

ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ ИХТИОПЛАНКТОНА У ПОБЕРЕЖЬЯ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ МАРОККО

А. Г. Архипов, Р. А. Пак, Т. А. Симонова

ФГБНУ «АтлантНИРО», г. Калининград
arkhipov@atlant.ru

Архипов А. Г., Пак Р. А., Симонова Т. А. Динамика численности ихтиопланктона у побережья Северной части Марокко // Труды АтлантНИРО. 2017. Новая серия. Т. 1, № 1. Калининград : АтлантНИРО. С. 75–84.

Изучены особенности распределения и динамика численности массовых видов ихтиопланктона у побережья северной части Марокко (28-32° с.ш.) в 2003–2015 гг. с использованием геоинформационных технологий и базы данных «Ихтиопланктон океанических районов» АтлантНИРО. Динамика численности ихтиопланктона в значительной степени определяет колебания запасов взрослых рыб, так как основные параметры численности их поколений закладываются в течение ранних периодов жизни, и даже незначительные изменения смертности на начальных этапах развития могут привести к тому, что численность одного поколения будет намного превышать численность другого. Типичными представителями ихтиофауны являются: европейская сардина *Sardina pilchardus*, европейская ставрида *Trachurus trachurus* и восточная скумбрия *Scomber japonicus*. В меньших количествах встречаются круглая сардинелла *Sardinella aurita* и западноафриканская ставрида *Trachurus trecae*. Ранние стадии развития исследуемых видов рыб обнаружены практически на всей рассматриваемой акватории с наибольшими скоплениями в районах крупных мысов. Рассчитаны индекс численности и абсолютная численность икринок и личинок основных промысловых видов рыб. Абсолютная численность ихтиопланктона, как правило, превышала индекс численности в 1,3–2,9 раза. В целом тенденции колебаний индекса численности и абсолютной численности массовых рыб в раннем онтогенезе по годам были одинаковы. Абсолютные значения численности икринок и личинок, по нашему мнению, точнее отражают динамику численности ихтиопланктона, так как рассчитаны для всей исследуемой акватории. Колебания численности икринок и личинок рассматриваемых видов происходили не синхронно и определялись сложным комплексом абиотических и биотических факторов, а также смещением сроков проводимых съемок.

Ключевые слова: ихтиопланктон, пелагические рыбы, северная часть Марокко, икринки, личинки, динамика численности

Arkhipov A. G., Pak R. A., Simonova T. A. Dynamics of ichthyoplankton abundance off the coast of Northern Morocco // Trudy AtlantNIRO. 2017. New series. Vol. 1, № 1. Kaliningrad : AtlantNIRO. P. 75–84.

The distribution and dynamics of number of mass species of an ichthyoplankton at the coast of a northern part of Morocco (28-32°N) in 2003-2015 were studied. Geoinformational technologies and database «Ichthyoplankton of the oceanic areas» of AtlantNIRO were for this purpose used. Dynamics of number of an ichthyoplankton substantially defines fluctuations of stocks of adult fishes as key parameters of number of their generations are put during the early periods of life, and even minor changes of mortality at the initial stages of development can lead to the fact that the number of one generation will exceed much more the number of another. Typical representatives of a fish fauna are: pilchard *Sardina pilchardus*, horse mackerel *Trachurus trachurus* and east macke-

rel of *Scomber japonicus*. Also meet, but in smaller quantities, a round sardinella of *Sardinella aurita* and cunene horse mackerel *Trachurus trecae*. Early stages of development of the studied species of fish are recorded practically on all considered water area with the greatest congestions in areas of large capes. The relative is index of number and absolute the number of eggs and larvae of the main trade species of fish. The absolute number of an ichthyoplankton as a rule exceeded the index of number by 1,3-2,9 times. In general tendencies of fluctuations of the index number and absolute number of mass fishes in an early ontogenesis by years were identical. Absolute values of number of eggs and larvae, in our opinion, reflect more precisely dynamics of number of an ichthyoplankton as are calculated for all explored water area. Fluctuations of number of eggs and larvae of the considered types happened not synchronously and were defined by the composite complex of abiotic and biotic factors, and also shift of terms of the carried-out surveys.

