

УДК 597.553.1 : 639.2.053.3

МЕТОДИКА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ
ПОКОЛЕНИЙ ТЮЛЬКИН.К.Фильчагин
ВНИРО

Выяснению факторов, определяющих урожайность поколений тюльки, посвящено большое количество работ, в которых нередко высказываются противоречивые точки зрения. Так, Р.А.Костюченко (1951) считает, что величина ареала размножения тюльки имеет решающее значение для урожая ее молоди. По мнению Д.Н.Логвинович (1955), урожайность тюльки не зависит от величины стока Дона, определяющего размеры нерестилищ, а связана с пищевой обеспеченностью личинок. А.Ф.Карпевич (1955) и Е.Н.Бокова (1955) также полагают, что численность поколений тюльки определяется в основном накормленностью личинок. А.Н.Смирнов (1969), анализируя влияние экологических факторов на эффективность размножения некоторых видов рыб в Таганрогском заливе, заключает, что численность сеголетков тюльки обусловлена главным образом соленостью, температурой воды и величиной биомассы кормового планктона.

Численность стада азовской тюльки в значительной мере зависит от величины пополнения, которая изменяется в довольно широких пределах (табл. I). Это обстоятельство, а также отсутствие единого мнения относительно влияния отдельных факторов на эффективность размножения тюльки послужили поводом для более детального изучения биологии ее размножения. Этому вопросу посвящены работы Г.Н.Пинус (1969, 1970 а, б, в, 1971) и А.С.Михман (1969, 1970, 1972).

Т а б л и ц а I

Возрастной состав стада тюльки в августе
(числитель - млрд.шт., знаменатель - %)

Год	Возрастные группы					Всего
	0+	I+	2+	3+	4+	
1966	<u>44,3</u>	<u>21,9</u>	<u>35,3</u>	<u>6,4</u>	<u>3,2</u>	107,9
	39,9	19,7	31,7	5,8	2,9	
1967	<u>231,5</u>	<u>21,0</u>	<u>14,1</u>	<u>3,0</u>	<u>1,3</u>	275,9
	85,5	7,7	5,2	1,1	0,5	
1968	<u>163,1</u>	<u>108,3</u>	<u>12,8</u>	<u>6,4</u>	<u>0,6</u>	291,2
	56,0	37,2	4,4	2,2	0,2	
1969	<u>27,6</u>	<u>123,5</u>	<u>31,4</u>	<u>0,8</u>	-	183,2
	15,1	67,4	17,1	0,4		
1970	<u>87,0</u>	<u>18,3</u>	<u>55,0</u>	<u>7,0</u>	-	167,3
	52,0	10,9	32,9	4,2		
1971	<u>165,0</u>	<u>60,0</u>	<u>11,1</u>	<u>17,5</u>	<u>0,5</u>	254,1
	64,9	23,6	4,4	6,9	0,2	
1972	<u>67,7</u>	<u>114,6</u>	<u>27,1</u>	<u>3,2</u>	<u>0,4</u>	213,0
	31,8	53,8	12,7	1,5	0,2	
Сред- ний	<u>112,3</u>	<u>66,8</u>	<u>26,7</u>	<u>6,3</u>	<u>0,9</u>	213,2
	49,3	31,5	15,5	3,2	0,5	

Г.Н.Пинус приходит к выводу, что в период становления нового режима Азовского моря, связанного с зарегулированием стока Дона, результаты нереста тюльки в основном определял термический режим в мае, поскольку границы температур, оптимальных для нереста, очень узки (15-18°C). Изменения температуры воды в мае, выходящие за пределы этих границ, ведут к большой смертности эмбрионов. По мнению Пинус, соленость и ветровой режим в гораздо меньшей степени влияют на численность поколений тюльки и даже не всегда выживаемость личинок определяется обеспеченностью их кормом и качеством производителей.

