



4. Baldwin Sjo Assessing selenium cycling and accumulation in aquatic ecosystems // Water, air and soil pollution, 1996. Vol. 90. Pp. 93-104.
5. Maher W., Deaker M., Jolley D. et al. Selenium Occurrence, distribution and speciation in the cockle *Anadara trapezia* and the Mullet *Mugil cephalus* // Applied organometallic chemistry. 1997. Vol. 11. Pp. 313-326.
6. Sandholm M., Oksanen H.E., Pesonen L. Uptake of selenium by aquatic organisms // Limnol. Oceanogr., 1973. Vol. 18. Pp. 496-499.
7. Weres O., Jaouni A.R., Tsao L. The distribution, speciation and geochemical cycling of selenium in a sedimentary environment, Kesterson Reservoir, California, USA // Appl. Geochem., 1985. Vol. 4. Pp. 543-563.

Bibliography

1. Ermakov V.V., Kovalskii V.V. The biological role of selenium. M.: Science, 1974.
2. Struppul N.E. The accumulation of selenium hydrobionts of the sea of Japan in the natural and experimental conditions. Abstract of Ph.D.. Vladivostok, 2003.
3. Alfthan G.A. Micromethod for the determination of selenium in tissues and biological fluids by single-test-tube fluorimetry // Anal. Chim. Acta. 65, 1984. Vol. 184. Pp. 187-194.
4. Baldwin Sjo Assessing selenium cycling and accumulation in aquatic ecosystems // Water, air and soil pollution, 1996. Vol. 90. Pp. 93-104.
5. Maher W., Deaker M., Jolley D. et al. Selenium Occurrence, distribution and speciation in the cockle *Anadara trapezia* and the Mullet *Mugil cephalus* // Applied organometallic chemistry. 1997. Vol. 11. Pp. 313-326.
6. Sandholm M., Oksanen H.E., Pesonen L. Uptake of selenium by aquatic organisms // Limnol. Oceanogr., 1973. Vol. 18. Pp. 496-499.
7. Weres O., Jaouni A.R., Tsao L. The distribution, speciation and geochemical cycling of selenium in a sedimentary environment, Kesterson Reservoir, California, USA // Appl. Geochem., 1985. Vol. 4. Pp. 543-563.

УДК 597.553.1 (262.81)

БИОЛОГИЯ, ЭКОЛОГИЯ И ТРОФОЛОГИЯ ОБЫКНОВЕННОЙ КИЛЬКИ *CLUPEONELLA DELICATULA CASPIA SVETOV*

© 2012 **Елизаренко М.М.¹**, Сокольский А.Ф.¹, Абдурахманов Г.М.²

¹ ФГБОУ ВПО Астраханский инженерно-строительный институт

² ФГБОУ ВПО Дагестанский государственный университет

Приводятся многолетние материалы по экологии и этологии обыкновенной кильки.
Long-term materials on ecology ordinary sprat are resulted.

Ключевые слова: биология, экология, килька

Keywords: biology, ecology, sprat fish

РАБОТА ВЫПОЛНЕНА В РАМКАХ ГК 16.552.11.7051 ОТ 29.07.2011 И
ГК 16.740.11.0051 ОТ 01.09.2010

Марина Максимовна Елизаренко являлась крупнейшим специалистом в области экологии и трофологии каспийских килек. В 2006 г. под руководством А.Ф. Сокольского в Дагестанском государственном университете она защитила свою кандидатскую диссертацию. Неожиданная смерть в 2011 г. лишила научное сообщество замечательного ученого и специалиста. Ею была подготовлена глава в книгу для совместной публикации, и мы посчитали своим долгом ознакомить научную общественность с частичными результатами ее работы.

Обыкновенная килька в силу своей массовости и специфичности трофических связей активно участвует в трансформации энергии. Она отличается быстрым темпом роста и сравнительно коротким жизненным циклом и способна осваивать почти всю акваторию Каспийского моря.

Обыкновенная килька обитает в Северном, Среднем и Южном Каспии над глубинами менее 100 м, заходит в воды рек Волги, Урала, Терека, по данным А.А. Ловецкой (1951), – встречается как в пресной, так и в воде с соленостью до 36 ‰. Обыкновенная килька образует два локальных стада: северокаспийское и южнокаспийское. Первая группировка нерестится в основном на мелководьях Северного Каспия. Личинки, а затем мальки все лето держатся на мелководьях Север-



ного Каспия, где откармливаются. Осенью молодь покидает Северный Каспий, лишь небольшая ее часть остается на зимовку. У южнокаспийского стада и нерестовые, и нагульные миграции проходят в пределах Южного Каспия. Продолжительность нереста определяет неоднородность молоди по стадиям развития: одновременно с только что выклюнувшимися личинками встречаются вполне сформировавшиеся мальки, к осени часть молоди вырастает до 50-55 мм. Северокаспийское стадо образует высокие концентрации в районах Килязи, Дивичи, Хачмас, Дербент, м. Песчаный, м. Ракушечный; южнокаспийское – о. Жилой, банка Макарова, от Кианлы до северной оконечности о. Огурчинский.

