

УДК 597.08.591.524.12

## ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ МАССОВЫХ ВИДОВ ИХТИОПЛАНКТОНА В ВОДАХ МАРОККО

© 2019 г. А. Г. Архипов<sup>1</sup>, \*, Р. А. Пак<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Атлантический научно-исследовательский институт рыбного хозяйства  
и океанографии – АтлантНИРО, Калининград, Россия

\*E-mail: arkhipov@atlantniro.ru

Поступила в редакцию 12.02.2018 г.

После доработки 09.04.2018 г.

Принята в печать 29.05.2018 г.

Проанализированы материалы по динамике численности массовых видов рыб на ранних стадиях развития в районах Северного и Южного Марокко в 2003–2016 гг. Рассчитаны индекс численности и абсолютная численность икринок и личинок массовых видов рыб. Абсолютная численность ихтиопланктона, как правило, превышает индекс численности в 1.3–2.9 раза. В целом тенденции межгодовых колебаний этих показателей одинаковы. Показано, что в пределах экономической зоны Марокко колебания численности представителей субтропической фауны ранних стадий развития (европейская сардина *Sardina pilchardus*, европейская ставрида *Trachurus trachurus* и скумбрия *Scomber japonicus*) близки на всей рассматриваемой акватории (32°–21° с.ш.). Колебания численности икры и личинок рыб тропической фауны (круглая сардинелла *Sardinella aurita*, западноафриканская ставрида *T. trecae*) нельзя однозначно сопоставить в северной и южной частях Марокко. Явного соответствия между этими колебаниями в смежных районах не прослеживается.

**Ключевые слова:** ихтиопланктон, икра, личинки, субтропическая и тропическая ихтиофауна, динамика численности, Марокко.

DOI: 10.1134/S0042875219020012

Прибрежные воды Марокко находятся под воздействием Канарского течения, которое следует вдоль берегов Северо-Западной Африки и у Канарских о-вов 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 поколений рыб закладываются в течение ранних периодов жизни — эмбрионального, личиночного и малькового. Изучение и анализ изменений численности массовых рыб на ранних фазах развития являются важными составляющими ра-

циональной эксплуатации водных биоресурсов, базирующейся на прогнозировании численности будущих поколений с различной заблаговременностью (Ahlstrom, Moser, 1976; Дехник и др., 1985; Бондаренко и др., 2003; Архипов, 2006, 2015а).

В водах северной части Центрально-Восточной Атлантики (ЦВА) обитают в основном представители тропической и субтропической ихтиофауны. Разные авторы здесь выделяют от 800 до 1000 видов рыб. В верхнем 100-метровом слое над шельфом отмечаются пелагические икринки и личинки более 100 видов рыб (Blache et al., 1970; Калинина, 1981; Доманевский, 1998; Берников и др., 2002; Архипов, 2006, 2009, 2011, 2015б). В тропической климатической зоне ЦВА (33°–21° с.ш.) проходит активный нерест неритических рыб и нагул их молоди; наиболее массовыми видами являются: европейская сардина *Sardina pilchardus*, европейская ставрида *Trachurus trachurus*, западноафриканская ставрида *T. trecae*, скумбрия *Scomber japonicus*, круглая сардинелла *Sardinella aurita*. Также распространёнными являются и некоторые другие виды рыб (европейский анчоус *Engraulis encrasicolus*, пелагида *Sarda sarda*, плоская сардинелла

*Sardinella maderensis*, каранкс *Caranx rhonchus* и другие), однако вспышки их численности наблюдаются не каждый год (Доманевский, 1998; Берников и др., 2002). В результате многолетних исследований получены данные по качественному и количественному составу и пространственному распределению ихтиопланктона в разные сезоны года, описаны районы размножения и периоды нереста массовых видов рыб в северной части ЦВА (Калинина, 1981; Седлецкая, 1983; Rodriguez et al., 2001; Архипов, 2006, 2015б).

Цель работы – проанализировать ретроспективные материалы и новые данные по динамике численности массовых видов ихтиопланктона в водах Марокко с использованием геоинформационных технологий и базы данных АтлантНИРО по ихтиопланктону океанических районов.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В статье проанализированы результаты ихтиопланктонных съёмок 2003–2016 гг. в водах северной ( $32^{\circ}$ – $28^{\circ}$  с.ш.) и южной ( $28^{\circ}$ – $21^{\circ}$  с.ш.) частей Марокко. Всего за данный период выполнено 20 ихтиопланктонных съёмок; число станций за съёмку в северной части Марокко составляло 20–25, в южной – 30–35.

