

ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ ИХТИОПЛАНКТОНА У ПОБЕРЕЖЬЯ ЮЖНОЙ ЧАСТИ МАРОККО В 2003–2016 ГОДАХ

А.Г. Архипов, Р.А. Пак, Т.А. Симонова

ФГБНУ «АтлантНИРО», г. Калининград,
arkhipov@atlantniro.ru, pak.regina@bk.ru

Архипов А.Г., Пак Р.А., Симонова Т.А. Динамика численности ихтиопланктона у побережья южной части Марокко в 2003–2016 годах // Труды АтлантНИРО. 2017. Новая серия. Том 1, № 3. Калининград: АтлантНИРО. С. 150–157.

Проанализированы особенности распределения и динамики численности массовых видов ихтиопланктона у побережья южной части Марокко (21–28° с.ш.) в 2003–2016 гг. с использованием геоинформационных технологий и базы данных АтлантНИРО «Ихтиопланктон океанических районов». Динамика численности ихтиопланктона в значительной степени определяет колебания запасов взрослых рыб, так как основные параметры численности 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 изучаемого района являются: европейская сардина *Sardina pilchardus*, круглая сардинелла *Sardinella aurita*, западноафриканская ставрида *Trachurus trecae*, европейская ставрида *Trachurus trachurus* и восточная скумбрия *Scomber japonicus*. Ранние стадии развития исследуемых видов рыб обнаружены практически на всей рассматриваемой акватории с наибольшими скоплениями в районах крупных мысов. Рассчитаны величины индекса численности и абсолютной численности икринок и личинок основных промысловых видов рыб. Абсолютная численность ихтиопланктона, как правило, превышала индекс численности в 1,3–2,6 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. При сравнении динамики численности ихтиопланктона у побережья северной и южной частей Марокко прослеживались близкие тенденции. Колебания численности икринок и личинок рассматриваемых видов происходили не синхронно и определялись сложным комплексом абиотических и биотических факторов, а также смещением сроков проводимых съёмок.

Ключевые слова: ихтиопланктон, южная часть Марокко, икринки, личинки, динамика численности

Arkhipov A.G., Pak R.A., Simonova T.A. Dynamics of ichthyoplankton abundance off the coast of the southern Morocco in 2003–2016 // Trudy AtlantNIRO. 2017. New series. Vol. 1, № 3. Kaliningrad: AtlantNIRO Publ. P. 150–157.

Characteristics of distribution and dynamics of abundance of mass ichthyoplankton species off the coast of the southern part of Morocco (21–28° N) in 2003–2016 were analyzed. Geoinformational technologies and database «Ichthyoplankton of the oceanic areas» of AtlantNIRO were used for this purpose. Dynamics of ichthyoplankton abundance substantially defines fluctuations of stocks of adult fishes as key parameters of their generations abundance are formed 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 abundance of one generation will exceed much more the number of another one. Typical representatives of a fish fauna of the studied area are: pilchard *Sardina pilchardus*, a round sardinella *Sardinella aurita*, cunene horse mackerel *Trachurus trecae*, horse mackerel *Trachurus trachurus* and Atlantic chub mackerel *Scomber japonicus*. Early stages of development of the studied fish species are recorded almost in all considered water area with the maximum concentrations in the areas of large capes. Values of abundance index and absolute eggs and larvae abundance of the main commercial fish species were calculated. The absolute abundance of ichthyoplankton, as a rule, exceeded the abundance index by 1.3–2.6 times. In general, tendencies of fluctuations of abundance index and absolute abundance of mass fishes in early ontogenesis by years were identical. Absolute values of eggs and larvae abundance, in our opinion, reflect dynamics of abundance of ichthyoplankton more precisely as they are calculated for all water area under study. When comparing the dynamics of ichthyoplankton abundance off the coast of the northern and southern parts of Morocco, close trends were traced. Fluctuations of eggs and larvae abundance of the considered species occurred non-synchronously and were determined by the composite complex of abiotic and biotic factors and shift of terms of the carried-out surveys as well.

