

УДК 597.562(268.46)

В. А. Стасенков

Многолетняя динамика биологических показателей наваги *Eleginus nawaga* (Walbaum, 1792) Белого моря в связи с изменениями температурного режима водоема

Систематические исследования наваги Белого моря начаты в конце 1960-х гг. За 45 лет непрерывных наблюдений накоплены массивы данных по размерным показателям, возрастному составу популяций наваги Онежского, Двинского, Мезенского заливов и Воронки моря. Целью настоящей работы явилось выявление причин межгодовых и многолетних изменений биологических параметров популяций наваги. В качестве исследуемого показателя, отражающего межгодовые изменения роста рыб, выбраны длина и масса двух- и трехгодовалых особей. Показано, что межгодовые колебания этих показателей у наваги определяются продолжительностью сезона откорма, а также численностью популяций. Потепление климата привело к тому, что за прошедшие 45 лет с момента начала наблюдений температура воды в Белом море в апреле в среднем увеличилась на один градус, а в отдельные годы и больше. Вследствие удлинения периода откорма сезонный темп роста наваги вырос, соответственно увеличились среднемноголетние показатели ее длины и массы. Увеличение темпа роста наваги в Онежском и Двинском заливах привело к массовому ее созреванию и вступлению в нерестовое (промысловое) стадо в двухлетнем возрасте. В Мезенском заливе и Воронке тренд на увеличение среднегодовых показателей длины и массы сохранила навага только младших возрастных групп. Темп роста крупноразмерной наваги вследствие почти полного прекращения промысла и увеличения численности рыб старших возрастов снизился. Выявленные закономерности в изменении популяционных параметров наваги Белого моря необходимо использовать при подготовке прогнозных данных о состоянии ее запасов.

Ключевые слова: Белое море, длина и масса наваги, потепление климата, увеличение темпа роста, ускорение созревания.

Введение

С началом экономических преобразований в Российской Федерации (1991–1992 гг.) прибрежные рыбные промыслы в Белом море пришли в полный упадок. Промысловое усилие на многих видах промысла сократилось на порядок [1; 2]. Согласно данным официальной статистики почти в такой же пропорции снизились уловы рыб. Однако, как показывают наблюдения, действительный вылов не всегда соответствует данным официальных источников [2]. В некоторых районах он может в несколько раз превышать объемы, представленные по сводкам. В этой связи получаемая информация по вылову не может являться надежным показателем состояния запасов рыб, что существенно затрудняет подготовку прогнозов их допустимых уловов. В таких условиях наличие материалов по многолетней динамике биологических показателей промысловых объектов позволяет уточнить и дополнить недостоверные или отсутствующие данные.

Целью настоящей работы является изучение причин изменения биологических показателей наваги Белого моря и выявление их многолетней динамики. Рост рыб является одним из показателей, характеризующих состояние их запасов. Изучение роста наваги Белого моря представляет большой научный и практический интерес по нескольким причинам: 1) навага в Белом море образует несколько популяций, имеющих свои динамики численности и биологических показателей, что делает возможным исследовать такие показатели в сравнительном аспекте; 2) продолжительность наблюдений по каждой популяции составляет почти 50 лет, что дает возможность проследить многолетнюю динамику колебаний биологических показателей; 3) наличие гидрометеостанций (ГМС) во всех районах обитания наваги позволяет сравнивать динамику роста и условий среды (в данном случае температуру воды); 4) навага является одним из доминирующих видов в Белом море, что позволяет использовать динамику показателей роста в качестве индикатора биологических процессов в море, происходящих в связи с температурными изменениями; 5) скоррелированность процессов прогрева моря, роста и динамики численности наваги позволяет прогнозировать состояние ее запасов. Данная работа является продолжением ранее опубликованных исследований [3; 4].