Для сбора материала использовали планктоноборщики “Бонго-20” с газом № 17–21. Ступенчато-косой лов выполняли на горизонтах 100, 50, 35, 25, 10 и 0 м по 1.5–3.0 мин на каждом горизонте при скорости судна 2–3 узла (Smith, Richardson, 1977; Методические указания ..., 1983). Планктонные станции на акваториях съёмок располагались над глубинами от 20 до 1000 м. Видовой состав икринок и личинок рыб определяли в лабораторных условиях под бинокулярным микроскопом МБС-10 (увеличение  $8 \times 2$ ,  $8 \times 4$ ). Расчёт индекса численности массовых видов ихтиопланктона проводили методом площадей (Аксютина, 1968). Индекс численности ихтиопланктона – это сумма икринок или личинок определённого вида в промысловых квадратах (численность икринок или личинок под  $1 \text{ м}^2$  интерполировалась на площадь промыслового квадрата размерами  $20' \times 20'$  или  $20.0 \times 18.7$  миль) в толще воды от 0 до 100 м, число взятых для расчёта промысловых квадратов равняется числу выполненных станций. Для определения абсолютной численности ихтиопланктона и пространственного анализа данных использовали корпоративную геоинформационную систему (ГИС) АтлантНИРО, которая функционирует на основе информационных web-технологий и частично – облачных вычислений, при этом применяли метод обратного взвешенных расстояний (Пак и др., 2016). Абсолютная численность – это число икринок или личинок, рассчитанное с помощью интерполяции для всей исследуемой акватории (от побережья до изобаты 1000 м) в слое

воды 0–100 м. Рисунки выполнены в пакете программ “Surfer”.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

По данным многолетних исследований, в северной части Марокко отмечено 85 видов икринок и личинок рыб из 57 семейств, в южной части Марокко – 100 видов из 62 семейств. Всего в ихтиопланктонных пробах в двух районах встречались представители 66 семейств (Архипов, 2009, 2011, 2015б). Типичными представителями субтропической ихтиофауны являются европейская сардина, европейская ставрида и скумбрия, тропической ихтиофауны – круглая сардинелла и западноафриканская ставрида. Икринки и личинки этих видов в ихтиопланктоне, как правило, являются наиболее массовыми в зависимости от сезона года. Видовые составы ихтиопланктона на исследуемых акваториях были примерно одинаковыми и существенно не менялись по годам. Отмечались значительные количественные изменения массовых видов рыб на ранних стадиях развития по сезонам и по акваториям.

*Северная часть Марокко.* Качественный и количественный состав ихтиопланктона у берегов северной части Марокко отражает фаунистическую принадлежность района. Чаще всего здесь отмечаются икринки и личинки субтропических видов, пик нереста которых приходится на холодные периоды года. Виды рыб на ранних стадиях онтогенеза, относящиеся к тропической фауне, в основном встречаются в тёплые периоды и не столь многочисленны.

По данным съёмки 2016 г., икринки европейской сардины – самого массового вида субтропической ихтиофауны – встречались практически на всей исследуемой акватории с наибольшими скоплениями южнее мысов Кантен и Гир и у мысов Дра и Юби (рис. 1а); её личинки отмечались в меньших количествах южнее мысов Кантен и Гир и у м. Дра (рис. 1б).

Для анализа интенсивности нереста и динамики численности массовых видов в раннем онтогенезе рассчитаны индексы численности и значения абсолютной численности икринок и личинок на всей исследованной акватории от побережья до изобаты 1000 м (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 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 индексов числен-