А.С.Михман, располагая данными за 1963-1968 гг., т.е. за первые годы нового режима Азовского моря, установила зависимость численности сеголетков от обеспеченности кормом личинок в момент выклева. За обеспеченность пищей личинок она

принимала количество кормовых зоопланктеров в местах их распределения. По ее мнению, температура воды не относится к основным факторам, а может лишь определять сроки начала и окончания нереста. Качество производителей, оцениваемое по коэффициенту упитанности, также относится к второстепенным факторам. Однако Михман подчеркивает, что в отдельные годы любой фактор, помимо обеспеченности кормом, может быть решающим.

Выявление факторов, определяющих урожайность тюльки, необходимо прежде всего для прогнозирования ее запасов и в первую очередь численности сеголетков. Дело в том, что в некоторые годы ее сеголетки составляют 50-80% численности всего стада, или 30-60% в весовом выражении. Кроме того, тюлька является единственной рыбой Азовского бассейна, используемой промыслом уже на первом году жизни (в возрасте 7-9 мес.), и "Правила рыболовства" не ограничивают прилова ее молоди.

До конца пятидесятых годов величина урожайности тюльки вообще не прогнозировалась, а принималась как средняя за ряд лет. С 1964 г. такие прогнозы стали составлять на основе предполагаемой кормовой базы для личинок весной с учетом ожидаемых солености и стока Дона. При этом кормовая база в свою очередь определялась на основании прогнозируемых величин - биомассы корма и величины предполагаемого стока. Связь численности сеголетков устанавливалась не с общей биомассой корма в Таганрогском заливе весной, а с численностью кормовых зоопланктеров в ареалах распространения личинок. Все это делало прогнозы мало надежными. Не менее трудной задачей является и прогнозирование по количеству дней в мае с оптимальной для выживания личинок температурой воды (Пинус, 1970а).

Принимая во внимание изложенное и располагая данными об условиях размножения и нагула тюльки, жирности производителей, численности личинок, сеголетков и особей старших возрастных групп за период 1966-1972 гг., мы попытались выяснить влияние температуры воды, биомассы копепод в мае и качества производителей на выживаемость личинок тюльки и численность ее сеголетков.

1967 год. Несмотря на очень низкий сток Дона и высокую соленость воды в Таганрогском заливе весной сложились благоприятные для личинок кормовые условия. Биомасса копепод составляла $546,1 \text{ мг/м}^3$ и была выше среднегодовой величины, равной $450,8 \text{ мг/м}^3$.

Термический режим в мае не благоприятствовал размножению тюльки. По данным Г.Н.Пинус (1970а), для формирования поколения высокой численности необходимо, чтобы в мае было 17-23 дня с температурой воды $15-18^\circ\text{C}$; если таких дней 9-12, урожайность тюльки должна быть низкой. В 1967 г. оптимальные температуры держались всего 6 дней. В течение месяца преобладали дни с температурой воды $19-22^\circ\text{C}$, т.е. выше оптимальной. После 23 мая температура воды в районе Таганрога достигла $24,2^\circ\text{C}$, а к 31 мая понизилась до $18,2^\circ\text{C}$. Однако численность сеголетков в августе, как и численность личинок в мае, были наибольшими за последние семь лет (рис. I, табл. I).