У обыкновенной кильки уровень экологической толерантности, а, следовательно, уровень адаптационных возможностей, выше, чем у остальных видов килек: большие потенциальные возможности (эвригалинность, эвритермность, наличие внутривидовой структуры) позволяют обыкновенной кильке лучше приспособиться к условиям меняющегося гидрологического режима Каспийского моря.

В период с 1952 по 1956 гг. добыча кильки доходила до 30 тыс. т в год. После 1958 г. ее почти не вылавливают вследствие запрета берегового промысла ставными и малыми кошельковыми неводами. В последние годы увеличился прилов обыкновенной кильки в промысловых и исследовательских уловах. Такое явление наблюдается, когда концентрации вида становятся чрезвычайно плотными. Современный промысел не отражает запаса обыкновенной кильки. Низкие уловы этого вида обусловлены запретом специализированного лова из-за наносимого урона осетровым и низким уловам на свет, ориентированного в основном на анчоусовидную кильку.

Несмотря на малое изъятие промыслом, обыкновенная килька играет важную роль в жизни Каспийского моря. Она является одним из потребителей каспийского планктона, в то же время служит основной кормовой базой для белорыбицы, судака, хищных сельдей, белуги и тюленя, причем потребление ее каждым видом соизмеримо с величиной промыслового изъятия (Пискунов (1961), Сокольский, Пономарев, 2010). Ею могут питаться также виды осетровых, поэтому эти мелкие пелагические рыбы играют важную роль в жизни Каспийского моря.

Запасы обыкновенной кильки и ее урожайность подвержены значительным колебаниям, одним из факторов, влияющих на ее численность, является питание. Именно через питание осуществляется обмен веществ, определяющий самовоспроизводство вида. Согласно Г.В. Никольскому (1974), Г.В. Монастырскому (1952), Т.Ф. Дементьевой (1976), А.С. Михман (1969), обеспеченность пищей на разных этапах жизненного цикла может определить не только урожайность отдельных поколений, но и темп их роста, время наступления полового созревания, продолжительность жизни. Большое значение приобретает вопрос использования рыбами кормовой базы водоема, что особенно важно знать при разработке разного рода мероприятий. Изучение питания помогает определить места и сроки образования скоплений, миграционные пути рыб.

Первые сведения о питании обыкновенной кильки приводятся Н.А. Бородиным (1908). По его данным, «пища этой кильки состояла исключительно из планктона». К.А. Киселевич (1927) отмечал, что весной 1926 и 1927 гг. обыкновенная килька во время ее нерестового хода в дельте Волги питалась личинками хирономид и комаров, а также мизидами, гаммаридами и кумацеями, гораздо меньше в ее пище было босмин, дафний, циклопов.

П.Г. Борисов (1946) и Б.И. Приходько (1947) упоминают о преобладании эвритеморы в желудках обыкновенной кильки, пойманной в северо-восточной части Среднего Каспия.

Так, за все годы исследований основной пищей обыкновенной кильки на всей акватории Северного Каспия являлись веслоногие рачки. Дополнительным кормом служили ветвистоусые рачки и бентические раки. На востоке значение *Sinocalanus* во все годы было достаточно высоким, на западе в последние годы роль этих рачков постепенно снижалась. Одновременно возрастала доля пелагических личинок ускононого рачка *Balanus*. Начиная с 1984 г. на западе отмечалось постепенное уменьшение калянипеды в составе пищи кильки и увеличение роли акарции. Так, на западе доля излюбленного корма снизилась с 49,6% по массе в период 1981-1985 гг. до 10,4% по массе в годы после вселения гребневика (2000-2002 гг.), аналогичное явление отмечается и в отношении ветвистоусых рачков, в частности босмины.

По сравнению с Северным Каспием, питание кильки в Среднем и Южном Каспии в видовом отношении более однообразно.

В исследуемые годы нагул обыкновенной кильки как в Среднем, так и в Южном Каспии, проходил на веслоногих рачках. В годы до вселения гребневика основу питания составляла эвритемора, после вселения – акарция. Накормленность кильки была выше вдоль западного побережья Среднего и Южного Каспия, за исключением марта 1990 г. В это время на северо-западе Среднего Каспия накармливаемость рыб составляла всего 0,2‰. Жирность обыкновенной кильки



в Южном Каспии была выше, чем в Среднем и Северном. Скорее всего, это связано с тем, что рыбы северокаспийского стада совершают более длинные миграции, чем кильки южнокаспийского стада.