Материалы и методы

Сбор биологических материалов по наваге осуществлялся в Двинском заливе Белого моря с 1961 г., в Онежском заливе – с 1969 г., в Мезенском заливе и Воронке – с 1971 г. (рис. 1). Пробы отбирались в каждом из заливов ежегодно в период нерестовых подходов (ноябрь – январь). Рыба взвешивалась (полная масса и масса без внутренностей), измерялась (по длине ad и ab). В работе использованы полная масса и длина всей рыбы (ab). Возраст определялся по отолитам, предварительно прокаленным над пламенем спиртовки. Для удобства возраст рыб округлялся до полного года, несмотря на то что до него не хватало 3–4-х месяцев. Оценка термического режима Онежского и Двинского заливов выполнена на основании данных по поверхностной температуре воды за апрель – сентябрь по ГМС Раз-Наволоку и Унский маяк,

Воронки – по ГМС м. Микулкин. Данные за весь рассматриваемый период получены в ФГБУ "Северное УГМС". Полагаем, что показатели поверхностной температуры воды в условиях мелководности районов обитания наваги и значительной перемешиваемости водных масс при приливо-отливных явлениях могут служить достаточно точным индикатором термического состояния прибрежных вод. Для большей наглядности и выявления циклических колебаний температуры воды и размерных показателей наваги все данные представлены в виде графиков.



Рис. 1. Карта-схема района исследований наваги Белого моря в 1961–2017 гг.
Fig. 1. The map of the area of navaga researching in the White Sea (1961–2017)

Результаты и обсуждение

Навага *Eleginus nawaga* (Walbaum, 1792) обитает в прибрежных районах Белого, Баренцева и Карского морей. В пределах Белого моря образует три крупных популяции – в Онежском, Двинском заливах, в Мезенском заливе и Воронке, обособленные рельефом дна и экологическими условиями акватории [4]. Ввиду сходства условий обитания (более ранний и сильный прогрев моря) биологические показатели наваги Онежского и Двинского заливов имеют общие черты. Здесь навага в массе начинает созревать в возрасте 2 лет и доживает до 9 лет. В Мезенском заливе и Воронке, расположенных севернее, навага в массе созревает в возрасте 3 лет и доживает до 11 лет. В Онежском и Двинском заливах урожайные поколения формируются в годы с "холодной" весной, в расположенных севернее Мезенском заливе и Воронке – с "теплой" [5].

В таблице представлена среднепогодная размерно-возрастная структура популяций наваги до 2010 г., которая уже рассматривалась ранее [4], и за период 2011–2016 гг. Для сравнительного анализа весь ряд наблюдений был разбит на три периода: на два примерно равных до 2010 г. и один после. Это обусловлено сменой режима рыболовства в начале 1990-х гг. (прекращение дотирования промысла наваги привело в некоторых районах почти к полному прекращению лова), что отразилось на биологической структуре популяций наваги. Из таблицы хорошо видны те изменения, которые произошли в размерно-возрастной структуре популяций вида за почти пятидесятилетний период. В Онежском и Двинском заливах существенно увеличились размерные показатели рыб в основных возрастных классах, произошло заметное омоложение стад. В Мезенском заливе и Воронке, наоборот, произошло старение стада. Ранее нами было выявлено, что к 2010 г. во всех районах Белого моря отмечался многолетний тренд на увеличение длины и массы наваги по всем возрастным группам [3]. В связи с тем, что такой же многолетний тренд наблюдался в усилении летнего прогрева морских вод, был сделан вывод о связи увеличения роста наваги с потеплением климата. В 2011–2016 гг. темп роста наваги в Онежском и Двинском заливах Белого моря еще больше увеличился, о чем можно судить по показателям ее длины и массы. В Мезенском заливе и Воронке размерные показатели после некоторого роста в конце XX – начале XXI вв. вновь снизились во всех возрастных классах. Ввиду достаточно серьезных сдвигов в размерных показателях наваги фактор воздействия температуры на рост наваги был рассмотрен более подробно.