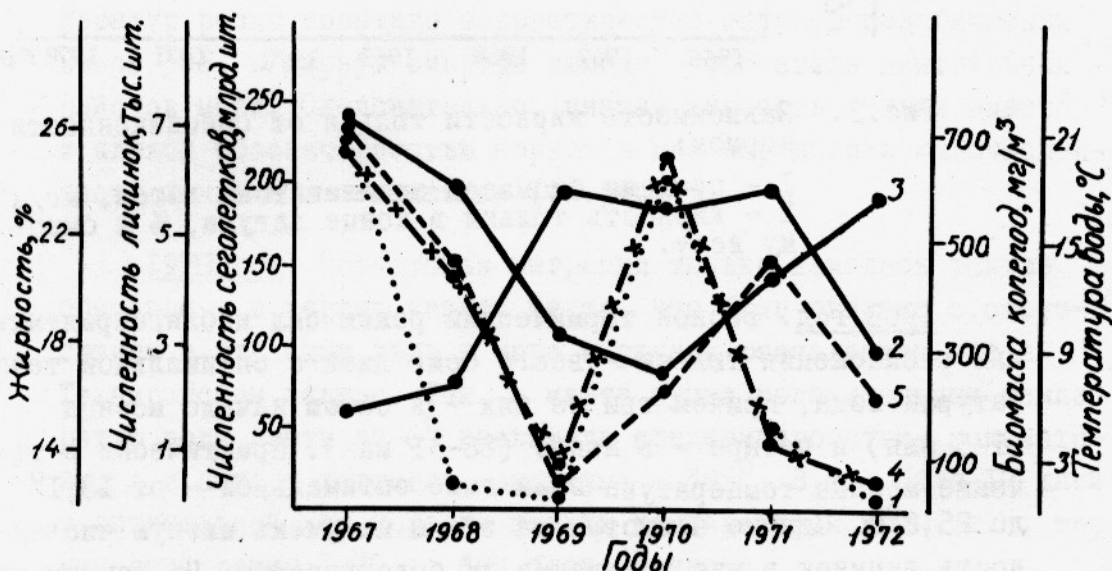


Рис. I. Зависимость выживания личинок и численности сеголетков от различных факторов:

1 - количество личинок на замет ихтиопланктонной сети в мае^х); 2 - число дней в мае с температурой воды $15-18^\circ\text{C}$; 3 - жирность производителей в год, предшествующий нересту; 4 - биомасса копепод в мае; 5 - численность сеголетков, учтенных в августе.

х) Численность личинок в 1967-1968 гг. приводится по данным А.С.Михман (1970).

По-видимому, хорошую выживаемость тюльки в этом случае можно объяснить качеством производителей (жирность тюльки в конце нагула, т.е. в октябре 1966 г. была наиболее высокой за весь период наблюдений, что видно из рис.2) и обеспеченностью кормом личинок (биомасса копецод в мае была достаточно высокой).

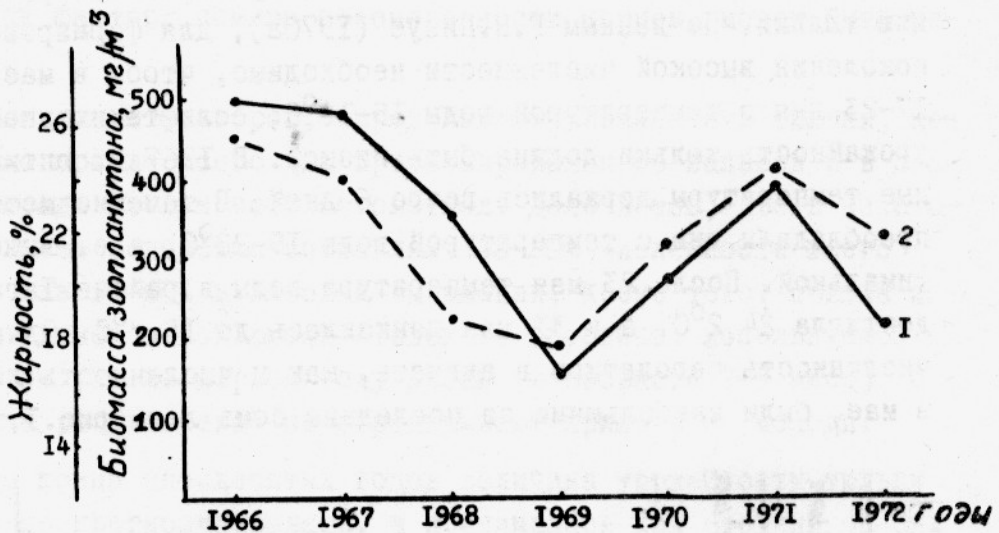


Рис.2. Зависимость жирности тюльки от обеспеченности кормом:

I - средняя биомасса зоопланктона летом, мг/м³;
2 - жирность тюльки в конце нагула, % к сырому весу.