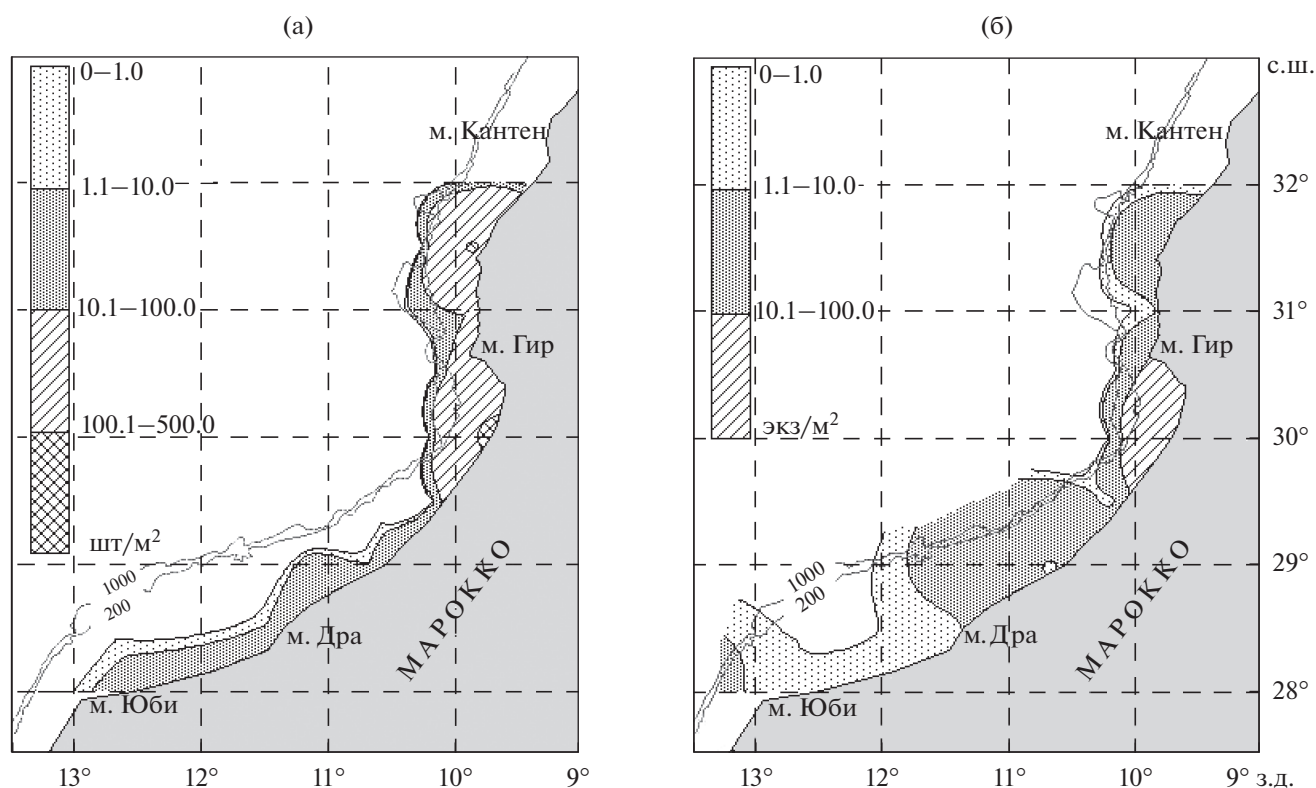


Рис. 1. Распределение икринок (а) и личинок (б) европейской сардины *Sardina pilchardus* в октябре–ноябре 2016 г.

ности икринок и личинок рыб тропической фауны были невысокие. 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 чётко, стабильные тренды не прослеживаются.

В 2007–2009 гг. значения абсолютной численности икринок и личинок некоторых видов рыб были близки или даже меньше индексов численности этих видов (табл. 1). По-видимому, это связано с тем, что в ходе съёмок отмечались один–два больших улова икры и личинок отдельных видов, которые повлияли на значение индекса их численности. А при расчёте абсолютной численности вида данные больших уловов нивелировались в ходе интерполяции результатов на всю рассматриваемую площадь. Однако сравнение средних значений индекса численности и абсолютной численности массовых видов показало, что значения второго показателя превышают таковые первого в 1.3–2.9 раза (табл. 2).

В целом многолетние тенденции колебаний индекса численности и абсолютной численности массовых видов рыб на ранних стадиях онтогенеза сходны (табл. 1, 2). Высокие коэффициенты корреляции между изменениями значений ин-

декса численности и абсолютной численности икринок и личинок массовых видов рыб северной части Марокко (табл. 2) говорят о возможности применения обоих методов для анализа динамики численности массовых видов ихтиопланктона.

**Южная часть Марокко.** Шельф южной части Марокко по сравнению с северной более широкий. Это способствует увеличению численности в этом районе промысловых неритических рыб на всех стадиях онтогенеза. В южной части Марокко смешиваются субтропическая и тропическая ихтиофауны. Рассматриваемые виды в ихтиопланктоне являются наиболее многочисленными в зависимости от сезона года. В холодные периоды здесь, как и в северной части Марокко, преобладают представители субтропической фауны, в тёплые – тропической.

Круглая сардинелла является массовым видом тропической ихтиофауны. По данным съёмки 2016 г., проведённой поздней осенью, когда пик её нереста уже прошёл, икринки круглой сардинеллы распределялись практически на всей исследуемой акватории с наибольшими скоплениями в районе мысов Бохадор, Дахла и Кап-Блан (рис. 2а). Личинки этого вида отмечались в меньших количествах; относительно высокая их численность была отмечена также в районе мысов Бохадор и Кап-Блан (рис. 2б).