Keywords: ichthyoplankton, pelagic fishes, northern part of Morocco, eggs, larvae, dynamics of number

Введение

Побережье северной части Марокко (28–32° с.ш.) находится в тропической климатической зоне Центрально-Восточной Атлантики. Воды, прилегающие к этой части Африки, в поверхностном слое (150–200 м) формируются в основном субтропической (средиземноморской) водной массой. Разными авторами в этом районе выделяется от 800 до 1000 видов рыб. В верхнем 100-метровом слое над шельфом отмечается более 100 видов пелагических икринок и личинок рыб. Здесь происходит активный нерест взрослых неритических рыб, обитающих в пределах этих гидрологической и климатической зон, и нагул их молоди [Доманевский, 1998; Архипов, 2006; 2011].

Прибрежные воды Марокко в целом находятся под воздействием Канарского течения, которое следует вдоль берегов северо-западной Африки и у Канарских островов в юго-западном направлении. Возле мысов образуются круговороты, имеющие квазистационарный характер. Устойчивый северо-восточный пассат способствует возникновению апвеллинга, выносящего холодные глубинные воды на поверхность. На шельфе апвеллинг существует практически в течение всего года. Места наибольших скоплений ихтиопланктона у берегов северо-западного побережья Африки носят квазистационарный характер и привязаны к динамическим процессам, происходящим в этом районе [Доманевский, 1998; Берников и др., 2002; Архипов, 2006].

Динамика численности ихтиопланктона в значительной степени определяет колебания запасов взрослых рыб, так как основные параметры численности их поколений закладываются в течение ранних периодов жизни – эмбрионального, личиночного и малькового, и даже незначительные изменения смертности на начальных этапах жизни могут привести к тому, что численность одного поколения будет намного превышать численность другого [Дехник и др., 1985; Архипов, 2015].

В рассматриваемом районе проводились многолетние исследования ранних стадий развития рыб [Калинина, 1981; Седлецкая, 1983; Архипов, 2006 и др.]. Изучался качественный и количественный состав и пространственное распределение ихтиопланктона в разные сезоны года, описывались районы размножения и сезоны нереста массовых видов рыб.

Цель данного сообщения – проанализировать наши материалы по ранним стадиям развития рыб включая новые, полученные в последние годы, данные с использованием геоинформационных технологий и базы данных «Ихтиопланктон океанических районов» АтлантНИРО для оценки динамики численности массовых видов ихтиопланктона у побережья северной части Марокко.

Материал и методика

В статье анализируются ихтиопланктонные материалы, собранные в ходе комплексных съёмок 2003–2015 гг. в северной части Марокко (28–32° с.ш.). Пробы отбирались в разные сезоны года на 20–30-комплексных станциях над глубинами от 20 до 1000 м. Использовались планктоносборщики «Бонго-20» с газом № 17-19. Осуществлялся ступенчато-косой лов на горизонтах 100, 50, 35, 25, 10 и 0 м по 1,5–3,0 мин. на каждом горизонте при скорости судна 2,0–3,0 узла [Методические указания..., 1983]. Дальнейшая обработка материалов проводилась в лабораторных условиях под бинокулярными микроскопами МБС-10 (увеличение 8×2, 8×4). В ходе камеральной обработки определялись видовой и количественный составы икринок и личинок рыб в пробах. Расчёт индекса численности ихтиопланктона вели методом площадей [Аксютин, 1968]. Для определения абсолютной численности ихтиопланктона, картирования и пространственного анализа данных использовалась корпоративная геоинформационная система (ГИС) АтлантНИРО, которая функционирует на основе информационных web-технологий и частично – облачных вычислений (cloud computing), при этом использовался метод обратно взвешенных расстояний [Пак и др., 2016]. Индекс численности ихтиопланктона – это сумма икринок или личинок в промысловых квадратах (численность икринок или личинок под м² интерполировалась на площадь промыслового квадрата) в толще воды от 0 до 100 м, при этом количество промысловых квадратов равно количеству выполненных станций. Абсолютная численность – это количество икринок или личинок на всей исследуемой акватории (от побережья до изобаты 1000 м) в слое воды 0–100 м.