1968 год. Весной термический режим был неблагоприятным для размножения тюльки - всего семь дней с оптимальной температурой воды, причем три из них - в самом начале месяца (1-3 мая) и четыре - в конце (28-31 мая). Практически в течение месяца температура была выше оптимальной - от 18,1⁰ до 25,2⁰С. Однако несмотря на это и на очень низкую численность личинок в мае выживание их было хорошим. По данным августовской учетной съемки, численность сеголетков была высокой - 163,1 млрд.шт. Факторами, определившими высокий урожай тюльки, как и в 1967 г., явились хорошее качество производителей и высокая биомасса копецод в мае (см. рис.1, табл.1).

1969 год. Нерест тюльки начался поздно - в первой декаде мая, тогда как в 1967 и 1968 г. он начинался соответственно в I и во II декадах апреля. Эффективность размножения была чрезвычайно низкой. Большая часть производителей

(1,5 млн.ц) в июне находилась еще в заливе, тогда как в 1967 и 1968 г. основная их масса в это время была на нерестилищах. Термический режим в мае 1969 г. можно считать благоприятным - 17 дней с оптимальной температурой воды. При этом не было ни одного дня с температурой воды свыше 20°C, тогда как в 1967 г. их было 19, а в 1968 - 20.

Суровая зима 1968/69 г. и последовавшая за этим затяжная весна явились причиной очень слабого развития зоопланктона, биомасса которого в мае оказалась чрезвычайно низкой (см.рис.1), что явно отрицательно сказалось на выживании личинок тюльки.

Жирность тюльки в год, предшествующий нересту, была также низкой из-за неудовлетворительных условий нагула. Кроме того, частые штормовые ветры зимой 1968/69 г. вызывали интенсивное перемешивание водных масс, что в условиях низких температур резко повышало энергетические затраты пелагических видов рыб, в первую очередь тюльки - обитателя центральных районов моря. Следовательно, низкая жирность тюльки вместе с плохой обеспеченностью кормом в мае определили малочисленность личинок и сеголетков (см.рис.1).

1970 год. Нерестовая миграция тюльки началась раньше обычного - в первых числах марта, что было связано с отсутствием в эту зиму льда в море и ранним распалением его в Таганрогском заливе. Так, в марте сумма положительных температур воды почти на 6° превышала среднегодовые показатели, а в апреле достигла максимума - 395°. В мае было 17 дней с оптимальной для нереста тюльки температурой воды, т.е. термический режим 1970 г. был благоприятным.

Мягкая зима 1969/70 г. и интенсивный прогрев воды весной обусловили высокий темп развития кормовых организмов в Таганрогском заливе. Так, биомасса копепод в мае 1970 г. была самой высокой за последние 10 лет - 713 мг/м³, т.е. кормовые условия для личинок тюльки были тоже благоприятными. Жирность тюльки в конце нагульного периода 1969 г. была самой низкой за все годы наших наблюдений, что объясняется чрезвычайно плохими условиями откорма (см.рис.2).

Сравнение уловов личинок за последние пять лет показало, что в мае 1970 г. их количество было примерно таким же, как в 1967 г., когда численность сеголетков оказалась очень высокой.

По количеству личинок в уловах икорной сети, состоянию кормовой базы и термическому режиму в мае в 1970 г. следовало ожидать очень высокого урожая тюльки. Однако, как показала августовская учетная съемка, численность сеголетков была низкой - 87 млрд.шт. (см.табл.1).

Основной причиной слабого урожая тюльки явилась очень низкая жирность производителей, давших нежизнестойкое потомство (см.рис.1)

1971 год. Зима 1970/71 г. была теплой. Весной вода прогревалась медленно, но в мае было 18 дней с оптимальной для нереста тюльки температурой, т.е. термический режим был благоприятным.

Кормовые условия не способствовали хорошему выживанию личинок. Хотя в апреле биомасса зоопланктона превышала среднемноголетнюю (равную $450,8 \text{ мг/м}^3$), к маю она снизилась до 193 мг/м^3 .