Для определения пищевых потребностей обыкновенной кильки по среднему весу одной рыбы в каждой генерации вычислялся рацион особи в ккал/год. Биостатистические показатели обыкновенной кильки приведены в таблице 1.

Таблица 1

Осредненные биостатистические показатели обыкновенной кильки

Возраст	средний вес, г		прирост, г		средняя длина, мм		прирост, мм		численность млрд. экз.		Биомасса, тыс. т	
	С	Ю	С	Ю	С	Ю	С	Ю	С	Ю	С	Ю
0 ⁺	2,2	2,8			64,4	65,3			33,90	20,9	74,58	58,52
1 ⁺	3,6	4,5	1,4	1,7	73,4	74,8	9,0	9,5	15,30	17,2	55,08	77,40
2 ⁺	4,8	5,5	1,2	1,0	78,3	79,8	4,9	5,0	12,26	5,8	58,85	31,90
3 ⁺	5,4	6,4	0,6	0,9	81,9	83,6	3,6	3,8	5,57	4,0	30,08	25,60
4 ⁺	6,0	7,2	0,6	0,8	84,9	86,7	3,0	3,1	0,66	0,5	3,96	3,60
5 ⁺	6,6	7,9	0,6	0,7	86,4	88,0	1,5	1,6	0,165	0,2	1,09	1,58
среднее	3,3	4,44			70,63	73,98						
итого									67,855	48,6	223,64	198,6

Примечание. С – северокаспийская группировка; Ю – южнокаспийская.

Калорийность пищи обыкновенной кильки, рассчитанная по среднегодовому соотношению отдельных организмов в пищевом комке и по их калорийности (Шерстюк, 1971, 1980; Яблонская, 1964), составляет 0,817 ккал на 1 г сырого веса. Для расчетов энергетических трат кильки на прирост использованы данные о среднегодовой калорийности кильки – 1,464 ккал на 1 г сырого веса (Клейменов, 1962). По нашим наблюдениям, на продуцирование половых продуктов затрачивается энергия, составляющая в среднем 7% от массы тела рыбы, усвояемость пищи принималась равной 80%.

Суточный ритм питания характеризуется двумя пиками: в утреннее и вечернее время (табл. 2).

Таблица 2

Характеристика уловов и показатели суточного хода питания обыкновенной кильки

Время лова, ч	Показатели рыб		Количество рыб, экз.	% рыб с пустым желудком	Общий индекс наполнения желудка, ‰
	длина, мм	масса, г			
10	67,8	3,05	59	69,5	5,38
14	69,7	3,33	47	36,1	12,12
18	73,2	3,87	54	27,8	8,63
22	64,0	2,56	19	57,9	11,19
2	63,8	2,82	8	62,5	3,46
6	66,0	2,37	3	33,3	17,42
10	69,7	3,66	66	21,2	13,29
14	68,9	3,21	63	27,0	11,82
18	64,8	2,78	10	20,0	9,56
22	67,4	3,00	14	28,6	2,76
2	68,5	3,32	4	25,0	7,67
6	80,2	4,85	28	14,3	87,35
10	72,4	3,77	36	25,0	40,61
14	73,1	3,84	41	24,4	27,03
Средние	69,2	3,32	452	33,4	20,97

Пищевой рацион обыкновенной кильки довольно разнообразен и включает в себя 30 компонентов. Количественно преобладают планктонные беспозвоночные, килька предпочитает веслоногих рачков. Представители этой группы не только постоянно встречаются в составе пищи кильки, но и в подавляющем большинстве случаев составляют ее основу. Из копепод в наибольшей степени используется рачок *Calanipeda aquae-dulcis*.



Суточный ход питания обыкновенной кильки анализировался по изменению общих индексов наполнения желудков, характеризующих пищевую активность рыб.

В питании рыб размером от 51 до 70 мм отмечено два максимума – утренний и вечерний, состав пищи в это время несколько различался. Так, во время утреннего пика в составе пищи кильки преобладали бентические ракообразные (гаммариды), в вечерние часы – веслоногие рачки. На спаде питания в желудках рыб встречено большое количество грунта (рис.1, 2). В питании обыкновенной кильки длиной 71-90 мм отмечался один пик, приходящийся на утренние часы. В ночное и вечернее время преобладали процессы переваривания, в пищевом комке в эти часы присутствовал грунт и растительный детрит.