Keywords: ichthyoplankton, southern part of Morocco, eggs, larvae, dynamics of abundance

Введение

Предлагаемая статья является продолжением анализа наших материалов по раннему онтогенезу промысловых рыб в районе северной части Центрально-Восточной Атлантики [Архипов и др., 2017]. Шельф южной части Марокко, по сравнению с северной, более широкий, что способствует увеличению численности промысловых неритических рыб в этом районе на всех стадиях онтогенеза. Побережье южной части Марокко (21–28° 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 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, 2009; Blache et al., 1970].

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, 2009].

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, 2006, 2015].

В рассматриваемом районе проводились многолетние исследования ранних стадий развития рыб. Изучался качественный и количественный состав и пространственное распределение ихтиопланктона в разные сезоны года, описывались районы размножения и

сезоны нереста массовых видов рыб [Калинина, 1981; Седлецкая, 1983; Архипов, Седлецкая, 2000; Архипов, 2009 и др.].

Цель сообщения – анализ имеющихся материалов по ранним стадиям развития рыб, полученных в 2003–2016 гг. с использованием геоинформационных технологий и базы данных АтлантНИРО «Ихтиопланктон океанических районов» для оценки динамики численности массовых видов ихтиопланктона у побережья южной части Марокко.

Материал и методика

Использованы данные об ихтиопланктоне, собранные в 2003–2016 гг. в ходе комплексных съёмок в южной части Марокко (21–28° с.ш.). Пробы отбирались в разные сезоны года на 25–35-комплексных станциях над глубинами от 20 до 1000 м. Использовался планктоносборщик «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 бинокулярным микроскопом МБС-10 (увеличение 8x2 и 8x4). В ходе камеральной обработки определялись видовой состав и количественные характеристики икринок и личинок рыб в пробах. Расчёт индексов 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) с применением метода 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 – 18,7 x 20,0 миль²) в толще воды от 0 до 100 м, количество промысловых квадратов равнялось 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 южной части Марокко отражает фаунистическую принадлежность района. В тёплые сезоны чаще всего здесь отмечались икринки и личинки рыб тропической фауны – круглой сардинеллы (*Sardinella aurita*) и западноафриканской ставриды (*Trachurus trecae*). В холодные сезоны массово встречались ранние стадии развития представителей субтропической фауны – европейской сардины (*Sardina pilchardus*), европейской ставриды (*Trachurus trachurus*) и восточной скумбрии (*Scomber japonicus*).

Данные о характере распределения икринок и личинок европейской сардины и круглой сардинеллы, основных видов субтропической и тропической ихтиофауны (по данным съёмки 2016 г.) представлены на рис. 1-2. Ранние стадии развития европейской сардины были обнаружены практически на всей исследуемой акватории с наибольшими скоплениями в районе мысов Бохадор (≈26° с.ш.), Дахла (≈24° с.ш.) и Кап-Блан (≈21° с.ш.) (рис. 1). Икринки и личинки круглой сардинеллы отмечались в меньших количествах, т.к. запас этого вида, по данным АтлантНИРО, находится в депрессивном состоянии. По-видимому, популяция круглой сардинеллы пока не может продуцировать урожайные и даже среднеурожайные поколения. Относительно высокая численность икринок и личинок этого вида была отмечена также в районе мысов Бохадор, Дахла и Кап-Блан (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 расчётов представлены в табл. 1.