Результаты и обсуждение

Состав ихтиопланктона в водах северной части Марокко отражает фаунистическую принадлежность района. Чаще всего здесь отмечались икринки и личинки рыб субтропической фауны, типичными представителями которой являются ранние стадии развития европейской сардины (*Sardina pilchardus*), европейской ставриды (*Trachurus trachurus*) и восточной скумбрии (*Scomber japonicus*). Пик их нереста приходится на холодный сезон. Типичные представители тропической фауны – икринки и личинки круглой сардинеллы (*Sardinella aurita*) и западноафриканской ставриды (*Trachurus trecae*). Они в основном встречались в пробах в тёплые сезоны и не столь многочисленны.

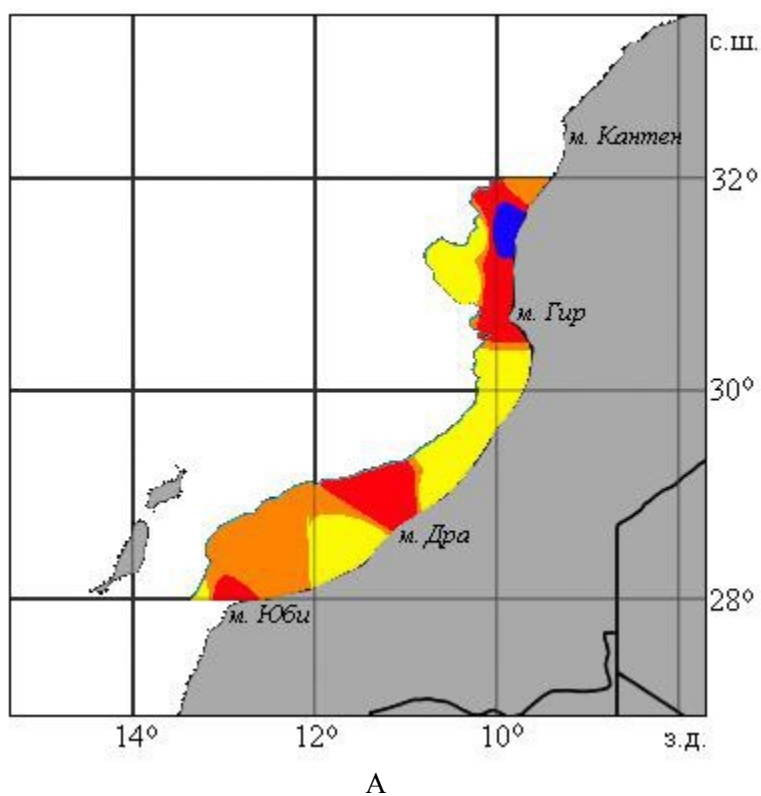
Данные о характере распределения икринок и личинок основных видов субтропической ихтиофауны (европейских сардины и ставриды) (по данным съёмки 2015 г.) представлены на рис. 1, 2. Ранние стадии развития европейской сардины были обнаружены практически на всей исследуемой акватории с наибольшими скоплениями в районе мысов Кантен (≈32° с.ш.), Гир (≈31° с.ш.), Дра (≈29° с.ш.) и Юби (≈28° с.ш.) (рис. 1). Икринки и личинки европейской ставриды отмечались в заметно меньших количествах, т.к. запас этого вида, по данным АтлантНИРО, находится в депрессивном состоянии. По-видимому, популяция европейской ставриды пока не может продуцировать урожайные и даже среднеурожайные поколения. Относительно высокая численность ихтиопланктона была отмечена только в районе мыса Кантен (≈32° с.ш.) (рис. 2).