**Таблица 1.** Индексы численности (над чертой) и абсолютная численность (под чертой) икринок (И) и личинок (Л) массовых видов рыб в районе северной части Марокко (32°–28° с.ш.), экз. × 10<sup>9</sup>

Период съёмки (год, 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	<u>192.5</u> 247.8	<u>324.0</u> 1256.7	–	–	<u>72.3</u> 148.9	<u>38.1</u> 159.7	–	–	<u>26.9</u> 90.6	<u>16.3</u> 40.5
2004, XI–XII	<u>65.4</u> 184.9	<u>76.5</u> 166.1	–	–	<u>14.2</u> 24.9	<u>4.6</u> 9.0	–	–	<u>8.4</u> 11.4	<u>2.2</u> 7.9
2005, XI–XII	<u>283.3</u> 413.1	<u>530.9</u> 1151.6	–	–	<u>57.9</u> 99.5	<u>11.9</u> 25.1	–	–	<u>12.9</u> 27.3	<u>16.6</u> 27.1
2006, XII	<u>676.6</u> 1953.9	<u>297.6</u> 540.4	–	–	<u>90.8</u> 157.9	<u>4.7</u> 7.8	–	–	<u>74.9</u> 204.9	<u>1.3</u> 3.57
2007, VIII	<u>39.9</u> * 3.1	<u>22.1</u> 96.4	<u>15.4</u> * 1.1	<u>18.4</u> 61.4	–	–	<u>8.7</u> 14.0	<u>4.6</u> 18.9	–	–
2007, XI–XII	<u>1781.6</u> 2036.1	<u>162.9</u> 236.9	–	–	<u>27.1</u> 37.1	<u>10.2</u> 19.9	–	–	<u>47.2</u> * 38.9	<u>2.3</u> * 0.7
2008, XI–XII	<u>380.8</u> 400.3	<u>183.0</u> 225.3	–	–	<u>78.6</u> 167.2	<u>5.0</u> 8.3	–	–	<u>128.5</u> * 103.5	–
2009, VII–VIII	–	<u>2.7</u> 5.9	<u>2.1</u> 6.9	<u>131.7</u> 318.6	–	–	<u>13.1</u> 27.0	<u>9.0</u> * 8.1	–	–
2009, XII	<u>826.4</u> 2036.1	<u>193.5</u> 538.7	<u>7.4</u> 12.2	–	<u>104.7</u> 207.6	–	–	–	<u>93.2</u> 127.2	–
2010, VII	<u>1.2</u> 4.1	<u>2.6</u> 7.6	<u>1.9</u> 2.2	<u>11.6</u> 25.7	<u>1.9</u> 2.2	–	<u>121.0</u> 217.1	–	<u>7.2</u> 28.7	–
2011, VII	–	–	<u>6.9</u> 16.0	–	–	–	<u>8.8</u> 17.4	<u>10.2</u> 21.0	<u>49.5</u> 133.2	<u>1.9</u> 3.4
2011, XII	<u>172.0</u> 320.1	<u>93.2</u> 232.8	<u>19.6</u> 28.4	<u>2.3</u> 2.1	<u>28.7</u> 103.9	<u>3.5</u> 4.1	–	–	<u>24.2</u> 52.3	–
2013, XI	<u>121.5</u> 404.3	<u>75.3</u> 259.7	<u>2.6</u> 3.4	<u>4.9</u> 13.0	<u>7.3</u> 22.1	<u>2.4</u> 6.0	–	–	<u>34.7</u> 131.6	–
2015, X–XII	<u>252.7</u> 487.8	<u>101.2</u> 290.6	<u>9.3</u> 17.4	<u>32.1</u> 83.4	<u>4.4</u> 7.4	<u>2.2</u> 3.5	–	–	<u>9.5</u> 28.3	<u>8.6</u> 10.4
2016, X–XI	<u>319.8</u> 424.4	<u>106.3</u> 152.8	<u>72.2</u> 89.7	<u>30.9</u> 37.1	<u>21.7</u> 29.1	–	–	–	<u>12.4</u> 15.4	–

Примечание. Здесь и в табл. 3: \*на значения численности данного вида повлияли 1–2 больших улова на учётных станциях, что привело к некоторому завышению индекса.

Численность сельдевых на ранних стадиях развития, как и в северной части Марокко, значительно превышала численность ставридовых и скумбриевых (табл. 3). Изменения численности икринок и личинок ставридовых и скумбриевых колебались в близких пределах. Можно отметить повышенную численность икринок и личинок европейской сардины в зимние сезоны 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 и осенью 2015 гг. Межгодовые колебания численности массовых видов субтропической ихтиофауны в раннем онтогенезе близки к таковым для северной части Марокко (табл. 1, 3). Явного соответствия между колебаниями численности икринок и личинок видов тропической ихтиофауны по годам из смежных районов не наблюдалось. Как и в северной части Марокко, в от-