Таблица. Среднеголетние биологические показатели наваги в различных акваториях Белого моря
Table. The average long-term biological parameters of navaga in different areas of the White Sea

	Период	Возрастные группы, годы							
		2	3	4	5	6	7	8	9
Возрастной состав, %	Онежский залив								
	1969–1988	22,78	45,51	24,43	6,04	1,10	0,13	0,01	–
	1989–2010	34,01	47,42	15,77	2,33	0,38	0,07	0,02	–
	2011–2017	47,20	42,10	8,50	2,00	0,20	–	–	–
	Двинский залив								
	1961–1989	19,98	54,67	20,25	4,50	0,47	0,12	0,01	–
	1989–2010	24,38	54,71	16,88	3,38	0,54	0,10	0,01	–
	2011–2017	53,40	40,70	2,20	0,60	–	0,10	–	–
	Мезенский залив, Воронка								
	1971–1988	13,10	43,62	26,76	12,10	3,26	0,93	0,23	–
	1989–2010	6,60	32,60	28,70	17,30	10,20	3,50	1,10	–
	2011–2016	3,50	23,10	29,00	23,00	13,30	7,70	0,40	–
Длина, см	Онежский залив								
	1969–1988	17,94	21,40	24,03	25,95	27,43	28,88	35,75	–
	1989–2010	18,90	21,81	24,21	26,46	28,48	31,06	37,0	–
	2011–2017	20,88	24,08	26,58	27,95	28,45	–	–	–
	Двинский залив								
	1969–1988	18,50	21,50	24,24	27,45	30,41	32,96	32,95	–
	1989–2010	19,40	22,28	24,77	27,88	28,99	31,40	32,40	–
	2011–2017	20,63	24,78	28,17	30,72	–	33,30	–	–
	Мезенский залив, Воронка								
	1971–1988	17,72	21,98	25,27	28,19	31,00	32,67	–	–
	1989–2010	18,83	22,90	26,00	28,89	31,11	32,67	33,71	–
	2011–2016	19,40	22,10	25,66	28,66	31,34	32,60	35,42	–
Масса, г	Онежский залив								
	1969–1989	43,20	71,70	100,60	133,30	167,80	203,50	371,50	–
	1990–2010	46,00	72,30	101,10	131,10	181,20	202,00	–	–
	2011–2017	58,42	91,23	125,85	139,45	167,20	–	–	–
	Двинский залив								
	1969–1988	43,50	70,40	101,10	151,90	184,80	245,00	280,00	–
	1989–2010	51,20	76,60	109,30	157,30	192,20	236,40	250,00	–
	2011–2017	62,88	111,52	173,1	219,12	–	253,00	–	–
	Мезенский залив, Воронка								
	1971–1988	39,80	77,80	115,80	160,90	214,00	270,70	307,20	325,50
	1989–2010	50,30	89,20	134,10	179,60	220,80	270,50	289,00	298,80
	2011–2016	49,08	68,86	109,18	156,12	198,34	239,18	285,20	–

Влияние температурного режима на рост рыб может осуществляться через варьирование кормовой базы или доступности корма, изменение продолжительности нагула. Также под влиянием колебаний температурного режима возможно изменение скорости обмена веществ [6, с. 126]. В целях выявления главной причины, воздействующей на скорость роста наваги Онежского и Двинского заливов, в качестве индикатора продолжительности сезона ее нагула выбрали среднюю температуру поверхностного слоя воды в апреле, а индикатора, отражающего величину кормовой базы и доступность корма, – среднюю температуру воды за вегетационный период (май – сентябрь). Для расположенных севернее Мезенского залива и Воронки соответственно выбрали май и май – сентябрь. В качестве показателя, характеризующего темп роста наваги, взяли среднюю массу особи наваги в трехлетнем возрасте (возрастная группа, которая по многолетним данным составляет основу промысловых рыб в Белом море).

Как видно из рис. 2, в Двинском заливе средняя температура воды за вегетационный период за 45 лет выросла на 1 °С. Увеличилась с 65 до 90 г и средняя масса трехгодовалых особей наваги. Совпали в большинстве случаев пики межгодовых колебаний температуры воды и массы особей. Однако при осреднении показателей температуры воды и массы рыб по пятилетиям проявилась тенденция замедления роста рыб в годы с максимальным летним прогревом. Очевидно, что для наваги – рыбы арктического происхождения – чрезмерный летний прогрев вод неблагоприятно отражается на условиях откорма [7].

Ей приходится покидать мелководную прогреваемую зону моря с богатой кормовой базой и опускаться в более глубокие районы с низкими температурами воды и слабой кормовой базой. По-видимому, для откорма наваги более благоприятен равномерный прогрев моря в течение всего вегетационного периода, а не сильный, но кратковременный в середине лета.