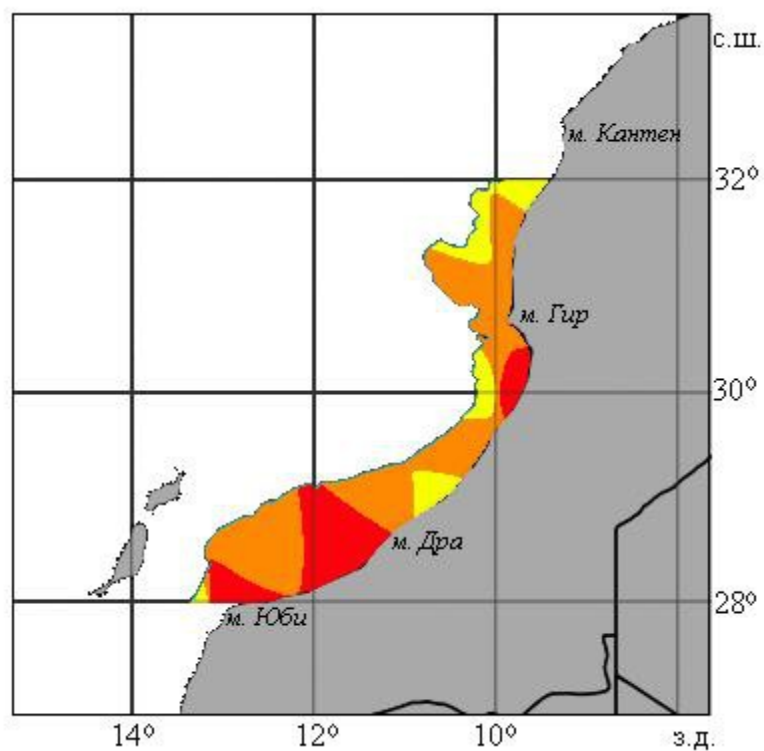
Был выполнен расчёт индекса численности и абсолютной численности икринок и личинок массовых видов рыб рассматриваемого района. Индексы численности икринок и личинок основных промысловых видов, используемые нами для качественного и количественного анализа интенсивности нереста и изучения динамики численности этих видов в раннем онтогенезе, были рассчитаны по реперным станциям методом площадей. Результаты расчёта представлены в табл. 1.

Численность сельдевых на ранних стадиях развития намного превышала численность ставридовых и скумбриевых. Изменения численности икринок и личинок ставридовых и скумбриевых варьировали примерно в одном диапазоне.

В холодные сезоны года в ихтиопланктоне преобладали представители субтропической фауны, в теплые – тропической. В 2005–2009 гг. в холодные сезоны наблюдалась повышенная численность икринок и личинок, в основном европейской сардины, далее шёл спад, и с 2015 г. наметилась тенденция к увеличению её численности. Значения численности икринок и личинок рыб тропической фауны были не высокие. Можно лишь отметить относительно высокую численность личинок круглой сардинеллы летом 2009 г. и икринок западноафриканской ставриды летом 2010 г. Межгодовые колебания численности основных промысловых видов тропической фауны выражены не четко.

Абсолютная численность икринок и личинок рассматриваемых видов для всей исследуемой акватории от побережья до изобаты 1000 м рассчитывалась с использованием ГИС-технологий методом обратно взвешенных расстояний. Результаты расчетов представлены в табл. 2.