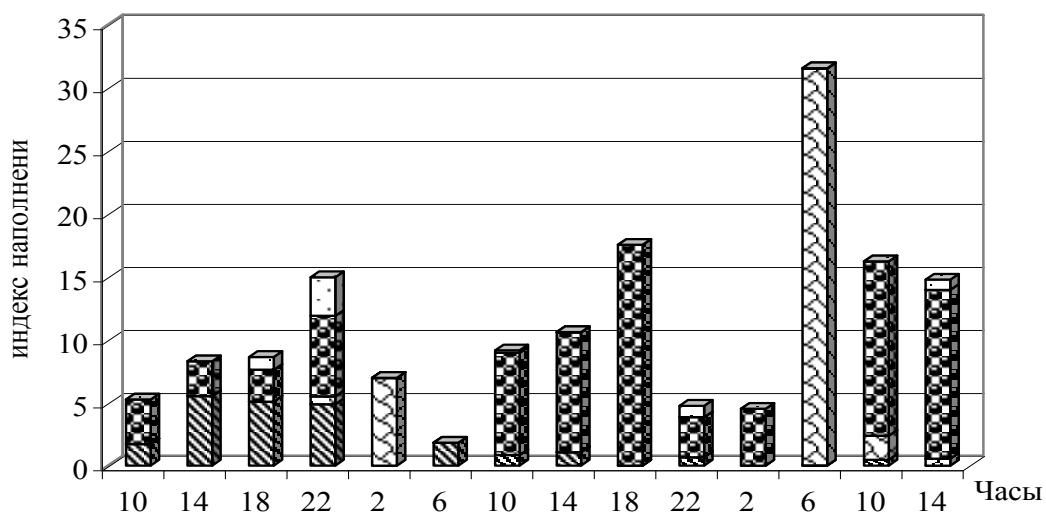


Рис.1. Изменение индекса наполнения желудков обыкновенной кильки (размерная группа 51-70 мм)

Грунт Malacostraca Copepoda Прочие организмы

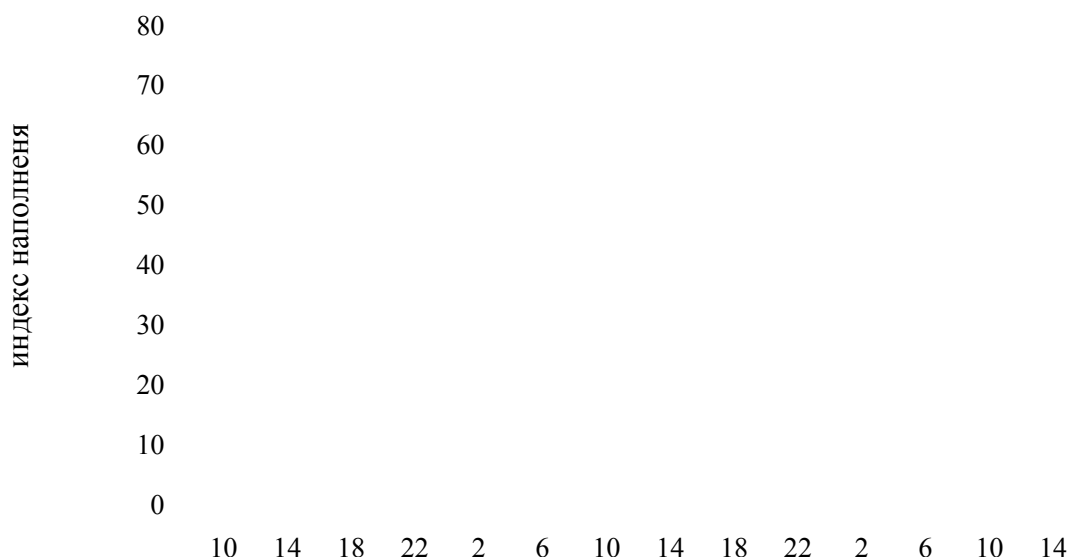


Рис. 2. Изменение индекса наполнения желудков обыкновенной кильки (размерная группа 71-90 мм)

Расчеты суточного рациона обыкновенной кильки в естественных условиях Каспия проводились несколькими методами: А.В. Коган (1963), Б.И. Элькиной (1952); Ю.Г. Юровицкого (1962) и Н.С. Новиковой (1949). Рационы, полученные разными способами расчета, оказались довольно близкими (табл. 3).



Таблица 3

Суточные рационы обыкновенной кильки, рассчитанные разными методами, % от веса тела

Методы	СУТОЧНЫЙ РАЦИОН		
	для всех размерных групп	для размерной группы 51-70 мм	Для размерной группы 71-90 мм
А.В.Коган	2,7	1,0	1,8
Н.С. Новиковой	2,7	0,9	2,0
Ю.Г. Юровицкого - Б.И. Элькиной	2,5	1,0	2,2

В связи с тем, что обыкновенная килька является каспийским подвигом черноморско-азовской тюльки (Казанчев, 1981), мы сочли возможным сравнить полученные результаты с данными Г.И. Луц и др. (1981). Нерестовая популяция тюльки в апреле-мае 1977-1978 гг. в Таганрогском заливе Азовского моря питалась слабо: среднесуточный рацион колебался от 2,0 до 3,8% от массы тела.

