.) (рис. 1).

Следует отметить, что годы с высоким паводком отличались более интенсивным развитием и фитопланктона. В апреле—мае наблюдалось «цветение воды» диатомовыми, чего не было отмечено в годы с низким паводком. Связь развития фитопланктона с величиной паводка (реки Волги) отмечает также П. И. Усачев [22] для Северного Каспия.

Из табл. 8 также видно, что самый богатый планктон в озере Пестово был в 1902 и 1904 гг., отличавшихся обильными осадками и большим стоком рек.

Количественные изменения планктона озера Пестово были сопоставлены с колебаниями стока Западной Двины в среднем течении у Даугавпилса (рис. 2).

Огромное влияние речного стока на продуктивность планктона (также бентоса и рыб, т. е. на общую биологическую продуктивность водоема) четко выражено в сравнительно океанографическом и сравнительно лимнологическом аспектах. Известно, что моря и морские заливы (то же в отношении озер), получающие относительно величины их вод-

ных масс большой пресноводный сток, отличаются более высокой продуктивностью планктона (также бентоса и рыб), например Азовское море против Черного моря, северный Каспий против среднего и южного Каспия, Рижский и Финский заливы против центральной Балтики и т. д. С другой стороны, малопродуктивный Арал (особенно бедный планктоном) служит хорошей иллюстрацией того, что, если в речной воде содержится мало биогенных соединений (сток горных рек), то и относительно большой речной сток не повышает продуктивности водоема.

Влияние колебаний стока на продуктивность планктона и пелагических рыб нужно рассматривать не как простую механическую пере-

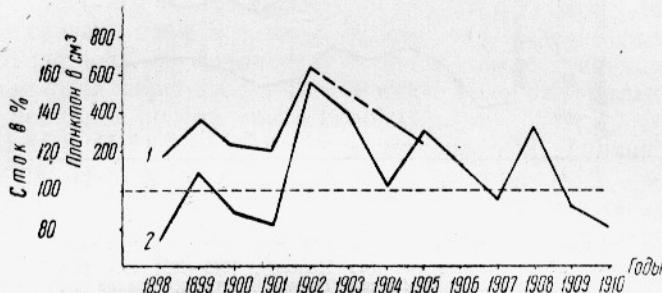


Рис. 2. Годовые колебания стока реки Даугавы (в среднем течении) и общей биомассы планктона озера Пестово (по объему осадка):  
1—планктон; 2—сток.

дачу энергетических ресурсов по пищевым цепям пелагиали, что сопровождалось бы пропорциональным повышением или уменьшением численности всех видов, составляющих пищевые цепи.

Колебания стока сопровождаются большими качественными изменениями в развитии отдельных биологических комплексов и отдельных видов планктона. Так, в годы большого паводка в Балтике непропорционально сильно развивается весенний планктон с преобладанием диатомовых; в годы же малого паводка относительно больше развивается менее продуктивный для зоопланктона летний комплекс с преобладанием сине-зеленых водорослей. Это приводит к изменению пищевых ресурсов зоопланктона и рыб не только по количественным показателям (общее обилие пищи), но и по качественному составу ее.

Большой интерес представляют колебания жирности планктона по годам, публикуемые Иенсеном (в *Annales biologiques*) по району Борнхольма. Эти данные относятся ко всему составу планктона, который облавливается сетью Гензена (при облове от дна до поверхности); они основаны на материале из одного района водоема, собираемом примерно в одно время (большая часть проб относится к августу) и поэтому позволяют ориентироваться в изменениях одного из важных качественных показателей корма пелагических рыб — жирности планктона.

Сопоставив колебания жирности планктона с колебаниями суммарного стока главных рек Балтики в соответствующие годы, можно обнаружить очень большое соответствие в динамике этих двух величин: в годы большого стока (1944, 1945) наблюдается высокая жирность планктона, в годы малого стока (1947, 1952) — низкая жирность (рис. 3).

Некоторое исключение составляет 1950 г., но в этом году, в отличие от других годов, главный сток был не в первую половину года (особенно в период паводка), а во вторую (если бы мы составили график стока не суммарный, а за первую половину года, то соответствие было бы более полным).

Балтийская килька и снеток, как планктоядные рыбы с коротким жизненным циклом, более чутко реагируют колебаниями в численности на годовые и многолетние колебания продуктивности планктона, чем другие рыбы соответствующих водоемов. Но поскольку колебания продуктивности планктона преимущественно определяются колебаниями величины речного стока, можно ожидать соответствия (корреляции).

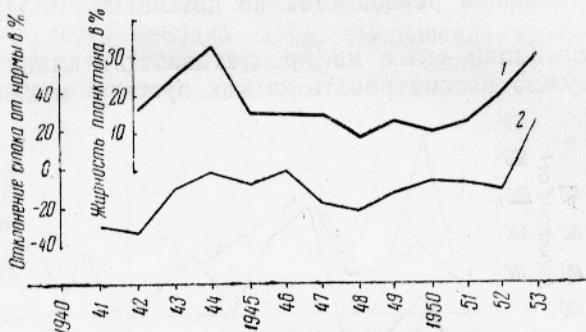


Рис. 3. Годовые колебания жирности планктона:  
в районе Борнхольма (по Иенсену, 1946–1954 гг.) (1);  
суммарного стока рек Невы, Нарвы, Даугавы, Немана (2).