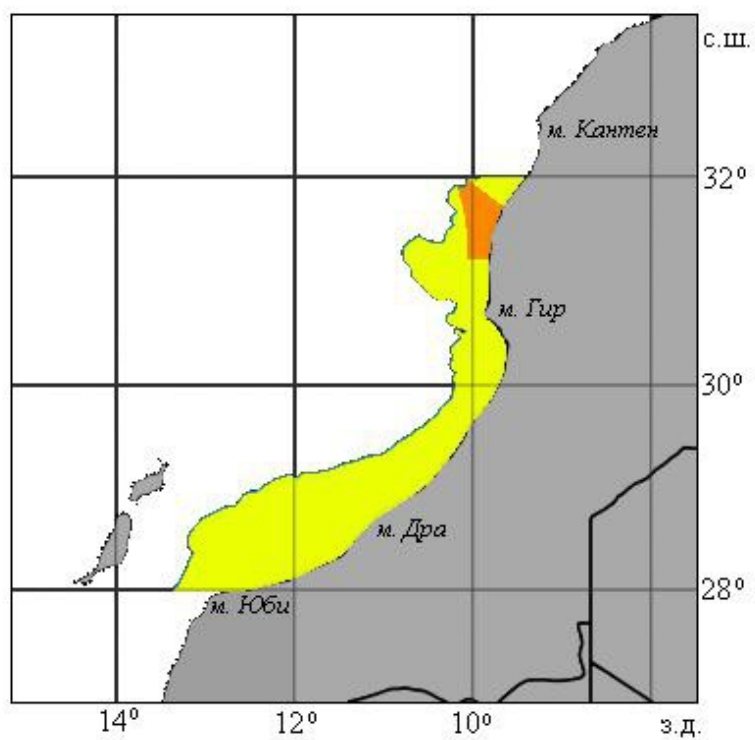


Б

0-10 шт. (экз.) 10-100 шт. (экз.) 100-1000 шт. (экз.) 1000-10000 шт. (экз.)
 0-10 pcs(spec) 10-100 pcs(spec) 100-1000 pcs(spec) 1000-10000 pcs(spec)

Рис. 1. Распределение икринок (А) и личинок (Б) европейской сардины в октябре–ноябре 2015 г.

Fig. 1. Distribution of eggs (A) and larvae (B) of the pilchard in October–November, 2015



А

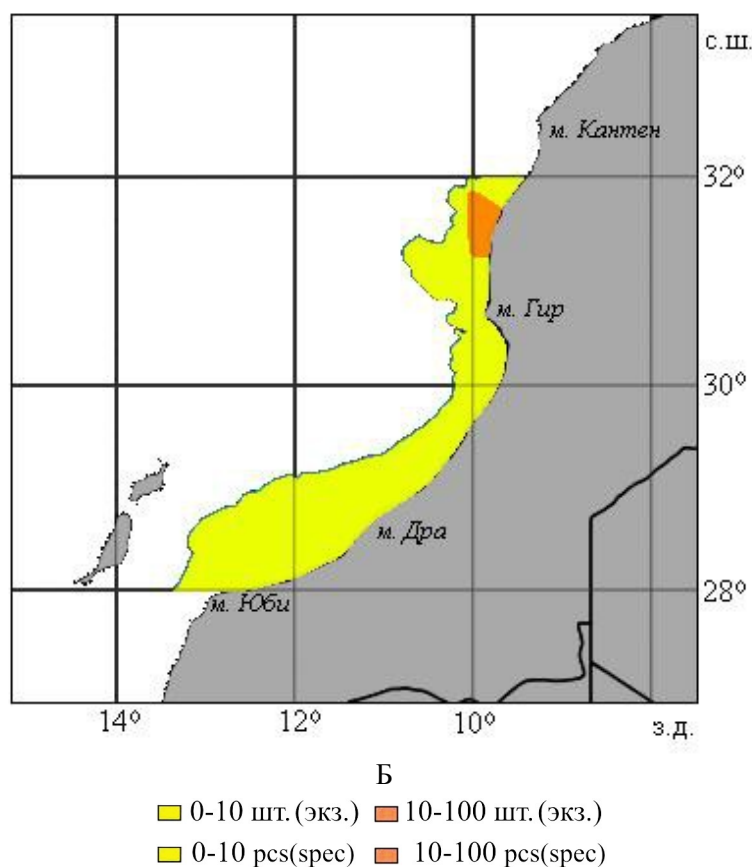


Рис. 2. Распределение икринок (А) и личинок (Б) европейской ставриды в октябре–ноябре 2015 г.