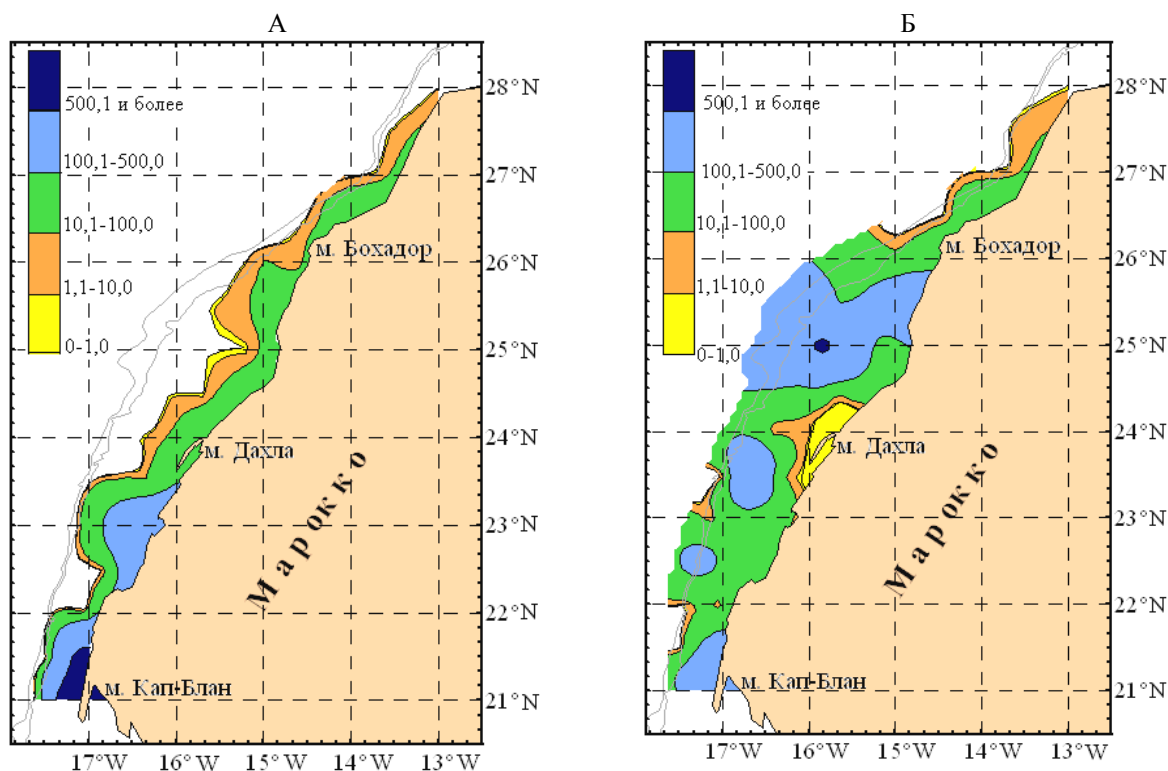


Рис. 1. Распределение икринок (шт.) (А) и личинок (экз.) (Б) европейской сардины в октябре–ноябре 2016 г.

Fig. 1. Distribution of eggs (pcs) (A) and larvae (spec.) (B) of pilchard in October–November 2016