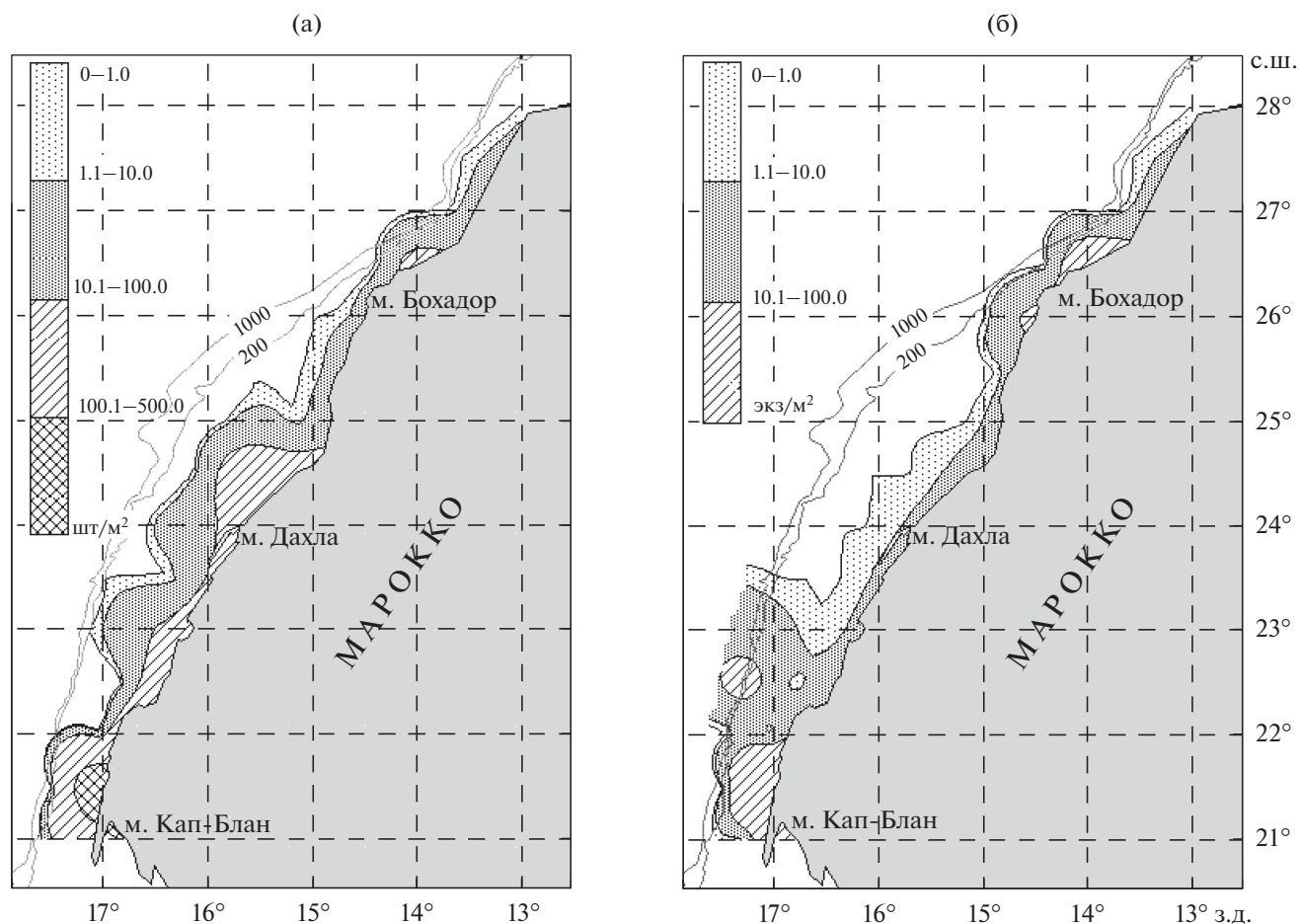
**Таблица 2.** Средние значения показателей численности икринок (И) и личинок (Л) массовых рыб в районе северной части Марокко (32°–28° с.ш.) в 2003–2016 гг., экз.  $\times 10^9$

Показатель	<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
ИЧ	340.9	144.8	9.2	15.5	34.0	5.5	10.1	1.6	35.3	3.3
АЧ	594.4	344.1	11.8	36.1	67.2	16.2	18.4	3.2	66.2	6.2
АЧ/ИЧ	1.7	2.4	1.3	2.3	2.0	2.9	1.8	2.0	1.9	1.9
$r$ ( $p < 0.01$ )	0.86	0.90	0.96	0.99	0.97	0.99	1.00	-0.17*	0.66	0.93

Примечание. Здесь и в табл. 4: ИЧ – индекс численности, АЧ – абсолютная численность,  $r$  – коэффициент корреляции; \*недостаточный объём данных.