Для определения пищевых потребностей обыкновенной кильки были рассчитаны годовые рационы обыкновенной кильки с помощью балансового уравнения Г.Г. Винберга (1956):

Для определения количества корма, фактически необходимого обыкновенной кильке, значения годовых рационов перевели в эквивалентное количество сырого корма. Несмотря на то, что основу питания рыб составляет рачковый планктон, килька на протяжении всей своей жизни остается эврифагом. Одновременно с возрастом снижается численность ее поколений, поэтому максимум потребленных кормов приходится на младшие возрастные группы.

Суточный рацион обыкновенной кильки северокаспийского стада возрастает с 0,123 г (0⁺) до 0,278 г (5⁺), южнокаспийского – с 0,178 г (0⁺) до 0,359 г (5⁺).

Суточный рацион обыкновенной кильки 1 экземпляра северокаспийского стада, вычисленный по формуле балансового равенства, когда основным кормом являлись веслоногие и ветвистоусые рачки, равен 4,95% от массы тела. Эта величина в 2,2 раза меньше величины суточного рациона (11%), определенного Р.П. Матвеевой (1957), и в 1,8 раза больше величины суточного рациона, определенного нами путем прямого учета количества пищи в желудках рыб во время суточной станции. Р.П. Матвеева рассчитывала суточный рацион по скорости прохождения пищи через пищеварительный тракт, когда максимальная масса рыбок достигала 0,35 г. Суточная потребляемость пищи, вычисленная по методу Г.Г. Винберга (1956), для кильки весом 0,35 г составила 9,55% от массы тела.

Таким образом, чем старше рыба, тем больше она должна затратить энергии (следовательно, она больше съест корма) для синтеза одинакового количества вещества. У рыб с возрастом происходит снижение эффективности использования энергии в синтетических процессах (Ивлев, 1939; Карзинкин, 1952).

Кормовые коэффициенты возрастают с увеличением возраста и массы тела в 7,7 раз, что еще раз подчеркивает своеобразие роста обыкновенной кильки и ранее достижение ею половозрелого возраста.

При свойственном ей типе питания, поведение рыб начинает лимитировать скорость поступления пищи (рационы), в результате чего неизбежно снижаются коэффициенты использования и прироста. Низкие рационы закрепляются в результате раннего наступления половой зрелости у рыб малых размеров, которая исключает возможность роста с большими скоростями, так что высокие рационы становятся ненужными и невозможными (Винберг, 1956).

Из расчетов следует, что наибольшее количество кормов, которое способна потребить за год популяция обыкновенной кильки северокаспийского стада ихтиомассой 223,635 тыс. т составляет 4046,92 тыс. т, южнокаспийского стада ихтиомассой 198,60 тыс. т – 3967,82 тыс. т. При этом на долю копепоидно-клядоцерного корма у первой популяции приходится приблизительно 80% потребляемой ими пищи, у второй – около 90%, что составляет 3223,28 тыс. т и 3923,4 тыс. т соответственно. При среднем значении Р/В – коэффициента копепоидно-клядоцерного корма, равного 22,5 (Вьюшкова, 1982), валовая биомасса зоопланктона, обеспечивающая его сезонную продуктивность, должна находиться на уровне 143,26 тыс. т на акватории Северного и Среднего Каспия и не менее 174,6 тыс. т – в Южном Каспии. По многолетним наблюдениям (Каспийское море. Фауна и биологическая продуктивность, 1985), фактические значения валовой биомассы значительно превышают необходимое количество корма для обыкновенной кильки (без учета возможных конкурентов).



Но в настоящее время на состояние запасов обыкновенной кильки, кроме высокого уровня загрязнения моря нефтяными углеводородами, летучими фенолами и тяжелыми металлами, являющимися причиной хронического токсикоза рыб, большое влияние стали оказывать новые факторы среды: стихийный вселенец гребневик и аномально высокие температуры (Сокольский, Пономарев, 2010).

Впервые гребневик мнемииопсис был обнаружен в Каспийском море осенью 1999 г. на границе Среднего и Южного Каспия. Уже к осени 2000 г. этот гидробионт освоил все районы Среднего и Южного Каспия и стал оказывать решающее влияние на экосистему моря. Под действием жизнедеятельности гребневика мнемииопсиса трофическая структура Каспийского моря изменилась в неблагоприятную сторону для формирования его промысловых биологических ресурсов.