Fig. 2. Distribution of eggs (A) and larvae (B) of the horse mackerel in October–November, 2015

Таблица 1

Индексы численности икринок и личинок (экз. $\times 10^9$) массовых видов рыб в районе северной части Марокко (28–32°с.ш.)
An index of number of eggs and larvae (spec. $\times 10^9$) mass species of fish around a northern part of Morocco (28–32°N)

Период съёмки (год, месяц)	<i>Sardina pilchardus</i>		<i>Sardinella aurita</i>		<i>Trachurus trachurus</i>		<i>Trachurus trecae</i>		<i>Scomber japonicus</i>	
	И	Л	И	Л	И	Л	И	Л	И	Л
2003, X–XI	192,5	324,0	–	–	72,3	38,1	–	–	26,9	16,3
2004, XI–XII	65,4	76,5	–	–	14,2	4,6	–	–	8,4	2,2
2005, XI–XII	283,3	530,9	–	–	57,9	11,9	–	–	12,9	16,6
2006, XII	676,6	297,6	–	–	90,8	4,7	–	–	74,9	1,3
2007, VIII	39,9	22,1	15,4	18,4	–	–	8,7	4,6	–	–
2007, XI–XII	1781,6	162,9	–	–	27,1	10,2	–	–	47,2	2,3
2008, XI–XII	380,8	183,0	–	–	78,6	5,0	–	–	128,5	–
2009, VII–VIII	–	2,7	2,1	131,7	–	–	13,1	9,0	–	–
2009, XII	826,4	193,5	7,4	–	104,7	–	–	–	93,2	–
2010, VII	1,2	2,6	1,9	11,6	1,9	–	121,0	–	7,2	–
2011, VII	–	–	6,9	–	–	–	8,8	10,2	49,5	1,9
2011, XII	172,0	93,2	19,6	2,3	28,7	3,5	–	–	24,2	–
2013, XI	121,5	75,3	2,6	4,9	7,3	2,4	–	–	34,7	–
2015, X–XII	252,7	101,2	9,3	32,1	4,4	2,2	–	–	9,5	8,6

Таблица 2

**Абсолютная численность икринок и личинок (экз. $\times 10^9$) массовых видов рыб
в районе северной части Марокко (28–32°с.ш.)
The absolute number of eggs and larvae (spec. $\times 10^9$) mass species of fish around
a northern part of Morocco (28–32°N)**

Период съёмки	<i>Sardina pilchardus</i>		<i>Sardinella aurita</i>		<i>Trachurus trachurus</i>		<i>Trachurus trecae</i>		<i>Scomber japonicus</i>	
	И	Л	И	Л	И	Л	И	Л	И	Л
2003, X–XI	247,8	1256,7	–	–	148,9	159,7	–	–	90,6	40,5
2004, XI–XII	184,9	166,1	–	–	24,9	9,0	–	–	11,4	7,9
2005, XI–XII	413,1	1151,6	–	–	99,5	25,1	–	–	27,3	27,1
2006, XII	1953,9	540,4	–	–	157,9	7,8	–	–	204,9	3,57
2007, VIII	3,1*	96,4	1,1*	61,4	–	–	14,0	18,9	–	–
2007, XI–XII	2036,1	236,9	–	–	37,1	19,9	–	–	38,9*	0,7*
2008, XI–XII	400,3	225,3	–	–	167,2	8,3	–	–	103,5*	–
2009, VII–VIII	–	5,9	6,9	318,6	–	–	27,0	8,1*	–	–
2009, XII	2036,1	538,7	12,2	–	207,6	–	–	–	127,2	–
2010, VII	4,1	7,6	2,2	25,7	2,2	–	217,1	–	28,7	–
2011, VII	–	–	16,0	–	–	–	17,4	21,0	133,2	3,4
2011, XII	320,1	232,8	28,4	2,1	103,9	4,1	–	–	52,3	–
2013, XI	404,3	259,7	3,4	13,0	22,1	6,0	–	–	131,6	–
2015, X–XII	487,8	290,6	17,4	83,4	7,4	3,5	–	–	28,3	10,4

* в рассматриваемом году данные получены по минимальному количеству (от 1 до 3) результативных проб и нуждаются в уточнении.