дельные годы значения абсолютной численности икринок и личинок некоторых видов рыб близки или даже несколько меньше значений индекса численности этих видов, что, по нашему мнению, обусловлено теми же причинами (см. выше).

Сравнение средних значений индекса численности и абсолютной численности массовых видов ихтиопланктона показало, что значения второго показателя в среднем превышают таковые первого в 1.3–2.6 раза (табл. 4). Ввиду высокой корреляции



**Рис. 2.** Распределение икринок (а) и личинок (б) круглой сардинеллы *Sardinella aurita* в октябре–ноябре 2016 г.

**Таблица 3.** Индексы численности (над чертой) и абсолютная численность (под чертой) икринок (И) и личинок (Л) массовых видов рыб в районе южной части Марокко (28°–21° с.ш.), экз. × 10<sup>9</sup>

Период съёмки (год, 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	<u>9213.0</u> 16894.8	<u>585.0</u> * 550.7	<u>464.9</u> * 432.8	<u>310.0</u> * 226.4	<u>722.0</u> 1530.2	<u>13.0</u> * 11.8	–	–	<u>5.0</u> * 4.1	<u>7.0</u> 16.6
2004, VII	<u>545.8</u> 868.9	<u>141.7</u> 200.8	<u>365.8</u> 506.9	<u>126.2</u> 249.3	<u>99.8</u> 127.0	<u>9.3</u> * 6.8	<u>8.2</u> 31.4	<u>25.6</u> * 20.3	<u>4.5</u> 13.9	<u>5.6</u> 5.6
2004, XII	<u>3590.5</u> 8200.7	<u>312.8</u> 856.5	<u>33.7</u> 69.9	–	<u>134.8</u> 197.6	<u>4.4</u> 8.5	–	–	<u>42.6</u> 58.4	<u>3.8</u> 9.5
2005, XII	<u>2246.0</u> 3890.8	<u>744.4</u> 1212.3	–	–	<u>194.4</u> 487.6	<u>27.6</u> 65.3	–	–	<u>22.8</u> 232.4	<u>91.4</u> 139.6
2006, VII	<u>78.6</u> 140.0	<u>13.3</u> 36.0	<u>571.9</u> 646.2	<u>1012.0</u> 1955.9	–	–	<u>343.2</u> 513.5	<u>58.9</u> 83.7	<u>6.7</u> 15.1	–
2006, XII– 2007, I	<u>720.4</u> 1445.7	<u>695.8</u> 1697.0	<u>5.1</u> 14.3	<u>1.3</u> 4.0	<u>64.6</u> 131.4	<u>7.3</u> 20.6	–	–	<u>112.6</u> 252.3	<u>22.9</u> 99.7
2007, VII	<u>359.5</u> 985.9	<u>100.4</u> 137.7	<u>63.6</u> 196.1	<u>289.3</u> 419.8	–	–	<u>126.5</u> 300.6	<u>55.2</u> 57.1	<u>16.9</u> 50.5	<u>5.6</u> 9.6
2007, XII– 2008, I	<u>8195.5</u> 11618.7	<u>2332.5</u> 5324.9	<u>17.5</u> 39.1	–	<u>314.5</u> 357.6	<u>34.9</u> 41.4	–	–	<u>267.1</u> 467.5	<u>27.8</u> 56.0
2008, VII–VIII	<u>38.1</u> 42.1	<u>252.8</u> 627.3	<u>2337.3</u> 3845.8	<u>2242.7</u> 3242.9	–	–	<u>55.0</u> 147.8	<u>70.0</u> 159.6	<u>34.4</u> 60.0	<u>5.8</u> 25.5
2008, XII – 2009, I	<u>6838.3</u> 12989.3	<u>3943.8</u> 6746.2	<u>850.3</u> * 661.5	–	<u>39.0</u> 51.6	<u>5.4</u> 14.7	–	–	<u>501.2</u> 869.1	<u>43.0</u> 160.5
2009, VIII	<u>157.2</u> 409.2	<u>316.5</u> 435.4	<u>222.7</u> 895.4	<u>451.6</u> 1040.6	–	–	<u>76.5</u> 142.8	<u>5.6</u> 17.1	<u>55.3</u> 198.8	–
2009, XII – 2010, I	<u>4453.2</u> 7647.6	<u>2058.4</u> 3388.9	<u>16.4</u> 84.0	<u>15.1</u> 57.2	<u>100.4</u> 167.3	<u>20.1</u> 42.7	–	–	<u>172.9</u> 319.4	<u>12.2</u> 42.1
2010, VII–VIII	<u>549.2</u> 1589.9	<u>91.5</u> 590.0	<u>806.5</u> 2061.2	<u>1242.6</u> 3047.4	–	–	<u>123.0</u> 401.1	<u>62.6</u> 265.7	<u>3.5</u> 15.7	–
2011, VII–VIII	<u>298.4</u> 729.9	<u>80.6</u> 344.2	<u>755.0</u> * 333.9	<u>549.0</u> * 311.5	–	<u>2.2</u> 11.7	<u>19.5</u> 140.6	<u>2.2</u> 11.7	<u>13.3</u> 43.7	–
2012, I	<u>1726.1</u> 2993.2	<u>632.2</u> 1453.4	<u>49.8</u> 60.4	<u>16.6</u> 22.6	<u>137.7</u> 309.4	<u>41.6</u> 105.7	–	–	<u>1693.2</u> 5072.3	<u>38.0</u> 145.2
2013, XI–XII	<u>7355.9</u> 17606.8	<u>3924.4</u> 10156.2	<u>42.6</u> 102.8	<u>2.8</u> 6.9	<u>72.7</u> 157.1	<u>22.0</u> 67.0	–	–	<u>42.9</u> * 40.5	–
2014, VIII–IX	<u>1133.0</u> 1545.5	<u>1478.9</u> 1858.6	<u>1746.3</u> 1760.9	<u>2530.8</u> 2531.5	<u>76.5</u> 117.0	<u>18.8</u> 32.1	<u>284.8</u> * 218.6	<u>47.0</u> 47.5	<u>163.6</u> 164.9	<u>17.8</u> 19.5
2015, IX–X	<u>2150.9</u> 2819.8	<u>2872.2</u> 3292.6	<u>2265.7</u> 2380.0	<u>1001.0</u> 1193.5	–	–	<u>9.0</u> 12.7	<u>143.9</u> 156.0	<u>99.2</u> 149.2	–
2015, XI	<u>1801.9</u> 4622.6	<u>1847.6</u> 4592.5	<u>43.0</u> 119.1	<u>174.3</u> 621.9	<u>33.30</u> 67.5	<u>16.0</u> 48.1	–	–	<u>70.9</u> 147.4	<u>3.3</u> 7.5
2016, X–XI	<u>2290.9</u> 3180.2	<u>3502.5</u> 8051.3	<u>356.4</u> 545.5	<u>160.9</u> 248.1	<u>20.0</u> 27.6	<u>23.8</u> 82.0	–	<u>3.8</u> 3.1	<u>33.7</u> 69.4	–