колебаний численности балтийской кильки и снетка с колебаниями стока основных рек балтийского бассейна. Такое соответствие достаточно четко выражено по всем водоемам этого бассейна, по которым имеются сведения об уловах этих рыб и о стоке за последние 50–60 лет.

#### МНОГОЛЕТНИЕ КОЛЕБАНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ (УЛОВОВ) СНЕТКА И КИЛЬКИ ПО ПЕРИОДАМ ВОДОНОСНОСТИ ГЛАВНЫХ РЕК БАЛТИЙСКОГО БАССЕЙНА (НЕВЫ, ЗАПАДНОЙ ДВИНЫ, НЕМАНА И НАРВЫ)

Характеристика многолетних колебаний речного стока Балтийского бассейна нами составлена на основании опубликованных сведений по стоку четырех крупнейших рек этого бассейна: Невы, Западной Двины (Даугавы), Немана и частично Нарвы.

Учитывая, что общий сток этих рек составляет около  $\frac{1}{3}$  всего балтийского стока и допуская, что все другие реки, протекающие между бассейнами Невы и Немана, имеют колебания водоносности, соответствующие упомянутым четырем главным рекам, можно считать, что приведенная далее характеристика будет распространяться примерно на 50% общего стока балтийского бассейна.

Колебания стока всех этих рек (а также и рек, расположенных между ними) синхронны, и их бассейны, как указывает в своей работе П. С. Кузин [8], относятся к одному гидросиноптическому району. Следует отметить также, что бассейны этих рек охватывают большую часть ареала снетка: севернее бассейна Невы он не распространяется, а южнее бассейна Немана встречается очень редко.

Основные промысловые концентрации балтийской кильки сосредоточены в южной и центральной Балтике. Эти районы не менее 70% массы стока получают от рек, протекающих на территории СССР, т. е. от четырех перечисленных выше рек. Следовательно, приводимые данные по водоносности рек Невы, Нарвы, Западной Двины и Немана можно считать достаточно репрезентативными для характеристики многолетних колебаний численности (уловов) балтийской кильки и снетка прибалтийских озер в связи с многолетними колебаниями водоносности рек балтийского бассейна в основной зоне распространения этих рыб.

Характеризуя колебания водоносности рек и численности кильки и снетка по многолетним периодам, следует учитывать момент некоторого запаздывания в изменении численности по отношению к воздействию внешнего фактора, в том числе изменчивости продуктивности водоема, связанной с колебаниями речного стока. Величина этого запаздывания меняется в связи с разным сочетанием комплекса других факторов, прямо или косвенно влияющих на численность вида, а также и меняющимся во времени биологическим состоянием последнего.

У кильки и снетка величина этого запаздывания в связи с коротким жизненным циклом и короткой трофической связью (питание планктоном) небольшая, при резких колебаниях стока — не больше 1—2 лет. Условно мы ее принимаем за 2 года для всех многолетних периодов. В связи с этим все многолетние периоды имеют двойную хронологию; периоды по водоносности рек и соответствующие им сдвинутые на два года периоды по численности (уловам) кильки и снетка (годы этих периодов поставлены в скобки).

1887—1898 (1889—1900) гг. — маловодный период. Средний сток Западной Двины (у Даугавпилса) составил 84% многолетней нормы, а реки Немана — 95%. Из 15 лет этого периода по стоку Немана было лишь 3 года с очень незначительным превышением многолетней нормы, а по Западной Двине — ни одного такого года. Особенно маловодными были 1890, 1898, 1889 и 1893 гг. В самый маловодный 1890 г. сток Немана был на 20% ниже нормы, а Западной Двины — на 37%.

По промыслу кильки за этот период опубликованных сведений нам не известно. Промысел снетка в этот период был неблагоприятным. В конце периода (около 1900 г.) в Псковско-Чудском водоеме снеток почти исчез. Исчезла эта рыба в 1890-е годы из нескольких озер бывшей Новгородской губернии, в которых раньше имела промысловое значение: в озере Давыдовском в 1894 г., в озере Шлино в 1896 г. и в озере Пестово в 1897 г. Средние уловы снетка в Мазурских озерах с 1895 по 1902 г. (за более ранние годы сведений нет) были значительно меньше средних многолетних уловов.

1899—1906 (1901—1908) гг. — это короткий, очень многоводный период. Уловы снетка и кильки высокие. Средний сток Немана на 10% выше нормы, Невы — на 14% и Западной Двины — на 27%, Нарвы (сведения с 1903 г.) — на 22%. Особенно многоводными были 1902 и 1903 гг. Сток Западной Двины в 1903 г. был на 40%, а в 1902 г. на 59% выше нормы.

По уловам кильки и снетка этот период был очень благоприятным. Германские уловы кильки в южной Балтике, по данным П. Мейера [32], в 1907 и 1908 гг. (за более ранние годы сведений не имеем) были самыми высокими за последние 50 лет. Уловы снетка в Мазурских озерах, по данным А. Виллера [35], также в этот период были рекордными за сорокалетний период известных нам статистических сведений (1895—1936 гг.).