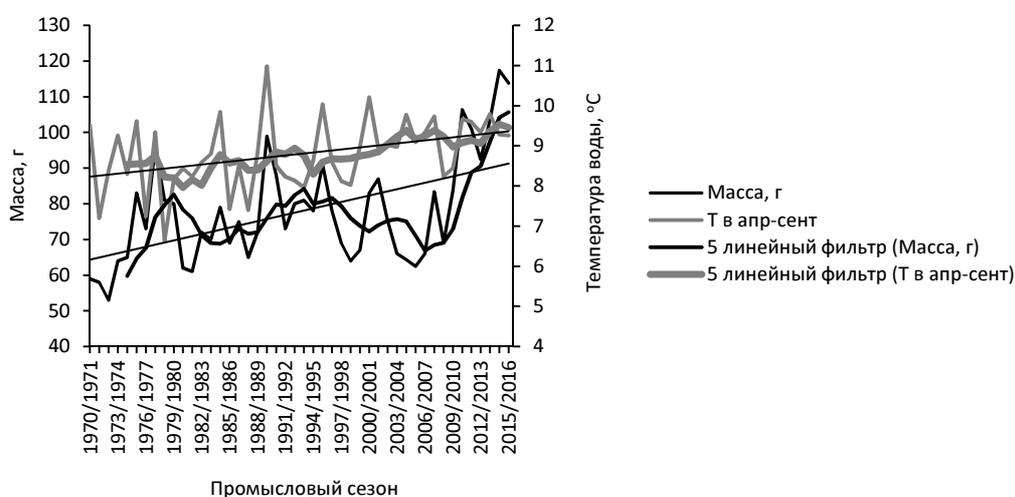


Рис. 2. Средняя масса наваги Двинского залива в возрасте три года и поверхностная температура воды в апреле – сентябре (ГМС "Унский маяк")
Fig. 2. The average mass of navaga (the Dvina Bay) at the age of three years and the surface water temperature in April – September (the hydrometeorological station (HMS) "Unskiy lighthouse")

Одной из составляющих средней температуры воды за вегетационный период является апрельская (для Онежского и Двинского заливов) и майская (для Мезенского залива и Воронки) температура воды. Именно в эти месяцы в указанных районах, по среднемноголетним данным, происходит переход температуры воды к положительным значениям. Количество дней с положительными значениями температуры воды в апреле и мае может служить и показателем продолжительности сезона нагула, так как в остальные месяцы температура воды всегда выше нуля градусов. Несмотря на то, что навага является рыбой арктического происхождения, рост ее происходит в летний период [8]. В нашем случае принимаем, что рост рыб начинается при положительных температурах водных масс.

Как видно из рис. 2, среднемесячная апрельская температура воды в Двинском заливе с начала 1970-х гг. выросла с минус 1 °С до нуля. Увеличилось число лет, когда среднемесячная температура воды в апреле имела положительное значение. При этом в отличие от среднемесячной температуры воды за период с апреля по сентябрь (рис. 1), показатели апрельской температуры воды и массы особей трехгодовиков наваги Двинского залива, осредненные по пятилетиям, находились между собой в прямой зависимости (рис. 3, а). Такая же зависимость роста особей от апрельской температуры воды наблюдалась и у наваги Онежского залива (рис. 3, б). Несколько иная картина наблюдалась в Мезенском заливе и Воронке (рис. 4). Несмотря на увеличение майской температуры воды после 2000 г. почти на 2 °С, показатели массы тела трехгодовиков имели тренд к снижению. Следует отметить, что в этом районе с середины 1990-х гг. промысел наваги практически был прекращен, уловы ее снизились с 1 тыс. т до нескольких десятков тонн. Урожайные поколения стали преобладать в популяции на протяжении 5–6 лет. Высокоурожайное поколение 2009 г. составило основу стада (32 %) в возрасте 7–(6+) лет, при среднемноголетнем присутствии в стаде рыб этого возраста в количестве нескольких процентов. Увеличение численности наваги, очевидно, не могло не сказаться на ее кормовой обеспеченности и темпе роста. В последние три года (2014–2016 гг.) в связи с естественной убылью этого поколения темп роста наваги в этом районе начал вновь расти.