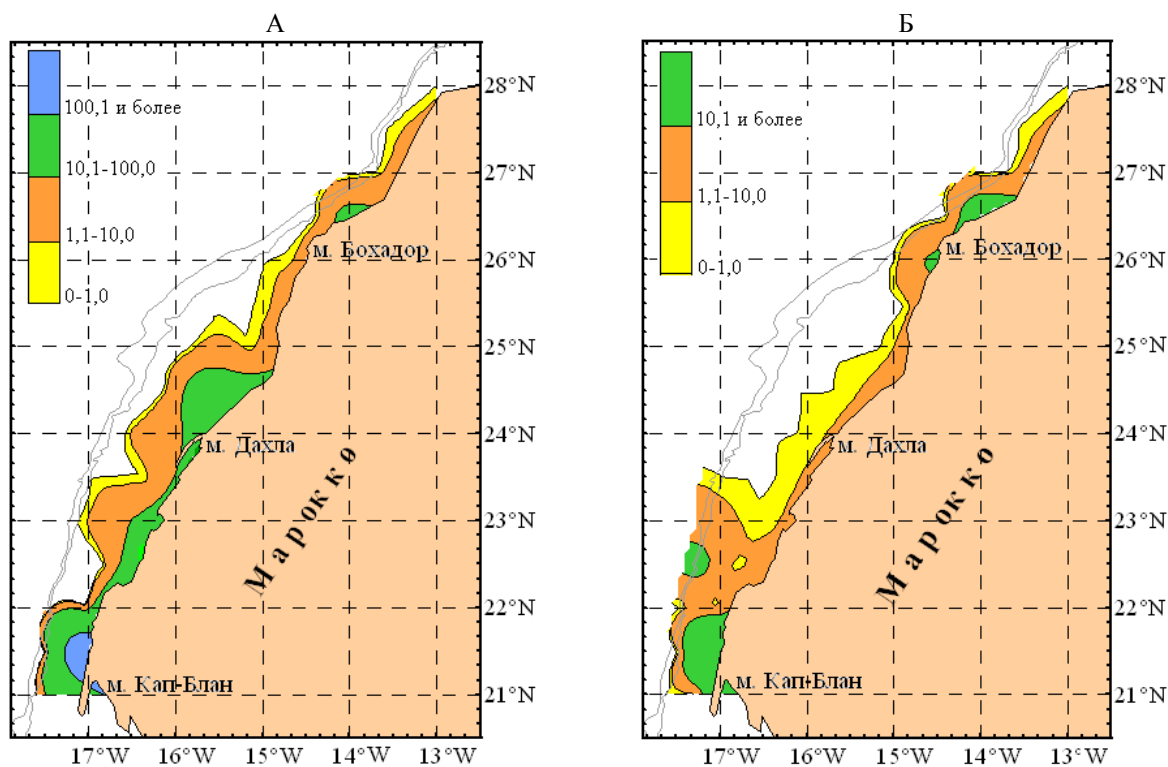


Рис. 2. Распределение икринок (шт.) (А) и личинок (экз.) (Б) круглой сардинеллы в октябре–ноябре 2016 г.

Fig. 2. Distribution of eggs (pcs) (A) and larvae (spec.) (B) of round sardinella

**Индексы численности икринок (И, шт. $\times 10^9$) и личинок (Л, экз. $\times 10^9$)
 массовых видов рыб в южной части Марокко (21–28°с.ш.)
 Indices of eggs (И, pcs. $\times 10^9$) and larvae (Л, spec. $\times 10^9$) abundance of
 mass fish species off the southern part of Morocco (21–28°N)**

Годы, месяцы	<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	9213,0	585,0*	464,9*	310,0*	722,0	13,0*	–	–	5,0*	7,0
2004, VII	545,8	141,7	365,8	126,2	99,8	9,3*	8,2	25,6*	4,5	5,6
2004, XII	3590,5	312,8	33,7	–	134,8	4,4	–	–	42,6	3,8
2005, XII	2246,0	744,4	–	–	194,4	27,6	–	–	22,8	91,4
2006, VII	78,6	13,3	571,9	1012,0	–	–	343,2	58,9	6,7	–
2006, XII – 2007, I	720,4	695,8	5,1	1,3	64,6	7,3	–	–	112,6	22,9
2007, VII	359,5	100,4	63,6	289,3	–	–	126,5	55,2	16,9	5,6
2007, XII – 2008, I	8195,5	2332,5	17,5	–	314,5	34,9	–	–	267,1	27,8
2008, VII-VIII	38,1	252,8	2337,3	2242,7	–	–	55,0	70,0	34,4	5,8
2008, XII – 2009, I	6838,3	3943,8	850,3*	–	39,0	5,4	–	–	501,2	43,0
2009, VIII	157,2	316,5	222,7	451,6	–	–	76,5	5,6	55,3	–
2009, XII – 2010, I	4453,2	2058,4	16,4	15,1	100,4	20,1	–	–	172,9	12,2
2010, VII-VIII	549,2	91,5	806,5	1242,6	–	–	123,0	62,6	3,5	–
2011, VII-VIII	298,4	80,6	755,0*	549,0*	–	2,2	19,5	2,2	13,3	–
2012, I	1726,1	632,2	49,8	16,6	137,7	41,6	–	–	1693,2	38,0
2013, XI-XII	7355,9	3924,4	42,6	2,8	72,7	22,0	–	–	42,9*	–
2014, VIII-IX	1133,0	1478,9	1746,3	2530,8	76,5	18,8	284,8*	47,0	163,6	17,8
2015, IX-X	2150,9	2872,2	2265,7	1001,0	–	–	9,0	143,9	99,2	–
2015, XI	1801,9	1847,6	43,0	174,3	33,30	16,0	–	–	70,9	3,3
2016, X-XI	2290,9	3502,5	356,4	160,9	20,0	23,8	–	3,8	33,7	–

* – в рассматриваемом году на значения численности данного вида на ранних стадиях развития повлияли 1-2 больших улова на учётных станциях, что привело к некоторому завышению результата.