Качество производителей, участвующих в нересте в этом году, было удовлетворительным несмотря на то, что летом 1970 г. биомасса зоопланктона в море была несколько ниже среднемноголетней. Успешному откорму тюльки способствовали совпадение районов ее распространения с районами наиболее высокой концентрации зоопланктона и сравнительно низкая общая численность планктофагов (191 млрд.шт. против среднемноголетней, равной 283 млрд.шт.). Кроме того, тюлька питалась преимущественно высококалорийным кормом - копеподами, составляющими более 95% всей пищи по весу, и совсем не потребляла фитопланктон.

Несмотря на плохую обеспеченность личинок пищей урожайность тюльки в 1971 г. была сравнительно высокой, что можно объяснить удовлетворительным состоянием производителей и благоприятным термическим режимом (см.рис.1).

1972 год. Весна была поздней и затяжной, однако процесс накопления тепла шел сравнительно равномерно. Число дней с оптимальной для нереста тюльки температурой воды в мае было значительно меньше необходимого (9 вместо 17-23).

Суровая и малоснежная зима 1971/72 г. не обеспечила достаточного накопления влаги на территории бассейна. Биомасса копепод в мае составила всего 38 мг/м³, снизившись по сравнению с осенью в Азовском море на 72%, а в Таганрогском заливе на 95%.

Кормовые условия во второй половине лета 1971 г. обеспечили хорошую подготовленность тюльки к зимовке. В год, предстоящий нересту, она имела высокую жирность, и можно было ожидать высокого урожая. Однако численность сеголетков в 1972 г. была низкой. Основными факторами, определившими в этом году слабый урожай тюльки, были, по-видимому, плохие условия питания личинок и неблагоприятный термический режим.

Подводя итог анализу влияния трех основных факторов на урожайность поколений тюльки, можно заключить, что условия ее нагула через качество родителей и жизнестойкость личинок оказывают большое влияние на численность поколений.

В работах А.С.Михман и Г.Н.Пинус не выявлено такой связи, вероятно, по той причине, что для характеристики качества производителей они пользуются коэффициентом упитанности, определяемым к тому же в августе, когда нагул тюльки еще не закончен. А.С.Михман ссылается на М.С.Дадикияна (1967), который говорит о коэффициенте упитанности как о показателе, относительно отражающем обеспеченность пищей взрослых рыб, признавая в то же время, что биохимический анализ содержания жиров, белков и углеводов **дает, несомненно,** более точную картину изменения жирности и мясистой.

Как известно, упитанность, в формулу которой входит вес рыбы, не всегда согласуется с ее жирностью. Например, в периоды повышенных энергетических трат часть жира может замещаться водой (Вилкинз, 1970), что препятствует снижению общего веса, т.е. в подобных случаях коэффициент упитанности не отражает качественного состояния рыбы. Это в полной мере относится и к азовской тюльке (Борисов, Прокопенко, 1972).

Наши данные подтверждают это положение. Так, при очень низкой биомассе зоопланктона летом 1969 г. сеголетки имели самые меньшие за последние шесть лет средние размеры и вес, тогда как упитанность их была выше упитанности рыб не только этой, но и более старших возрастных групп в другие годы (табл.2).

Т а б л и ц а 2

Качественная характеристика тюльки
разных возрастных групп в конце августа

Год	Средняя био-масса, мг/м ³	Коэффициент упитанности				Средний вес, г				Средняя длина, мм			
		0+	I+	2+	3+	0+	I+	2+	3+	0+	I+	2+	3+
1967	470	1,27	1,17	1,23	1,23	1,4	4,2	4,8	5,0	48	71	73	74
1968	353	1,09	1,18	1,15	1,07	1,2	3,4	4,1	4,9	48	66	71	77
1969	176	1,50	1,18	1,08	1,00	0,7	2,3	3,1	4,2	36	58	66	75
1970	299	1,13	1,32	1,27	1,18	1,1	3,3	4,0	4,6	46	63	68	73
1971	369	1,10	1,36	1,34	1,30	1,0	3,9	5,0	5,5	45	66	72	75
1972	223	0,96	1,34	1,10	1,03	1,0	3,2	4,1	4,7	47	62	72	77