Сведений по уловам снетка в Псковско-Чудском водоеме за эти годы в литературе нет, но известно, что после почти полного исчезновения снетка в этом озере около 1900 г. через несколько лет уловы его восстановились. Для конца этого периода в работе Н. А. Самсонова [19], посвященной рыбному промыслу на Псковском озере, указано, что весенний лов снетка в 1907 г. был очень обилен. В 1908 г., по его же данным, относящимся к деревням Нос, Казанель, Колки, лов был тоже обильнее, чем в 1910 г.

В 1905 г. снеток появился в промысловых количествах в озере Пестово после его искусственного разведения в 1899 г. в этом озере.

1907—1922 (1909—1924) гг. — нечетко выраженный, маловодный период. Средний сток по Неве был на 6% ниже нормы, по Не-

ману на 3,3%; по Западной Двине и Нарве не было достаточно полных сведений.

Этот период по водности не так резко выделяется, как предыдущий и два последующих. Наряду с резко выраженным маловодными годами (1909, 1910 и особенно 1915 и 1921) были годы со значительным повышением многолетней нормы стока (1914, 1916, 1918); маловодность этого периода более четко проявилась в первые и последние годы.

Уловы кильки по германскому промыслу резко сократились в начале этого периода (1909—1914 гг.). В 1915—1917 гг. уловы кильки повысились. В этот период наблюдалось кратковременное, но интенсивное оживление промысла этой рыбы у берегов Польши (район Гданьской бухты); в конце периода (1918—1922) уловы сократились втрое. При этом следует отметить, что подъем численности (уловов) кильки в середине периода совпал с подъемом стока в 1914—1918 гг.

Имеются указания на снижение уловов кильки в этот период (в первые годы) и в северных районах Балтики. Так, Ергомышев [6] указывает на резкое сокращение килечного промысла у Ревеля (ныне Таллин).

По уловам снетка в Псковско-Чудском водоеме за этот период опубликованных сведений нам не известно.

Уловы снетка в Мазурских озерах с 1909 по 1911 г. резко понизились, с 1915 по 1918 значительно повысились (многоводные годы 1914—1918), а в конце периода вновь понизились.

1923—1936 (1925—1938) гг.—многоводный период по всем рекам. Сток Невы превышает норму более чем на 10%, Западной Двины — на 15% и Нарвы — на 19% (по Неману сведения неполные).

Особенно обильный сток был в 1923, 1924, 1926—1928 и в 1936 гг. Сток ниже нормы по всем рекам был только в 1934 г. В 1925 г. и в 1929 г. сток Западной Двины и Немана был ниже нормы, в 1927 г. по Неве, а в 1930 г. по Неману и Нарве.

Уловы кильки в южной Балтике значительно повысились с 1931 по 1936 г. (особенно в районе Гданьской бухты и южного побережья моря). Бурному росту германских и польских уловов кильки в эти годы значительно содействовало применение в 1932 г. трашового лова по способу близнецового траления (с двух судов).

Общие уловы кильки в Польше в этот период достигли рекордного уровня, а уловы Германии приблизились к рекордному 1908 г. Сравнительно скромные уловы кильки в южной Балтике в 1925—1930 гг., по-видимому, следует отнести за счет слабой интенсивности промысла, а не за счет малых концентраций рыбы, о чем свидетельствуют хорошие уловы ее в указанные годы в северной части моря.

Уловы снетка в Псковско-Чудском водоеме в эти годы тоже резко повысились, достигнув к 1935 г. рекордной величины за всю историю промысла. Повышение промысла наблюдалось также в Мазурских озерах, озере Ильмень и в Курском заливе. Характерно, что рекордный улов снетка за 1900—1950 гг. в Курском заливе (158 тыс. ц) был в 1925 г.

1937—1949 (1939—1951) гг.—маловодный период. Водоносность Невы была на 10% ниже нормы, Западной Двины на 12% (на 24% ниже предыдущего периода), а Немана на 9%. Особенно маловодными были первые четыре года, когда наблюдалось падение уровня многих озер Балтийского бассейна, в том числе Псковско-Чудского, Ильменя, Онежского, Везиярви — в Финляндии (Ярви, 1947 г.).

Уловы кильки в южной Балтике — основном промысловом районе этой рыбы, а также уловы снетка в Псковско-Чудском водоеме в 1937—38 гг. катастрофически упали и держались на очень низком уровне до конца периода. О периоде 1939—1945 гг. статистические сведения по уловам или отсутствуют (по кильке) или сильно искажены в связи с

войной (по снетку). В первые послевоенные годы (1945—1950 гг.), несмотря на большую интенсивность промысла, уловы этих рыб были слабыми.

1950—1957 гг. — многоводный период. Данные по водоносности рек пока еще не опубликованы, но мы располагаем достаточно достоверными сведениями о повышенной водоносности основных рек балтийского бассейна за эти годы.