В Двинском заливе в начале второго десятилетия XXI в. продолжительность сезона с поверхностной температурой воды выше нуля градусов в среднем увеличилась на 20 дней, а в отдельные годы – более чем на месяц (рис. 5). Можно полагать, что и в других районах моря прогрев воды стал начинаться также раньше. В целом, динамика изменения массы тела наваги Онежского и Двинского заливов оказалась очень похожей, что еще раз указывает на то, что на рост особей действовал один и тот же фактор. Всего на сложной кривой выделяются четыре основных пика увеличения массы тела. В Мезенском заливе и Воронке несмотря на более ранний прогрев моря увеличения массы тела не наблюдалось, что можно связать с ростом численности популяции наваги этого района. Однако и в этом районе увеличение продолжительности сезона нагула

положительно влияло на рост наваги, о чем можно судить по средней массе двухгодовалых рыб, которая сохранилась на уровне выше среднеголетних показателей.

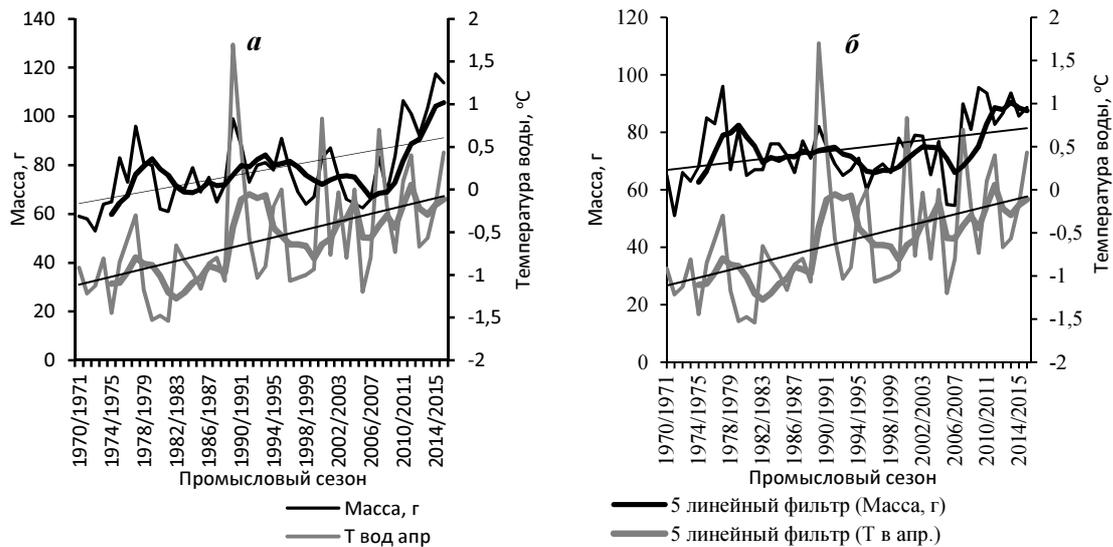


Рис. 3. Средняя масса наваги Двинского (а) и Онежского (б) заливов в возрасте три года и поверхностная температура воды в апреле (ГМС "Унский маяк")
 Fig. 3. The average mass of navaga of the Dvina (a) and Onega (b) Bays at the age of three years and the surface water temperature in April (the HMS "Unskiy lighthouse")