* in the given year the data were obtained on the minimum numbers (from 1 to 3) of positive samples and needs to clarify.

Сравнение средних значений индекса численности и абсолютной численности массовых видов ихтиопланктона (табл. 3) показало, что значения второго показателя в среднем превышали таковые первого в 1,3–2,9 раза. Однако в 2007, 2008 и 2009 гг. значения абсолютной численности икринок и личинок некоторых видов были меньше значений индекса численности этих видов. По-видимому это было связано с тем, что на этих съёмках результативных уловов исследуемых видов на ранних стадиях было лишь от 1 до 3 на всей обследованной акватории.

Таблица 3

**Средние значения численности икринок (И) и личинок (Л) (экз. $\times 10^9$) в 2003–2015 гг.
Mean values of number of eggs (И) and larvae (Л) (spec. $\times 10^9$) in 2003–2015**

Средние значения	<i>Sardina pilchardus</i>		<i>Sardinella aurita</i>		<i>Trachurus trachurus</i>		<i>Trachurus trecae</i>		<i>Scomber japonicus</i>	
	И	Л	И	Л	И	Л	И	Л	И	Л
Индекс численности (ИЧ)	342,4	147,5	4,7	14,4	34,9	5,9	10,8	1,7	36,9	3,5
Абсолютная численность (АЧ)	606,5	357,8	6,3	36,0	69,9	17,4	19,7	3,4	69,9	6,7
АЧ/ИЧ	1,8	2,4	1,3	2,5	2,0	2,9	1,8	2,0	1,9	1,9

Расчёт численности ихтиопланктона методом обратно взвешенных расстояний имеет свои ограничения: из-за большого количества нерезультативных ловов в некоторые годы получились меньшие, по сравнению с индексом численности, результаты [Watson, 1985].

Поэтому оптимально при выполнении ихтиопланктонных съёмок иметь количество результативных уловов более 3, для чего следует несколько увеличить количество выполняемых станций.

В целом многолетние тенденции колебаний индекса численности и абсолютной численности ранних стадий онтогенеза массовых видов рыб были сходными (табл. 1, 2).

Были проанализированы изменения индекса численности и абсолютной численности икринок и личинок промысловых рыб в рассматриваемые годы. Полученные результаты представлены в табл. 4.

Таблица 4

**Анализ корреляции межгодовых изменений индекса численности
и абсолютной численности икринок и личинок промысловых рыб в 2003–2015 гг.
Analysis of correlation of interannual changes of an index of number and
absolute number of eggs and larvae of food fishes in 2003–2015**

Средние значения	<i>Sardina pilchardus</i>		<i>Sardinella aurita</i>		<i>Trachurus trachurus</i>		<i>Trachurus trecae</i>		<i>Scomber japonicus</i>	
	И	Л	И	Л	И	Л	И	Л	И	Л
Коэффициент корреляции, r	0,86	0,90	0,59	0,99	0,97	0,99	0,99	-0,17*	0,64	0,93
Уровень значимости, p	0,01	0,01	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	–	0,01	0,01

* коэффициент корреляции получен по минимальному количеству данных и нуждается в уточнении.

* the coefficient of correlation is received on the minimum quantity of data and needs specification.