Численность балтийской кильки и снетка в Псково-Чудском водоеме и Курском заливе, по мнению ихтиологов, а также судя по значительному повышению уловов по сравнению с предшествующим периодом, значительно возросла. Численность этих рыб, судя по уловам, продолжает повышаться.

Из приведенного обзора видно, что многолетние колебания уловов балтийской кильки и снетка крупных снетковых водоемов Прибалтики соответствуют многолетним колебаниям стока крупнейших рек балтийского бассейна (рис. 4).

При наличии более полных сведений о водоносности рек и об уловах кильки и снетка границы некоторых периодов, вероятно, несколько изменятся, а характеристика периодов будет уточнена. Наиболее четко выражены маловодные периоды 1880—1898 и 1936—1949 гг. и многоводные 1899—1906 и 1923—1936 гг.

На фоне общего бесспорного соответствия многолетних колебаний численности (уловов) балтийской кильки и снетка с водоносностью рек имеются некоторые исключения, частично связанные с действием на численность этих рыб других, не учтенных в этой работе, факторов, а частично с неполным отражением в динамике уловов колебаний численности рыб. Из наиболее крупных исключений выделяются следующие:

1) относительно высокий улов снетка в Мазурских озерах в маловодный период 1919—1922 гг. Средний годовой улов в эти годы по данным озерам был выше средней многолетней величины. Возможно, это следует отнести за счет резкого усиления промысла снетка в экономически трудные для Германии первые послевоенные годы;

2) в Курском заливе минимальный улов снетка за первые три десятилетия этого века был в 1906 г., т. е. в тот год, когда в Мазурских озерах были очень высокие уловы снетка, а в южной Балтике — кильки

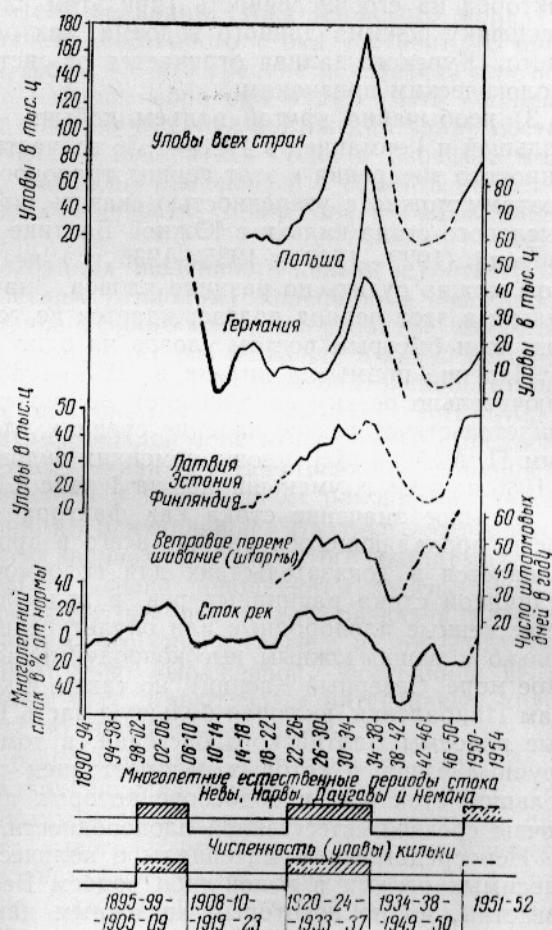


Рис. 4. Уловы кильки, величина суммарного стока рек (Невы, Нарвы, Даугавы и Немана) и интенсивность ветрового перемешивания воды (штормы) за 1900—1955 гг. по скользящим пятилетиям (пунктиром обозначены неполные сведения).

(по другим водоемам сведений нет). Повышение уловов в 1931—36 гг. было выражено заметно слабее, чем в других водоемах. Эти несоответствия в уловах снетка Курского залива отчасти вызваны неравномерной интенсивностью промысла (следует отметить, что немцы ловили снетка преимущественно на откорм свиней), отчасти действием других факторов на его численность (при этом следует принять во внимание специфику режима данного водоема, как опресненного залива моря). Снеток Курского залива отличается от снетка озерного по некоторым биологическим признакам;

3) необычайно крутой подъем добычи кильки в южной Балтике Польшей и Германией в 1930—1936 гг. частично следует отнести за счет широкого внедрения в этот период тралового лова кильки с двух судов. Поэтому можно с уверенностью сказать, что разница в мощности промыслового стада кильки в Южной Балтике в начале и в конце данного периода (1929—1930 и 1935—1936 гг.) не была столь велика, как об этом можно судить по разнице уловов. Значительный рост численности кильки в этот период подтверждается не только общим подъемом уловов, но и быстрым ростом уловов на одно судно за рейс.

Падение промысла кильки в 1937—1938 гг., наоборот, вызвано исключительно резким сокращением ее численности в эти годы. Об этом свидетельствует резкое падение средних уловов на судно. Так, по данным П. Мейера [32], уловы немецких судов в районе Гданьской бухты с 1936 по 1938 г. уменьшились за 1 рейс с 7,2 до 0,4 ц.