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

Как уже отмечалось, в холодные сезоны года в ихтиопланктоне преобладали представители субтропической фауны, в теплые – тропической. Можно отметить повышенную численность икринок и личинок европейской сардины в зимние периоды 2003, 2007–2009 и 2013 гг. Значения численности икринок и личинок рыб тропической фауны в летние сезоны были меньше. Высокая численность икринок и личинок круглой сардинеллы отмечалась летом 2008 и 2014 гг. и осенью 2015 г. Межгодовые колебания численности основных промысловых видов субтропической фауны в раннем онтогенезе близки к таковым для северной части Марокко [Архипов и др., 2017], изменения численности икринок и личинок видов тропической ихтиофауны по годам выражены не чётко.

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.

Сравнение средних значений индекса численности и абсолютной численности массовых видов ихтиопланктона показало, что значения второго показателя в среднем превышали таковые первого в 1,3–2,6 раза (табл. 3). Однако в 2003, 2004, 2008, 2011, 2013 и 2014 гг. значения абсолютной численности икринок и личинок некоторых видов были примерно равны или даже несколько меньше значений индекса численности этих видов. По-видимому, это связано с тем, что в ходе съёмок отмечались один-два больших улова определённых видов на ранних стадиях развития, которые повлияли на значение индекса их численности. При расчёте абсолютной численности вида значения больших уловов нивелировались в ходе интерполяции результатов на всю рассматриваемую площадь.

Таблица 2

Абсолютная численность икринок (И, шт. $\times 10^9$) и личинок (Л, экз. $\times 10^9$) массовых видов рыб в южной части Марокко (21–28° с.ш.)
Absolute abundance of eggs (И, pcs. $\times 10^9$) and larvae (Л, spec. $\times 10^9$) of mass fish species off the southern part of Morocco (28–32° N)

Годы, месяцы	<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	16894,8	550,7*	432,8*	226,4*	1530,2	11,8*	–	–	4,1*	16,6
2004, VII	868,9	200,8	506,9	249,3	127,0	6,8*	31,4	20,3*	13,9	5,6
2004, XII	8200,7	856,5	69,9	–	197,6	8,5	–	–	58,4	9,5
2005, XII	3890,8	1212,3	–	–	487,6	65,3	–	–	232,4	139,6
2006, VII	140,0	36,0	646,2	1955,9	–	–	513,5	83,7	15,1	–
2006, XII – 2007, I	1445,7	1697,0	14,3	4,0	131,4	20,6	–	–	252,3	99,7
2007, VII	985,9	137,7	196,1	419,8	–	–	300,6	57,1	50,5	9,6
2007, XII – 2008, I	11618,7	5324,9	39,1	–	357,6	41,4	–	–	467,5	56,0
2008, VII – VIII	42,1	627,3	3845,8	3242,9	–	–	147,8	159,6	60,0	25,5
2008, XII – 2009, I	12989,3	6746,2	661,5*	–	51,6	14,7	–	–	869,1	160,5
2009, VIII	409,2	435,4	895,4	1040,6	–	–	142,8	17,1	198,8	–
2009, XII – 2010, I	7647,6	3388,9	84,0	57,2	167,3	42,7	–	–	319,4	42,1
2010, VII – VIII	1589,9	590,0	2061,2	3047,4	–	–	401,1	265,7	15,7	–
2011, VII – VIII	729,9	344,2	333,9*	311,5*	–	11,7	140,6	11,7	43,7	–
2012, I	2993,2	1453,4	60,4	22,6	309,4	105,7	–	–	5072,3	145,2
2013, XI – XII	17606,8	10156,2	102,8	6,9	157,1	67,0	–	–	40,5*	–
2014, VIII – IX	1545,5	1858,6	1760,9	2531,5	117,0	32,1	218,6*	47,5	164,9	19,5
2015, IX – X	2819,8	3292,6	2380,0	1193,5	–	–	12,7	156,0	149,2	–
2015, XI	4622,6	4592,5	119,1	621,9	67,5	48,1	–	–	147,4	7,5
2016, X – XI	3180,2	8051,3	545,5	248,1	27,6	82,0	–	3,1	69,4	–

* – в рассматриваемом году абсолютная численность вида на ранней стадии развития примерно равна или несколько меньше значения индекса численности этого вида.