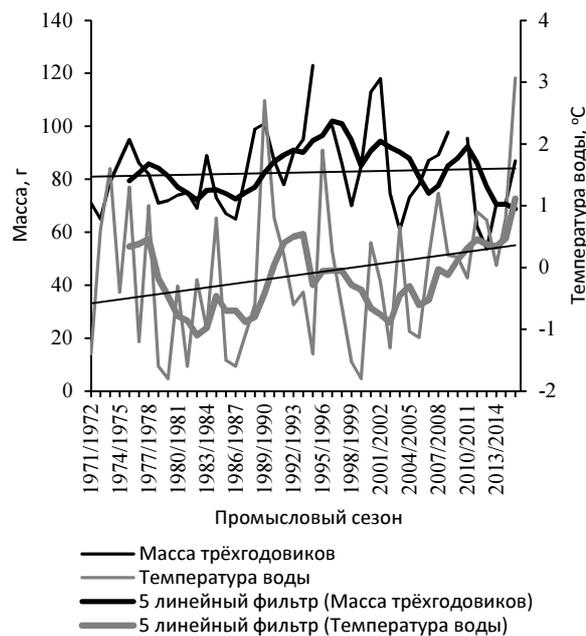


Рис. 4. Средняя масса наваги Мезенского залива и Воронки в возрасте три года и поверхностная температура воды в мае (ГМС "Микулкин")
 Fig. 4. The average mass of navaga of the Mezen Bay and Voronka at the age of three years and the surface water temperature in May (the HMS "Mikulkin")

Таким образом, среди ряда внешних причин, способствовавших увеличению темпа роста наваги в акватории Белого моря в конце XX – начале XI вв., основной, по-видимому, является более ранний прогрев моря, приведший к удлинению сезона нагула рыб.

Рост рыб зависит не только от величины кормовой базы и условий откорма, но и от численности потребителей [6; 9]. Наиболее адекватным показателем величины запаса рыб является их численность или биомасса, рассчитанные различными способами. Во второй половине XX в. промысловое усилие (количество выставленных орудий лова) при добыче наваги в Белом море находилось в стабильном состоянии:

ее запасы использовались довольно интенсивно. В этот период удалось выполнить расчет запасов отдельных популяций наваги методом виртуально-популяционного анализа (ВПА), что позволило исследовать влияние его величины на темп роста наваги. Как видно из рис. 6, *а*, средняя масса трехгодовиков наваги Двинского залива снижалась до 55 г при увеличении запаса и, наоборот, при его уменьшении достигала 95 г. В Мезенском заливе и Воронке средняя масса трехгодовиков при тех же обстоятельствах изменялась от 65 до 95 г (рис. 6, *б*).

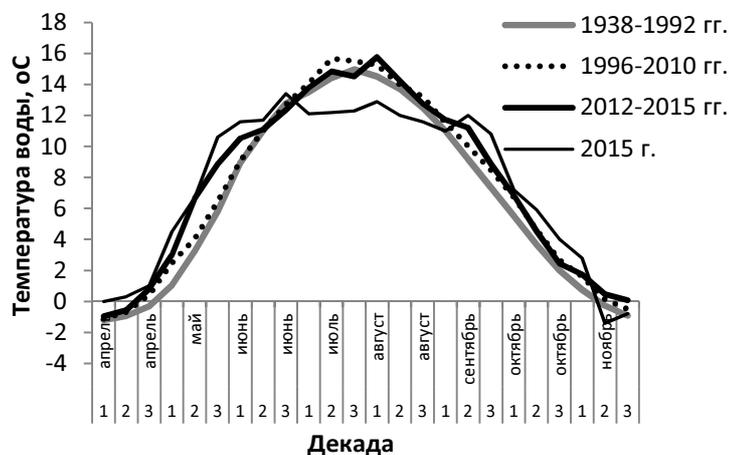


Рис. 5. Сезонная температура (°C) воды в Двинском заливе (ГМС "Унский маяк")
Fig. 5. The seasonal water temperature (°C) in the Dvina Bay (the HMS "Unskiy lighthouse")