Большое значение стока как фактора биологической продуктивности, проявляющегося раньше всего в продуктивности планктона, не нуждается в доказательствах для водоемов с относительно большой величиной стока равнинных рек, в водосборе которых преобладают естественные плодородные или окультуренные почвы. Это относится не только к нашим южным высокопродуктивным морским водоемам (Азовское море, Северный Каспий), но также и ко многим внутренним водоемам Прибалтики, включая большую часть Балтийского моря. Все крупные водоемы Балтийского бассейна, в том числе Балтийское море и крупные озера, в которых распространен снеток, имеют относительно большой сток рек, в водосборе которых преобладают окультуренные почвы средней естественной плодородности.

Непосредственные материалы о количестве биогенных соединений, вносимых реками в какой-либо водоем Балтийского бассейна, нам не известны, но по некоторым косвенным данным можно полагать, что относительная величина биогенного стока в крупные снетковые водоемы (Псковско-Чудское озеро, Ильмень, Курский залив) очень значительна по сравнению даже с таким водоемом, как Азовское море.

Ф. Д. Мордухай-Болтовский [13], сопоставляя содержание биогенов в воде Дона и Волги, пришел к заключению, что общее количество минерального азота и фосфора в донской воде в среднем в два с лишним раза превышает содержание их в волжской воде. Исходя из общей почвенной и ландшафтно-климатической характеристики водосбора рек Прибалтики, можно предполагать, что они еще беднее содержанием биогенов, чем Волга. Однако маловероятно, чтобы разница в содержании биогенов между ними и Волгой была больше разницы между содержанием их в донской и волжской воде, так как большая часть водосбора Волги и главных рек советской Прибалтики расположена в одной почвенно-климатической таежной зоне с более или менее сходным культурным ландшафтом.

Но если допустить, что содержание биогенов в воде прибалтийских рек не в 2, а даже в 5 раз меньше, чем в воде Волги, и, следовательно, в 10—12 раз меньше содержания их в донской воде, то и тогда относительная величина биогенного стока в Псковско-Чудское озеро составит около 40%, а в озеро Ильмень — около 480% биогенного стока Азов-

ского моря, так как относительная величина жидкого стока Псковско-Чудского озера в 4 раза, а в озеро Ильмень в 48 раз больше относительной величины стока Азовского моря (до сооружения Волго-Донского канала).

Показатель величины речного стока Балтики примерно в 5 раз меньше соответствующего показателя величины стока Азовского моря ( $\frac{1}{17}$  и  $\frac{1}{8}$ ), а относительная величина биогенного стока составит не более  $\frac{1}{20}$  этой величины Азовского моря. Но это средние показатели для всей Балтики; для отдельных же районов моря они будут иметь большие различия. Так, относительная величина стока в Рижский залив составляет около 40% соответствующего показателя стока в Азовское море, и в этом районе Балтики, как уже отмечалось, существует четкая связь годовых колебаний продуктивности планктона с колебаниями стока.

В связи с вопросом о колебаниях численности кильки и соответствия этих колебаний (по многолетним периодам) колебаниям численности снетка важно выяснить влияние речного стока на развитие планктона в центральной Балтике, где происходит размножение и нагул основной части промыслового стада кильки. Исходя из общебалтийской относительно небольшой величины биогенного стока, основная часть которого ассимилируется в заливах и прибрежной зоне моря, можно предполагать, что речной сток не может оказать существенного влияния на интенсивность развития планктона в центральном районе Балтики.

Продуктивность планктона в центральной Балтике значительно ниже, чем в Рижском и других заливах. Причина этого состоит не только в том, что заливы значительно больше пополняются за счет речного стока первичными энергетическими ресурсами для развития планктона, чем открытое море, но и тем, что они, в связи с их относительной мелководностью и отсутствием резко выраженной постоянной вертикальной стратификации водных масс, имеют более интенсивный круговорот биогенных соединений по сравнению с морем.

В центральной Балтике резко выражена вертикальная стратификация водной толщи, сильно затрудняющая круговорот биогенных соединений. Это приводит к накоплению в нижнем малоподвижном слое воды довольно значительного «многолетнего фонда» биогенных веществ при явном их дефиците в верхнем слое воды на протяжении 8—9 месяцев в году — с начала апреля (для района Гданьской бухты уже с конца марта) и до конца ноября.

Интенсивность перехода биогенных соединений из эфемерной аккумуляции в зону фотосинтеза некоторые гидрологи и биологи связывают с изменениями в солевом режиме Балтики; в периоды осолонения моря процесс этот усиливается за счет повышения мощности горизонтального обмена водных масс в связи с усилением подтока более соленых вод, поступающих из Каттегата; в периоды опреснения, наоборот, ослабевает. П. Мейер и К. Калэ [33] доказывают, что первопричиной общего повышения добычи рыбы в Балтике в 1930—1940 гг. (с 1936) является усиление подтока соленых вод из Каттегата с 1934 г. Основываясь на разнице в содержании фосфатов в глубоких слоях Готландской котловины (на глубине более 80 м) в 1931 и 1934 гг., они подсчитали, что за этот период (в 1934 г.) в верхние слои воды поступило из нижних слоев около 90 000 т фосфатов. При этом авторы не придают значения тому факту, что продуктивность Балтики с 1936 г., судя по промысловым данным, росла исключительно за счет хищной рыбы (трески), а не планктоноядных кильки и салаки. Эти соображения в последующие годы были подтверждены явно выраженным осолонением моря и ростом рыбной продукции за счет дальнейшего повышения уловов трески. Очевидно, после 1934 г. (последний год гидрохимических