Видовое разнообразие зоопланктона в Среднем и Южном Каспии в 2000 г. сократилось в 2 раза. Общая биомасса зоопланктона в Среднем Каспии в сравнении с уровнем начала 1990-х годов уменьшилась почти в 7 раз, в Южном Каспии – в 6 раз. К 2001 г. биомасса зоопланктона уменьшилась по сравнению с периодом начала 1990-х годов в 9,7 раза, а численность – в 4,3 раза (Сокольский, Полянинова и др., 2002). Излюбленные кормовые объекты кильки из отрядов *Sopropoda* и *Cladocera* были заменены на личинки усонного рачка *Balanus*, которые являются в основном балластным кормом, т.к. их створки практически не поддаются действию пищевых ферментов. Снижение численности кормового зоопланктона происходило на фоне аномально высоких температур в море, еще больше ухудшающих возможность потребления и усвоения корма.

Обеспеченность пищей в большей степени зависит от количественного развития кормовой базы, но и при плохой обеспеченности кормом рыба не погибает. Она только реагирует на негативные изменения меньшим темпом роста, т.е. низким пластическим обменом, а также потреблением несвойственной ей пищи. Поэтому следует говорить не об обеспеченности пищей, а об уровне обеспеченности в конкретных кормовых условиях водоема. Давая оценку обеспеченности вида пищей, нужно исходить из его пищевых потребностей при максимальном развитии кормовой базы и благоприятных экологических условиях, обеспечивающих максимально возможные темп роста, развития и интенсивность обмена обыкновенной кильки.

Полученные результаты дают ориентировочное представление о роли обыкновенной кильки в трансформации вещества и энергии в пелагиали Каспийского моря. Примененный расчетный метод определения рационов и пищевых потребностей обыкновенной кильки может быть использован для определения обеспеченности рыб пищей в конкретных условиях нагула.

Библиографический список

1. Барышева К.П. Питание обыкновенной кильки в Среднем Каспии // Труды МосрыбВТУЗа. Вып.4. 1951 С. 108-123.
2. Винберг Г.Г. Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб. Минск, 1956. 253 с.
3. Вьюшкова В.П. Зоопланктон в мелководных заливах Волгоградского водохранилища // Рыбное хозяйство. 1982. № 8 С. 28-30.
4. Гидрометеорологические условия шельфовой зоны морей СССР. Т.2. Каспийское море. Ленинград: Гидрометеиздат, 1986. С. 69-77.
5. Ивлев В.С. Энергетический баланс карпов // Зоологический журнал. 1939. Т. 18. № 2. С. 303-318.
6. Казанчеев Е.Н. Рыбы Каспийского моря. М.: Легкая промышленность, 1981. С. 29-37.
7. Карзинкин Г.С. Основы биологической продуктивности водоемов. М.: Пищепромиздат, 1952. 341 с.
8. Каспийское море. Гидрология и гидрохимия. М.: Наука, 1986. С. 105-112.
9. Каспийское море. Ихтиофауна и промысловые ресурсы. М.: Наука, 1989. С. 198-205.
10. Каспийское море. Фауна и биологическая продуктивность. М.: Наука, 1985. 276 с.
11. Клейменов И.Я. Химический и весовой состав водоемов СССР и зарубежных стран. М.: Рыбное хозяйство, 1962. 142 с.
12. Коган А.В. О суточном рационе и ритме питания леща *Abramis brama* (L.) Цимлянского водохранилища // Вопросы ихтиологии. Т. 3. Вып. 2 (27). 1963. С. 596-601.
13. Ловецкая А.А. Каспийские кильки и их промысел. М.: Пищепромиздат, 1951. 46 с.
14. Луц Г.И., Михман А.С., Рогов С.Ф., Фильчагин Н.К. Питание азовских пелагических рыб тюльки и хамсы // Гидробиологический журнал. Т. 17. № 4. 1981. С. 26-31.
15. Матвеева Р.П. Питание молоди сельдевых в Северном Каспии // Тр. ВГБО. 1957. Т. 8. С. 368-381.
16. Мельничук Г.Л. Экология питания, пищевые потребности и баланс энергии молоди рыб водохранилищ Днепра // Изв. ГосНИОРХ. 1975. Т. 101.
17. Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. М.: Наука, 1974. 253 с.