**Таблица 4.** Средние значения показателей численности икринок (И) и личинок (Л) массовых рыб в районе южной части Марокко (28°–21° с.ш.) в 2003–2016 гг., экз. × 10<sup>9</sup>

Показатель	<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
ИЧ	2687.1	1296.4	550.7	506.3	100.5	12.3	52.3	23.7	168.1	14.2
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
<i>r</i> ( <i>p</i> < 0.01)	0.97	0.95	0.91	0.92	0.98	0.90	0.87	0.79	0.99	0.86

ляции между изменениями индекса численности и абсолютной численности икринок и личинок массовых рыб для южной части Марокко, так же как и для северной, можно применять оба метода анализа динамики численности массовых видов ихтиопланктона.

### ОБСУЖДЕНИЕ

Районы основных нерестилищ и нагула молоди массовых неритических рыб часто совпадают или расположены близко друг от друга. Обычно они находятся вблизи крупных мысов, в зоне подводных каньонов. Это районы, где происходит подъём глубинных вод, интенсивны процессы перемешивания, образуются разномасштабные круговороты и градиентные зоны, обусловленные системой потоков постоянных поверхностных течений, ветров и орографическими особенностями континентальной отмели. Обобщение наблюдений последних лет с учётом ретроспективных материалов показало, что расположение нерестилищ и мест нагула молоди массовых пелагических рыб на шельфе северной части ЦВА носит квазистационарный характер, и их центры практически остаются стабильными. Такое распределение нерестилищ и мест нагула, вероятнее всего, объясняется особенностями гидрологического режима (почти круглогодичное развитие прибрежных апвеллингов в районе крупных мысов) и наличием скоплений кормовых организмов (Архипов, 2009, 2011, 2015б).

Расчёт абсолютной численности ихтиопланктона методом обратно взвешенных расстояний имеет свои ограничения (Watson, Philip, 1985). Так, из-за большого числа нерезультативных ловов в некоторые годы получились близкие или меньшие по сравнению с индексом численности величины. Поэтому оптимально при выполнении ихтиопланктонных съёмов иметь более трёх–пяти результативных уловов, для чего следует несколько увеличить число выполняемых станций в рассматриваемых районах. Значения абсолютной численности икринок и личинок рыб, рассчитанные по большому числу результативных уловов

(более трёх–пяти), точнее отражают динамику численности ихтиопланктона, так как они определялись для всей акватории съёмов, а не по стандартным станциям, данные по которым использовались при определении индекса численности.