данных, на которых основывались П. Мейер и К. Калэ) в результате интенсивного осолонения моря (с 1936—1937 гг.) следовало ожидать дальнейшего и притом еще более интенсивного перехода биогенных соединений из глубоких слоев в зону фотосинтеза до полного истощения «многолетнего фонда» биогенов, поскольку уже в 1934 г. содержание фосфатов в нем (в слое от 160 м до дна) понизилось до 32 мг/м<sup>3</sup> [14, 30].

Однако гидрохимические данные, опубликованные в более поздний период, не подтвердили этого [31, 36].

Уменьшение фосфатов в нижнем слое до 25 мг/м<sup>3</sup> наблюдалось в 1935 и 1936 гг., когда не отмечалось усиление подтока соленых вод в Балтику; в годы же интенсивного осолонения моря (1937 и особенно в 1938 гг.) содержание биогенов в глубоких слоях увеличилось в несколько раз по сравнению с 1934 г. Это дает основание предполагать, что в 1937—1938 гг. пополнение зоны фотосинтеза биогенными соединениями из придонного слоя было резко затруднено, что, конечно, не могло не отразиться отрицательно на развитии планктона в открытом море. Характерно, что именно в эти годы произошло резкое сокращение численности основной планктоноядной рыбы центральной Балтики — кильки (салака преимущественно распространена в заливах и в прибрежной зоне моря; к тому же эта рыба во взрослом состоянии питается главным образом доннопланктическими ракообразными — мизидами и амфиподами).

Гидрохимические данные, полученные за последние годы, указывают на значительные колебания в содержании биогенов в придонном слое Готландской котловины, не связанные с колебаниями продолжающегося общего осолонения Балтики. Эти колебания обусловлены интенсивностью перемешивания водных масс моря под влиянием штормовых ветров.

Сопоставление опубликованных сведений о содержании фосфатов в Готландской котловине за 1931—1938 гг. с количеством штормовых дней в году (сила ветра более 10 м/сек) в Лиепае указывает на большое соответствие в изменениях обеих величин по годам. В годы продолжительной штормовой погоды содержание фосфатов в нижних слоях низкое (примерно 35 и ниже мг/м<sup>3</sup>), а в годы непродолжительной штормовой погоды (1937, 1938), наоборот, высокое, достигающее 80 и более мг/м<sup>3</sup>. Характерно, что резкая смена «штормового периода» 1932—1935 гг. «нештормовым» 1936—1940 гг. сопровождалась запаздыванием в накоплении фосфатов в придонном слое примерно на один год, что относится к 1936 г., когда число штормовых дней резко снизилось по сравнению с 1932—1935 гг.

Нет сомнения в том, что никакие штормы в Балтике не в состоянии вызвать полного перемешивания водных масс до глубины 200 м и более, но усиление динамики водных масс верхних слоев, вызванное ветрами, отражается в какой-то степени на динамике подстилающих, более устойчивых водных масс, способствуя тем самым усилиению частичного перемешивания между верхними и нижними слоями воды. Особенно большое действие на усиление динамики глубоких слоев воды оказывает ветер в зимний период, когда стратификация водной толщи по плотности выражена в меньшей степени, чем летом.

Ветровая деятельность и осадки являются сопряженными климатическими факторами и поэтому, если дальнейшие исследования подтвердят значение ветрового перемешивания водных масс как важнейшего фактора продуктивности планктона центральной Балтики, то это даст не менее убедительное объяснение сходству многолетних колебаний численности балтийской кильки и снетка прибалтийских озер, чем в том случае, если будет доказано решающее влияние речного стока

на многолетние изменения в продуктивности планктона центральной Балтики.

В заключение следует отметить, что, акцентируя на колебаниях условий продуктивности планктона, как важнейшем факторе многолетних колебаний численности кильки и снетка, мы не исключаем влияния на эти колебания и других изменений в условиях существования данных видов (размножение, воздействие колебаний численности хищников, изменение гидрологического режима водоема и т. д.), которые в отдельных случаях оказывают решающее влияние на отклонение численности данных видов.

Так, на колебания численности снетка немаловажное влияние оказывает температурный режим в летний период, определяющий длительность вегетационного периода и условия использования пищи, а возможно также и температурный режим в зимний период (степень охлаждения водных масс зимой и связанная с этим продолжительность зимнего голодаания).

В годы большого стока, но очень низких температур летом и сокращенного вегетационного периода, снеток обычно отстает в росте и имеет плохую питательность. При неблагоприятной зимовке численность промыслового стада к весне может резко сократиться, хотя предшествующее лето и было обильно кормом.