18. Никольский Г.В. Теория динамики стада рыб как биологическая основа рациональной эксплуатации и воспроизводства рыбных ресурсов. М.: Пищевая промышленность, 1974. 448 с.
19. Новикова Н.С. О возможности определения суточного рациона рыб в естественных условиях // Вестник МГУ. Сер. Биология. № 9. 1949. С. 115-134.
20. Пискунов И.А. О пищевых взаимоотношениях некоторых промысловых рыб Каспийского моря // Вопросы ихтиологии. Т. 1. Вып. 1 (18). 1961. С. 79-88.
21. Приходько Б.И., Скобелина Р.С. Питание каспийских килек // Тр. КаспНИРХ. Т. 23. 1967. С. 111-136.
22. Сокольский А.Ф., Пономарев С.В. Экология организмов планктона, бентоса и рыб Каспийского моря, // Астрахань, Изд-во АГТУ, 2010.:263с.
23. Чаянова Л.А. Питание кильки (*Clupeonella delicatula caspia*) в Каспийском море // Тр. ВНИРО. Т. 18. 1951. С. 245-255.
24. Шерстюк В.В. Калорийность кормовых организмов в Кременчугском водохранилище // Гидробиол. журн. 1980. Т. 16. № 6. С. 92-93.
25. Элькина Б.Н. О суточном ритме питания воблы и сазана в рыбхозе "Горелый" в дельте р. Волги // Доклады ВНИРО. Вып. 1. 1952. С. 84-99.
26. Юровицкий Ю.Г. О питании синца (*Abramis ballerus* L.) Рыбинского водохранилища // Вопросы ихтиологии. Т. 2. Вып. 2 (23). С. 350-359.
27. Яблонская Е.А. Кормовая база осетровых южных морей // Тр. ВНИРО. 1964. Т. 54. Сб. 2. С. 81-112.
28. Яблонская Е.А. Некоторые данные о росте и обмене веществ у верховки (*Leucaspis delineatus*) в период нереста // Тр. ВГБО. 1951. Т. 3.

Bibliography

1. Barisheva K.P. Meals ordinary sprat in the Middle Caspian Sea // Proceedings of the «MosrybVTUZ». Issue 4. 1951 - p.108-123.
2. Vinberg G.G. Intensity of exchange and food needs of the fish. Minsk, 1956. – p.253.
3. Viushkovs V.P. Zooplankton in the shallow bays of the Volgograd reservoir // Fish farm. 1982. № 8 -p.28-30
4. Hydrometeorological conditions of the shelf zone of the seas of the USSR. Vol. 2. The Caspian sea. Leningrad: Pub. house of the Hydromet, 1986. - p.69-77.
5. Ivlev V.S. Energy balance of carps // Zoological journal. 1939. V. 18. № 2. – p.303-318.
6. Kazanchev E.N. Fish of the Caspian sea. M.: Light industry, 1981. – p.29-37.
7. Karzinkin G.S. The basis of the biological productivity of water bodies. M.: Pub. house «Pisheproizdat», 1952. – p.341.
8. The Caspian sea. Hydrology and hydrochemistry. M.: Science, 1986. – p.105-112.
9. The Caspian sea. Ichthyofauna and fishery resources. M.: Science, 1989. – p.198-205.
10. The Caspian sea. Fauna and biological productivity. M.: Science, 1985. – p.276
11. Leimenov I.Ya. Chemical and weight of the water bodies of the USSR and foreign countries. M.: The fish farm, 1962. – p.142
12. Kogan A.V. About the daily diet and the rhythm of food intake of bream *Abramis brama* (L.) Tsimlyansk reservoir // Journal of ichthyology. V. 3. Issue. 2 (27). 1963. – p. 596-601
13. Loveckaya A.A. Caspian sprat and their fisheries. M.: Pub. house «Pisheproizdat», 1951. – p.46.
14. Luz G.I., Mikhman A.S., Rogov S.F., Filchagin N.K. Food of pelagic fishes of the Azov anchovy and sprat // Hydrobiological journal. V. 17. №4. 1981. - p.26-31.
15. Matveeva R.P. The food of juvenile herring in the North Caspian Sea // Proc. of the "VGBO". 1957. V. 8. - p. 368-381.
16. Melnichuk G.L. Melnychuk, G.L. Ecology and food requirements and energy balance of juvenile fish reservoirs of the Dnieper-nilisch // Pub. house «GosNIORKh» 1975. V. 101.
17. The methodical manual for the study of nutrition and food relations of fish in natural conditions. M.: Science, 1974. – p.253.
18. Nikoliskii G.V. The theory of the dynamics of the herd fish as the biological basis of rational use and reproduction of fish resources. M.: Food industry, 1974. – p.448
19. Novikova G.V. Possibility of determining the daily ration of fish under natural conditions // Vestnik of MSU. Series Biology. Number 9. 1949. - p.115-134.
20. Piskunov I.A. About food relations of some commercial fish of the Caspian sea // Journal of ichthyology. T. 1. Vol. 1 (18). 1961. – p. 79-88.
21. Prihodko B.I., Scobelina R.S. The food of the Caspian kilas // Proceedings of the Caspian Research Institute of Fisheries. V. 23. 1967. – p.111-136.
22. Sokolskii A.F. Ponomorev S.V. Ecology of organisms plankton, benthos and fish of the Caspian sea. //Astrakhan, Pub. house of the Astrakhan State Technical University, 2010. – p.263
23. Chayanova L.A. Food sprat in the Caspian Sea // Proc. of the Russian scientific-research Institute of fisheries and oceanography T. 18. 1951. – p. 245-255.
24. Sherstuk V.V. The calorie content of the food organisms in the Kremenchug reservoir // Hydrobiological journal 1980. V. 16. № 6. – p.92-93.