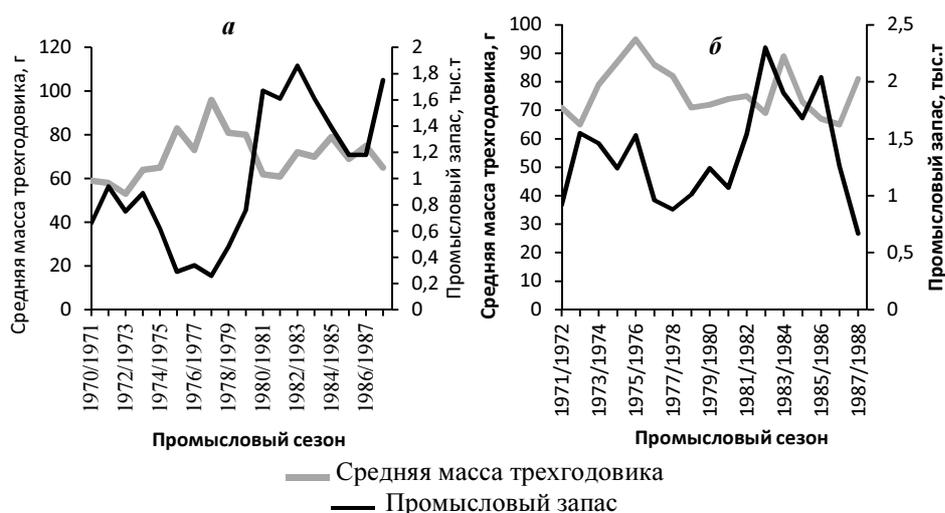


Рис. 6. Динамика промыслового запаса и средней массы наваги в возрасте три года в 1971–1988 гг.:
а – Двинский залив; *б* – Мезенский залив и Воронка
Fig. 6. The dynamics of fishing stock and average mass of navaga at the age of three years in 1971–1988:
а – the Dvina Bay; *б* – the Mezen Bay and Voronka

К сожалению, в начале 1990-х гг. интенсивность промысла наваги в Белом море резко снизилась при росте неучтенного вылова. В связи с тем, что по этим причинам точность оценки запасов рыб снизилась, для изучения влияния на рост наваги величины запаса в качестве его индикатора использовали процент присутствия трехгодовиков в промысловом стаде. Возможность такого допущения предоставляет биология наваги, у которой, как у короткоцикловой рыбы, основу промысла составляет, как правило, одно поколение. Однако даже и в этом случае наблюдается достаточно тесная обратная связь между сглаженной по пятилетиям средней массой трехгодовиков и их долей в промысловом стаде (рис. 7). Устойчивость такой связи позволяет использовать ее для предварительной оценки запасов наваги.

Как показывает анализ динамических рядов на рис. 6, в первом десятилетии XXI в., показатели средней массы трехгодовиков в Онежском и Двинском заливах Белого моря заметно возросли, что обусловило в целом положительную тенденцию роста особей этой возрастной группы за весь период наблюдений (45 лет). Как отмечалось выше, основной причиной этой тенденции, по-видимому, является увеличение

прогрева моря, особенно в весенний период. Кроме того, в Онежском и Двинском заливах наблюдался очередной цикл снижения численности поколений. Это, в частности, отразилось на численности и соответственно содержании трехгодовиков в промысловом стаде. Еще одной причиной изменения возрастной структуры нерестовых популяций наваги в этих заливах стало увеличение темпа роста двухгодовиков. Навага здесь созревает при длине 17 см. В 1970-е гг. в двухлетнем возрасте созревало всего 20–50 %. Во втором десятилетии XXI в. быстрый темп роста молоди наваги привел к тому, что она практически полностью начала созревать и входить в нерестовое (промысловое) стадо в двухлетнем возрасте. В отдельные годы на фоне значительного увеличения темпа роста двухгодовиков их присутствие в промысловых частях популяций Двинского и Онежского заливов возросло до 95 % (рис. 8), в результате чего они наряду с трехгодовиками составили основу промыслового стада.