По-видимому этим следует объяснить значительное сокращение численности (уловов) снетка в Рыбинском водохранилище в 1953 г., когда был большой сток, но холодное короткое лето, вследствие чего снеток в этот год был значительно мельче, чем за три предшествующих года (средний размер 9,0 см против 9,7—9,9 см в 1950—1952 гг., а вес 4,3 г против 6,2—6,7 г в 1950—1951 гг.). В годы высокого стока, но короткого холодного лета и сухой продолжительной зимы, высокая численность промыслового стада снетка, по-видимому, маловероятна.

На формирование молодого поколения кильки, по указаниям Моландера (1949), большое влияние оказывает ветровой режим в период ее нереста. Сильные ветра отрицательно влияют на развитие икры, так как последняя очень чувствительна к механическим сотрясениям при волнении.

Дальнейшие исследования должны определить меру действия этих дополнительных факторов на динамику численности кильки и снетка, что позволит более реально оценить значение стока (и сопряженного с ним ветрового перемешивания водных масс) как одного из важнейших факторов колебаний продуктивности не только планктона и планктоноядных рыб, но и общей биологической продуктивности водоема.

## ВЫВОДЫ

Численность балтийской кильки подвержена резко выраженным многолетним колебаниям, на фоне которых выделяются годовые отклонения. Главной причиной флюктуаций численности этого вида является неравномерная продуктивность планктона (составляющего пищу кильки), что связано в основном с колебаниями речного стока и, по-видимому, с неравномерной (по годам) интенсивностью ветрового перемешивания водных масс.

Многолетние колебания численности балтийской кильки имеют много общего с многолетними колебаниями численности снетка, эти виды сходны и по образу жизни.

В течение последних 65 лет выделяются следующие многолетние периоды водоносности крупных притоков Балтики (Невы, Нарвы, Западной Двины и Немана) и периоды численности балтийской кильки и снетка прибалтийских озер (Псковско-Чудского, Мазурских и др.): большого

стока и высокой численности названных рыб 1899—1906 (1903—1908); 1922—1936 (1924—1936); 1950—1957 (1950—1957) гг., малого стока и низкой численности названных рыб 1907—1921 (1909—1923); 1937—1949 (1938—1949)<sup>1</sup>.

Особенно резкие колебания численности происходят при смене многоводного периода маловодным, с этим связаны катастрофические падения уловов в 1909—1910 и 1937—1938 гг.

### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Арнольд И. Н., Планктон озера Пестово, Новгородской губ. в 1902—1903 гг., Из Никольского рыбоводного завода, № 9, 1904.
2. Борисов П. Г., Биологическая характеристика кильки, ловимой у берегов Эстонской ССР, Труды Мосрыбвтуза, вып. 9, Москва, 1951.
3. Воробьев В. П., Бентос Азовского моря, Труды АзЧерниро, т. 13, Крымиздат, 1949.
4. Гейнеман Б., Количественное определение планктона оз. Пестово с мая 1904 по май 1905 г. в связи с периодическими колебаниями его в течение предшествующих лет, Из Никольского рыбоводного завода, № 11, 1908.
5. Давыдов Л. К., Водоносность рек СССР, ее колебания и влияние на нее физико-географических факторов, Ленинград, 1947.
6. Ергомышев, Отчет о командировке на русское побережье Финского залива, Вестник рыбопромышленности, 1910.
7. Казанова И. И., Материалы по размножению рыб Балтийского моря, Доклады ВНИРО, вып. 1, Пищепромиздат, 1952.
8. Кузин П. С., Многолетние колебания водоносности рек СССР, Труды Государственного гидрологического института, Ленинград, 1953.
9. Кусморская А. П., Сезонные и годовые изменения зоопланктона Черного моря, Труды Всесоюзного гидробиологического общества, т. 6, Изд. АН СССР, 1955.
10. Лебединцев А. А., Опыт систематического исследования озер в гидрохимиобиологическом отношении за год, Из Никольского рыбоводного завода, № 10, 1905.
11. Мантейфель Б. П., Планктон и сельдь Баренцева моря, Труды ПИНРО, вып. 7, Пищепромиздат, 1941.
12. Мешков М. М. и Сорокин С. М., Снеток Псковского озера (биология и промысел), Ученые записки Псковского педагогического института, Псков, 1952.
13. Мордухай-Болтовский Ф. Д., Влияние гидротехнических реконструкций Дона на биологию Азовского моря, Труды Всесоюзного гидробиологического общества, № 5, Изд. АН СССР, 1953.
14. Николаев И. И., Биологические показатели осолонения Балтийского моря, «Природа», 1950, № 5.
15. Никольский Г. В., О теоретических основах работ по динамике численности рыб, Труды Всесоюзной конференции по вопросам рыбного хозяйства, Изд. АН СССР, 1953.
16. Петров В. В., Снеток Псковско-Чудского водоема, Известия ВНИОРХа, т. 23, Ленинград, 1940.
17. Петров В. В., Факторы формирования ихтиофауны Псковско-Чудского водоема, Известия ВНИОРХа, т. 26, вып. 1, Ленинград, 1947.
18. Пробатов А. Н., Современное состояние рыбного хозяйства на Псковско-Чудском водоеме, Известия Отдела прикладной ихтиологии, ГИОА, том 7, вып. 2, Ленинград, 1927.
19. Самсонов Н. А., Весенний лов снетка ризцами на Лифляндском берегу Чудского озера, Вестник рыбопромышленности, № 2—4, 1910.
20. Скориков А. С., К сведениям о планктоне озера Пестово, Из Никольского рыбоводного завода, № 9, 1904.
21. Чумайская-Световидова Е. В., Биология и развитие валдайского и псковского снетков, «Зоологический журнал», том XXIV, вып. 6, 1945.
22. Усачев П. И., Количественные колебания планктона в Северном Каспии, Труды ИОАН, т. 2, Изд. АН СССР, 1948.
23. Buch K. und Gripenberg St., Jahreszeitlicher Verlauf der chemischen und biologischen Faktoren im Meerwasser bei Hango im Jahre 1935, Hausforskningsinstitutes skrift, N. 118, Helsinki, 1938.
24. Demel K., Proba wyjaśnienia czynnikami klimatycznymi katastrofalnego braku szprota w Zatoce Gdańskiej w sezonie 1937/38, Biuletyn Stacji Morskiej w Helsinkach, N. 3, 1938.
25. Dixon B., O spadku polowow szprota w sezonie 1937/38, Biuletyn Stacji Morskiej w Helsinkach, N. 3, 1938.