Сред-
ние
многочет-
ние

315	1,18	1,26	1,20	1,14	1,1	3,4	4,1	4,8	45	64	70	75
-----	------	------	------	------	-----	-----	-----	-----	----	----	----	----

Наряду с этим при обилии корма летом 1967 г. упитанность старших возрастных групп оказалась ниже, чем в 1970 и 1971 г., когда корма было меньше. Средние длина и вес особей всех возрастных групп в 1967 г. были наибольшими за последние годы. В отличие от коэффициента упитанности динамика жирности хорошо согласуется с изменениями кормовой базы летом ($r = +0,814$).

Если допустить, что качество производителей тюльки не играет в воспроизводстве существенной роли, придется принять, что эффективность размножения определяется только внешними условиями, а жизнестойкость потомства значения не имеет. Но при таком одностороннем подходе нарушается принцип единства организма и среды. Так, 1970 г. по всем показателям (численности выклюнувшихся личинок, термическому режиму и биомассе копепод в мае) был значительно благоприятней, чем 1968 г. (см.рис.1). Однако численность сеголетков в 1970 г. оказалась

вдвое ниже, чем в 1968 г. (см.табл.І). Такая низкая выживаемость объясняется, по-видимому, плохим качеством производителей – жирность тюльки в конце нагульного периода 1969 г. была самой низкой за все годы наблюдений. Выживаемость личинок тюльки, появившихся в 1970 г. от этих производителей, несмотря на лучшие условия существования оказалась значительно ниже выживаемости личинок, появившихся в 1968 г. от производителей с высокой жирностью. Это свидетельствует о том, что выживаемость личинок зависит не только от внешних условий в период размножения, но и от их способности переносить неблагоприятные условия среды.

В настоящее время установлено существование критических периодов в развитии рыб, когда организм особенно чувствителен к неблагоприятным воздействиям внешних факторов (Привольнев, 1953; Дехник и др., 1970). В эти периоды особое значение приобретает качество икры и развивающихся из нее личинок, в свою очередь зависящие от состояния производителей.

С.Г.Крыжановский (1960), изучая развитие сельдевых, в частности азовской тюльки, установил, что икринка тюльки содержит гораздо большую жировую каплю, чем икринки других рыб умеренного пояса, и в отличие от них, кроме жировых веществ, расходующихся исключительно на энергетические потребности, включает азотистые вещества, идущие на построение и рост организма. На этом основании С.Г.Крыжановский заключает, что жировая капля в икринках тюльки не только удовлетворяет энергетические потребности зародышей, но и обеспечивает их рост и развитие в течение нескольких суток. Это согласуется с нашими выводами о том, что условия нагула, определяющие качество производителей тюльки, сказываются на жизнестойкости икры и личинок, а следовательно, и на величине урожайности поколений.

Между численностью сеголетков и жирностью производителей в год, предшествующий нересту, прослеживается достаточно тесная связь ($r = +0,705$), выражающаяся уравнением регрессии

$$y = -226,7 + 15,9x$$

Приведенное уравнение можно использовать при расчетах урожайности тюльки с учетом предварительных данных о кормовой базе и термическом режиме. Эти данные позволят вносить соответствующие коррективы, что повысит надежность прогнозирования запасов азотской тюльки.

З а к л ю ч е н и е

Анализ результатов нереста и выживания личинок тюльки за 1967-1972 гг. показал, что численность ее поколений зависит от комплекса факторов, среди которых определяющими являются температура, корм и качество производителей, оцениваемое по жирности.

Жирность производителей осенью текущего года хорошо коррелирует с численностью сеголетков в следующем году и может быть использована для прогностических целей. Оценка будущего урожая на основании качественного состояния производителей обладает тем преимуществом, что в момент составления прогноза (декабрь) уже известна жирность тюльки в конце нагула (октябрь).