25. Elkin B.N. About the daily rhythm power vobla and carp in the fish farm of "Gorely" in the delta of the Volga // Reports of the Russian scientific-research Institute of fisheries and oceanography. Vol. 1. 1952. - p. 84-99.
26. Urovinckii U.G. About the food of zope (*Abramis ballerus* L.) Rybinsk Reservoir // Journal of Ichthyology. V.2 Issue 2 (23). - p.350-359.
27. Yablonskaya E.A. Fodder base sturgeon of the southern seas. // Proc. of the Russian scientific-research Institute of fisheries and oceanography. 1964, V. 54 - p.81-112
28. Yablonskaya E.A. Some data on growth and metabolism of Belica (*Leucaspis delineatus*) in the period of spawning. // Proc. of the «VGBO» 1951, V. 3.

УДК 574.5.04 (262.81):004.942

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ КАК СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ПОПУЛЯЦИИ ГРЕБНЕВИКА *MNEMIOPSIS LEIDY*

© 2012 Камакин А.М., Шипулин С.В., Катунин Д.Н.

Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства (ФГУП «КаспНИРХ»)

Анализ экологической ситуации в Каспийском и других бассейнах (Азово-Черноморском) показал, что без современной специализированной базы данных невозможно создание адекватной имитационной модели гидрологических факторов Северного Каспия – как среды обитания *Mnemiopsis leidyi*. Приведены основные факторы среды, предопределяющие ежегодное заселение и развитие субпопуляции *Mnemiopsis leidyi* в Северном Каспии. На современном этапе мониторинговых исследований Каспийского бассейна без такой имитационной модели нельзя создавать сколько-нибудь эффективные прогнозы и соответственно правильно подбирать комплекс мер по снижению отрицательного влияния, такого нежелательного вселенца на экосистемы Азово-Черноморского и Каспийского бассейнов, как *Mnemiopsis leidyi*.

Analysis of environmental situation in the Caspian and other basins (the Azov and Black Sea ones) showed that the development of an adequate simulation model of hydrological factors in the Northern Caspian as *Mnemiopsis leidyi* habitat was impossible without an up-to-date special data base. The main environmental factors that predetermine the annual invasion of the Northern Caspian by *Mnemiopsis leidyi* subpopulation and its development are considered. At the present stage of monitoring investigations in the Caspian basin it is impossible to develop successful forecasts and a package of correct measures to reduce the negative impact of such an undesirable invader as *Mnemiopsis leidyi* on the Azov-Black Sea and Caspian basins without such a simulation model.

Ключевые слова: Акватория, алгоритм, гидрологические факторы, гребневик, имитационная модель, математическая модель, мнемипсис, моделирование, популяция, среда обитания, факторы среды, экосистема, элемент модели.

Keywords: Water area, algorithm, hydrological factors, ctenophore, simulation model, mathematical model, *Mnemiopsis leidyi*, simulation, population, environmental habitat, environmental factors, ecosystem, model element.

Введение. Анализ аналогичных ситуаций в других бассейнах (например Азово-Черноморском) показал, что без современной специализированной базы данных и построенной на ее основе адекватной имитационной модели нельзя создать сколько-нибудь эффективных прогнозов и соответственно подобрать комплекс мер по снижению его отрицательного влияния, такого нежелательного вселенца на экосистемы Азово-Черноморского и Каспийского бассейна, как *Mnemiopsis leidyi* [1; 2; 3]. Северному Каспию уделяется особое внимание, т.к. он является одним из наиболее продуктивных районов моря, где расположены нагульные ареалы ценных видов морских, проходных и полупроходных рыб, а с инвазией гребневика *Mnemiopsis leidyi* наблюдается тенденция снижения его значимости [8].

Необходимо отметить, что Северный Каспий является мелководной частью (средняя глубина 5,5 м) моря [5; 9], поэтому система течений почти полностью предопределена направлением и скоростью ветра над его акваторией. Неустойчивость ветрового режима и мелководность данного района обуславливают высокую динамичность гидрологического режима Северного Каспия. По этому модель сезонной и межгодовой динамики абиотических факторов среды обитания гребневика *Mnemiopsis leidyi* в Северном Каспии, складывается из следующих основных синоптического и гидролого-гидрохимического параметров:

- 1) ветрового режима над Северным Каспием;
- 2) ледовой обстановки в Северном Каспии;
- 3) стока рек Волги и Урала;
- 4) выпадения атмосферных осадков на акваторию Северного Каспия;
- 5) испарения с поверхности Северного Каспия;