<sup>1</sup> В скобках указаны периоды численности.

26. Dixon B., Mulicki, Badania szprotowe na środkowym Bałtyku w lecie 1938. Biuletyn Morskiego Laboratorium Rybackiego w Gdyni, № 4, 1948.
27. Kalle K., Die grosse Wasserumschichtung im Gotlandtief im Jahre 1933/34, Annales d. Hydrogr., 1943.
28. Kändler R., Die Häufigkeit pelagischer fischeier in der Ostsee als Maßstab für die Zu- und Abnahme der Fischbestände Kieler Meeresforschung, Bd. VI, 1949.
29. Mankowski Wl., Odzywanie się i pokarm szprotu (*Clupea sprattus*) Bałtyku Środkowego, Archiwum Hydrobiologii i Rybactwa, 1947.
30. Mankowski W., Zmiany biologiczne w Bałtyku w ciągu ostatnich lat pięćdziesięciu, Prace Morskiego Instytutu Rybackiego w Gdyni, № 6, 1951.
31. Miesen V. un Ozolins J., Hidrografiskie juras petijumi 1935, 1936, 1937 un 1938 gada—Riga, 1940.
32. Meyer P., Die Zeesenfischerei auf Hering und Sprott, ihre Entwicklung, Zeitschr. fur Fischerei, Bd. 40, H. 4/5, 1942.
33. Meyer P. und Kalle K., Die biologische Umstimmung der Ostsee in der letzten Jahrzehnten—eine Folge hydrografischer Wasserumschichtungen, Archiv für Fischerei Wissenschaft, H. 1/2, 1950.
34. Seegerströle Sv. Further Notes on the Increase in Salinity of the Inner Baltic and its Influence on the Fauna, Soc. Scient. Fennica, Comment Biologicae, 13, 1953.
35. Willer A., Die Fischerei in den deutschen Binnengewässer im Jahre 1936, Jahresbericht d. deutschen Fischerei, 1936—1937.
36. Zarins E. und Ozolins J., Untersuchungen über die Zusammensetzungen des Meerwassers im Rigaschen Meerbusen, Journ. du Cons. v. 10, H. 3, 1935.

### ON THE LONG-TERM FLUCTUATIONS IN THE ABUNDANCE OF BALTIC SPRAT AS RELATED TO THE FLUCTUATION IN THE PRODUCTIVITY OF PLANKTON

*I. I. NIKOLAEV*

In the abundance of Baltic sprat there seem to be certain very pronounced long-term fluctuations with wellmarked yearly deviations. The fluctuations in the abundance of this species seem to be mainly caused by the irregularity in the productivity of plankton (which serves as food for the sprat) due to the fluctuations in the runoff of the rivers and, probably, due to the annual differences in the intensity of the mixing of water masses due to wind.

The long-term fluctuations in the abundance of Baltic sprat are very similar to those of lake smelt (*Osmerus eperlanus eperlanus morpha spirinchus* Pallas)—in fact they are almost synchronous.

In the course of the last 65 years there occurred several durable periods characterised by the abundant flow of the major Baltic streams (Neva, Narva, Western Dvina and Neman) and periods of high abundance of the Baltic sprat and the smelt of the Baltic lakes (Pskovsko-Chudskoye, Mazurskie and other lakes).

Periods of abundant runoff and high abundance of fish: 1899—1906 (1903—1908); 1922—1936 (1924—1936); 1950—1957 (1950—1957)!

Periods of poor runoff and low abundance of fish: 1907—1921 (1909—1923); 1937—1949 (1938—1949).

Fluctuations in the abundance of fish are particularly pronounced at the boundary between an abundant and a poor runoff periods; this may account for a sharp decrease in the catches of 1909/10 and 1937/38.

<sup>1</sup> The abundance periods are given in brackets,