Выявленные межгодовые колебания численности ихтиопланктона, по всей видимости, были обусловлены изменчивостью гидрологических условий и в первую очередь интенсивности прибрежных апвеллингов. Все это в конечном счете приводит к изменениям площади насыщенных биогенами глубинных вод, поднятых на поверхность, вспышке численности фито-, а затем и зоопланктона, что, в свою очередь, привлекает туда рыб-планктофагов. Все это, несомненно, сказывается на сроках и интенсивности нереста промысловых рыб, в частности на особенностях вспышек их нерестовой активности. Кроме того, на полученные результаты видимо повлияли и изменения сроков проводимых съёмок в разные годы. Границы толерантности и оптимальные значения абиотических и биотических факторов среды для нереста рассматриваемых видов рыб различны, поэтому вспышки численности икринок и личинок этих видов происходили не синхронно [Архипов, 2006; 2015].

Заключение

В водах северной части Марокко в ихтиопланктоне чаще встречались виды субтропической фауны, тропические виды были отмечены в значительно меньших количествах.

Значения абсолютной численности икринок и личинок рыб, рассчитанные по большому количеству результативных уловов (более 3), точнее отражают динамику численности ихтиопланктона, так как они определялись для всей акватории съёмок, а не по реперным станциям, данные которых использовались при определении индекса численности.

В целом тенденции изменений индекса численности и абсолютной численности рассматриваемых рыб в раннем онтогенезе по годам были одинаковы.

Колебания численности икринок и личинок исследуемых видов происходили не синхронно. Эти колебания в основном определялись сложным комплексом абиотических и биотических факторов среды, влияющих на распределение и численность массовых промысловых видов рыб Центрально-Восточной Атлантики в раннем онтогенезе, а также смещением периодов проведения съёмок в разные годы.

Список литературы

Аксютин А.М. Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях // Москва: Пищ. пром-сть, 1968. – 289 с.

Архипов А.Г. Динамика численности и особенности распределения ихтиопланктонных сообществ северной части Центрально-Восточной Атлантики и морей Средиземноморского бассейна. Калининград: АтлантНИРО, 2006. 232 с.

Архипов А.Г. Сезонная и межгодовая изменчивость ихтиопланктона у побережья Северного Марокко // Вопр. ихтиологии. 2011. Т. 51, № 1. С. 105–112.

Архипов А.Г. Применение результатов изучения раннего онтогенеза морских промысловых рыб в рыбохозяйственной деятельности // Труды ВНИРО. 2015. Т. 156. С. 14–35.

Центрально-Восточная Атлантика. // Промыслово-океанологические исследования в Атлантическом океане и южной части Тихого океана (под ред. В. Н. Яковлева, д-ра геогр. наук, проф.). Р.Г. Берников [и др.]. Калининград: АтлантНИРО. 2002. Т. 1. С. 146–195.

Дехник Т.В., Серебряков В.П., Соин С.Г. Значение ранних стадий развития в формировании численности поколений // Теория формирования численности и рационального использования стад промысловых рыб. Москва: Наука, 1985. С. 56–72.

Доманевский Л.Н. Рыбы и рыболовство в неритической зоне Центрально-Восточной Атлантики. Калининград: АтлантНИРО, 1998. 195 с.

Калинина Э.М. Ихтиопланктон района Канарского течения. Киев: Наукова думка, 1981. 116 с.

Методические указания по сбору проб зоо- и ихтиопланктона планктоносорбщиком «Бонго» и их обработке. Калининград: АтлантНИРО, 1983. 36 с.

Пак Р.А., Коломейко Ф.В., Архипов А.Г. Использование современных геоинформационных технологий в исследованиях ранних стадий развития промысловых рыб северной части Центрально-Восточной Атлантики // Известия КГТУ. 2016. № 42. С. 39–48.

Седлецкая В.А. Ихтиопланктон Атлантического океана у северо-западных берегов Африки // Вопр. ихтиологии. 1983. Т. 23, вып. 5. С. 862–865.

Watson D.F., Philip G.M. A refinement of inverse distance weighted interpolation / Watson D. F., Philip G. M. // Geoprocessing № 2. 1985. P. 315–327.