Использование коэффициента упитанности для характеристики качества тюльки не оправдано. Отсутствие связи этого показателя у производителей с величиной их потомства объясняется тем, что коэффициент упитанности не отражает в полной мере биологического состояния тюльки. По-видимому, определения упитанности тюльки имеют методические погрешности, связанные с малыми размерами особей и оводнением тканей в период расходования жира и белка.

Л и т е р а т у р а

- Б о к о в а Е.Н. Пищевые возможности молоди тюльки в условиях зарегулированного стока. - "Вопросы ихтиологии", 1955, № 4, с.137-158.
- Д а д и к я н М.С. Об обеспеченности кормом и коэффициенте упитанности как ее критерии. - "Вопросы ихтиологии", 1967, т.7, вып.2(43), с.338-347.
- Д е х н и к Т.В., Д у к а Л.А., С и н ю к о в а В.И. Обеспеченность пищей и причины смертности личинок массовых рыб Черного моря. - "Вопросы ихтиологии", 1970, т.10, вып.3(62), с.434-441.
- К а р п е в и ч А.Ф. Экологическое обоснование прогноза изменений ареалов рыб и состава ихтиофауны при осолонении Азовского моря. - "Труды ВНИРО", 1955, т.31, вып.2, с.3-84.
- К о с т ю ч е н к о Р.А. О весенних миграциях азовской тюльки. - "Труды АзчерНИРО", 1951, т.15, с.63-78.
- К р ы ж а н о в с к и й С.Г. О значении жировых включений в яйцах рыб. - "Зоологический журнал", 1960, т.39, вып.1, с.111-123.
- Л о г в и н о в и ч Л.Н. О некоторых факторах, определяющих урожай молоди азовской тюльки. - "Труды АзчерНИРО", 1955, вып.16, с.241-251.
- М и х м а н А.С. Некоторые новые данные о питании личинок азовской тюльки и о роли кормового фактора в колебаниях ее численности. - "Вопросы ихтиологии", 1969, т.9, вып.5 (58), с.878-886.
- М и х м а н А.С. Влияние естественных факторов на численность азовской тюльки. - "Труды ВНИРО", 1970, т.71, с.167-179.
- М и х м а н А.С. Закономерности колебаний численности азовской тюльки. - "Труды ВНИРО", 1972, т.83, с.235-247.
- П и н у с Г.Н. О роли пищевой обеспеченности производителей и личинок в воспроизводстве азовской тюльки. - "Труды молодых ученых" /ВНИРО/, 1969, вып.1, с.175-192.
- П и н у с Г.Н. Влияние температуры воды на рост личинок азовской тюльки. - "Труды молодых ученых" /ВНИРО/, 1970а, вып.3, с.182-187.

- П и н у с Г.Н. О причинах колебания численности азовской тюльки.- "Труды ВНИРО", 1970 б, т.71, с.180-192.
- П и н у с Г.Н. Питание личинок азовской тюльки и влияние условий откорма на численность потомства. - "Вопросы ихтиологии", 1970 в, т.10, вып.4, с.700-710.
- П и н у с Г.Н. Воспроизводство азовской тюльки в период зарегулирования стока Дона. - "Труды ВНИРО", 1971, т.86, с.97-102.
- П р и в о л ь н е в Т.И. Критические периоды в развитии и их значение при акклиматизации рыб. - "Известия ВНИОРХ", 1953, т.32, с.238-248.
- С м и р н о в А.Н. Влияние экологических факторов на эффективность размножения некоторых видов рыб в Таганрогском заливе Азовского моря. - "Вопросы ихтиологии", 1969, т.9, вып.4(57), с.651-656.

Method for forecasting the yield of tiulka generations

N.K.Filchagin

S u m m a r y

A fairly close relation ($r = +0.70$) is established between the fat content in tiulka in October and the abundance of one-summer-olds in the next August. The regression equation showing the relation is suggested to be used for forecasting the abundance of one-summer-olds with regard to tentative data available on food resources and a thermal regime during the spawning season.