Выявленные межгодовые колебания численности ихтиопланктона, по всей видимости, обусловлены изменчивостью гидрологических условий и, в первую очередь, интенсивностью прибрежных апвеллингов. Всё 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. А это, 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 проведения съёмов в разные годы. Оптимальные значения абиотических и биотических факторов среды для эффективного нереста рассматриваемых видов рыб различны, поэтому вспышки численности икринок и личинок этих видов происходят не синхронно (Архипов, 2006, 2015б; Архипов и др., 2017а, 2017б).

В целом выявленные закономерности в колебаниях численности массовых субтропических видов рыб на ранних стадиях развития для южной части Марокко близки к таковым для северной части. Для тропических видов рыб в раннем онтогенезе такой связи в колебаниях численности не выявлено, так как значительные районы их нереста и нагула молоди расположены южнее, в водах Мавритании и Сенегала.

### ВЫВОДЫ

1. Колебания численности икринок и личинок массовых промысловых видов рыб Марокко происходят не синхронно. Эти колебания определяются сложным комплексом абиотических и биотических факторов среды, влияющих на их распределение и численность.

2. В зоне Марокко существуют единые популяции европейской сардины, европейской ставриды и скумбрии, динамика численности на ранних стадиях развития у которых близка на всей рассматриваемой акватории ( $32^{\circ}$ – $21^{\circ}$  с.ш.). Для икринок и личинок тропических видов (круглая сардинелла, западноафриканская ставрида) такая связь колебаний численности не прослеживается, так как значительные районы их нереста и нагула молоди расположены южнее, в водах Мавритании и Сенегала.

3. Многолетние тенденции изменений индекса численности и абсолютной численности ранних стадий онтогенеза рассматриваемых видов рыб в северной и южной частях Марокко в целом одинаковы. Абсолютные значения численности икринок и личинок, по нашему мнению, точнее отражают динамику численности ихтиопланктона, так как рассчитаны для всей исследуемой акватории.

## БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают свою благодарность Т.А. Симоновой (АтлантНИРО) за помощь в обработке материалов по ихтиопланктону в рассматриваемых районах исследований.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Акютин А.М.* 1968. Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях. М.: Пищ. пром-сть, 289 с.

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

*Архипов А.Г.* 2009. Сезонная и межгодовая изменчивость ихтиопланктона у побережья Марокканской Сахары // *Вопр. ихтиологии*. Т. 49. № 2. С. 225–232.

*Архипов А.Г.* 2011. Сезонная и межгодовая изменчивость ихтиопланктона у побережья Северного Марокко // *Там же*. Т. 51. № 1. С. 105–112.

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

*Архипов А.Г.* 2015б. Динамика численности икринок и личинок массовых видов рыб северной части центрально-восточной Атлантики // *Вопр. ихтиологии*. Т. 55. № 2. С. 173–179.

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

*Архипов А.Г., Пак Р.А., Симонова Т.А.* 2017б. Динамика численности ихтиопланктона у побережья южной части Марокко // *Там же*. Т. 1. № 3. С. 150–157.

*Берников Р.Г., Доманевский Л.Н., Кудерский С.К., Яковлев В.Н.* 2002. Центрально-Восточная Атлантика // *Промыслово-океанологические исследования в Атлантическом океане и южной части Тихого океана*. Т. 1. Калининград: Изд-во АтлантНИРО. С. 146–195.

*Бондаренко М.В., Кровнин А.С., Серебряков В.П.* 2003. Ранжирование урожайности поколений и коэффициентов выживания поколений в раннем онтогенезе промысловых рыб Баренцева моря для определения биологических ориентиров и оценки изменчивости среды. М.: Изд-во ВНИРО, 187 с.

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

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

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

Методические указания по сбору проб зоо- и ихтиопланктона планктоноборщиком “Бонго” и их обработке. 1983. Калининград: Изд-во АтлантНИРО, 36 с.

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

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

*Ahlstrom E.N., Moser H.G.* 1976. Eggs and larvae of fishes and their roles in systematic investigations and in fisheries // *Rev. Trav. Inst. Peches Mar.* VI. 40. № 3–4. P. 379–398.

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

*Rodriguez J.M., Barton E.D., Eve L., Hernandez-Leon S.* 2001. Mesozooplankton and ichthyoplankton distribution around Gran Canaria, an oceanic island in the NE Atlantic // *Deep-Sea Res.* Pt. I. V. 48. P. 2161–2183.

*Smith P.E., Richardson S.L.* 1977. Standard techniques for pelagic fish egg and larvae surveys // *Tech. Paper* № 175. Rome: FAO, 95 p.

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