Таблица 3

Средние значения численности икринок (И) (шт. $\times 10^9$) и личинок (Л) (экз. $\times 10^9$) в 2003–2016 гг. ИЧ – индекс численности, АЧ – абсолютные величины численности
 Mean values of eggs (И) (pcs $\times 10^9$) and larvae (Л) (spec. $\times 10^9$) abundance in 2003–2016 ИЧ – index of abundance, АЧ – absolute values of abundance

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)	2687,1	1296,4	550,7	506,3	100,5	12,3	52,3	23,7	168,1	14,2
Абсолютная численность (АЧ)	5011,1	2577,6	737,8	759,0	186,4	27,9	95,5	41,1	412,2	36,8
АЧ/ИЧ	1,9	2,0	1,3	1,5	1,9	2,3	1,8	1,7	2,5	2,6

Расчёт абсолютной численности ихтиопланктона методом обратно взвешенных расстояний имеет свои ограничения [Watson, 1985]: из-за значительного количества нерезультативных ловов и одного-двух больших уловов в некоторые годы, получились близкие или меньшие, по сравнению с индексом численности, результаты. Поэтому оптимально при выполнении ихтиопланктонных съёмок необходимо иметь количество результативных уловов более 3–5, 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).

Нами 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 2003–2016 гг.
 Correlation analysis of inter-annual variations of abundance index and absolute abundance of eggs and larvae of commercial fishes in 2003–2016

Виды	<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
Показатели										
Коэффициент корреляции, r	0,97	0,95	0,91	0,92	0,98	0,90	0,87	0,79	0,99	0,86
Уровень значимости, p	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

Выявленные межгодовые колебания численности ихтиопланктона, по всей видимости, были обусловлены изменчивостью гидрологических условий и в первую очередь интенсивностью прибрежных апвеллингов. Это в конечном счете приводило к изменениям площади насыщенных биогенами глубинных вод, поднятых на поверхность, вспышке численности фито-, а затем и зоопланктона, что, в свою очередь, привлекало туда рыб-планктофагов. Все вышеперечисленное, несомненно, сказывается на сроках и интенсивности нереста промысловых рыб и, 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]. Полученные закономерности в колебаниях основных промысловых рыб на ранних стадиях их развития для южной части Марокко были близки к таковым для северной части [Архипов и др., 2017].

Заключение

В водах южной части Марокко в ихтиопланктоне в летние сезоны чаще встречались виды тропической фауны, в зимние сезоны преобладали субтропические виды.

Значения абсолютной численности икринок и личинок рыб, рассчитанные по большому количеству результативных уловов (более 3–5), точнее отражают динамику численности ихтиопланктона, так как они определялись для всей акватории съёмки, а не по реперным станциям, данные по которым использовались при определении индекса численности.

В целом тенденции изменений индекса численности и абсолютной численности рассматриваемых рыб в раннем онтогенезе по годам для южной части Марокко были одинаковы и близки к таковым для северной части Марокко.

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

Аксютина З.М. Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях. М.: 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 Марокканской Сахары // Вопр. ихтиол. 2009. Т. 49, № 2. С. 225–232.

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

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

Архипов А.Г., Седлецкая В.А. Межгодовые и сезонные изменения численности и распределения ихтиопланктона у атлантического побережья Африки от мыса Спартель до мыса Кап-Блан // Гидробиологические исследования в бассейне Атлантического океана. Сб. науч. трудов. Т. 2. Морская гидробиология. Калининград: АтлантНИРО, 2000. С. 48–65.

Берников Р.Г. [и др.]. Центрально-Восточная Атлантика / Берников Р.Г., Доманевский Л.Н., Кудерский С.К., Яковлев В.Н. // Промыслово-океанологические исследования в Атлантическом океане и южной части Тихого океана. 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. М.: 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 планктоносорщиком «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. ихтиол. 1983. Т. 23, Вып. 5. С. 862–865.

Watson D.F., Philip G.M. A refinement of inverse distance weighted interpolation // Geoprocessing, 1985. Vol. 2. P. 315–327.

Blache J., Cadenat J., Stauch A. Faune tropicale // XVIII Cles de determination des poissons de mer signales dans l'Atlantique oriental. Paris: ORSTOM, 1970. 479 p.