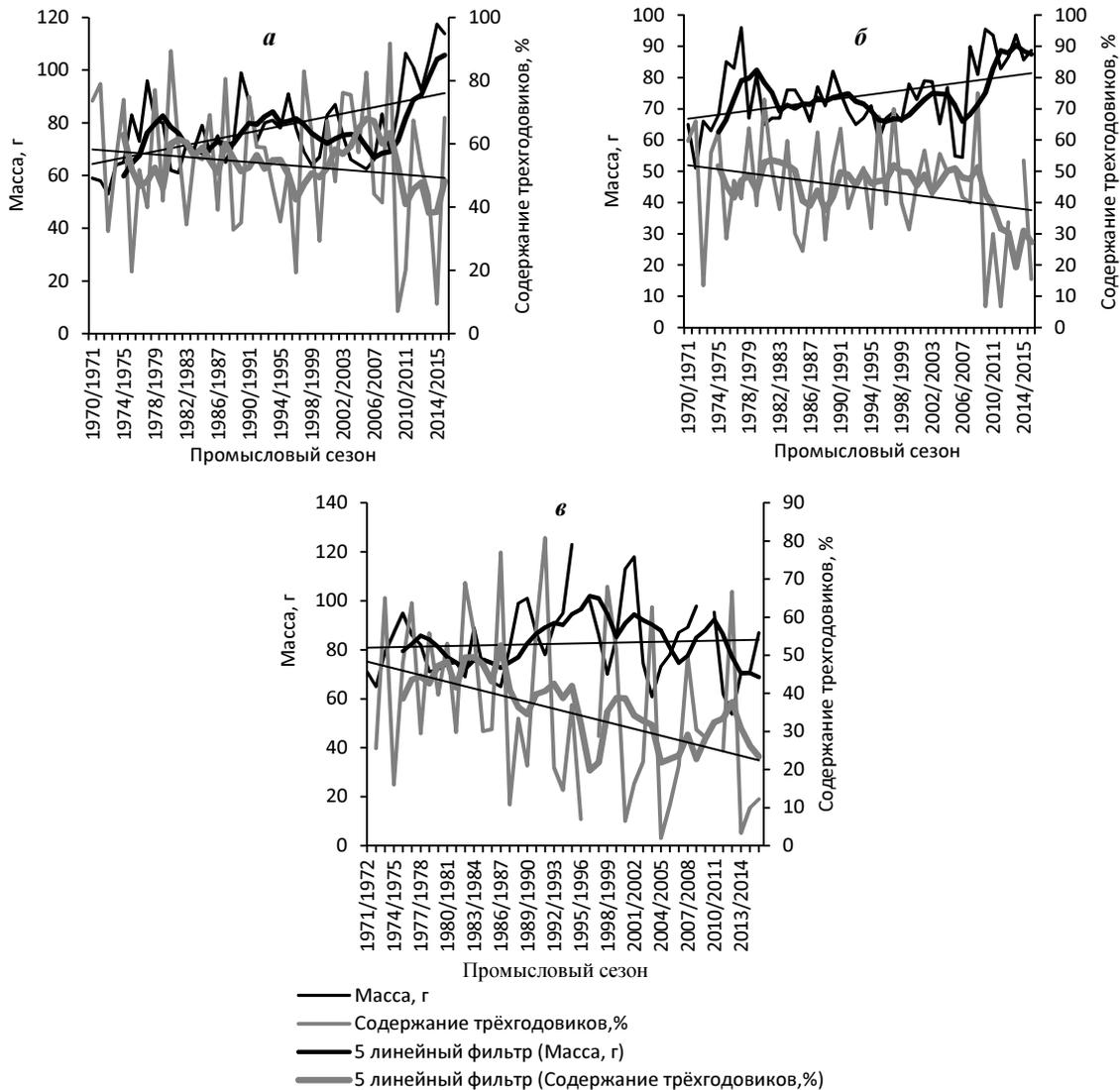


Рис. 7. Средняя масса наваги в возрасте три года и присутствие трехгодовалых рыб (%) в промысловой части популяции:

a – Двинский залив; *б* – Онежский залив; *в* – Мезенский залив и Воронка
 Fig. 7. The average mass of navaga at the age of three years and its presence (%) in the fishing part of the population:
a – the Dvina Bay; *б* – the Onega Bay; *в* – the Mezen Bay and Voronka

В Мезенском заливе и Воронке Белого моря присутствие двухгодовиков в промысловом стаде, наоборот, снизилось (рис. 8), но по причине, не связанной с их темпом роста. После экономических преобразований в начале 1990-х гг. промысел наваги в удаленных районах моря стал малорентабелен и практически прекратился. Промысловое изъятие различных поколений наваги снизилось, о чем можно судить по значительному старению стада. Так, например, среднемноголетнее присутствие семигодовиков в популяции возросло от 0 до 8 % (табл. 1), а в промысловый сезон 2015–2016 гг., впервые за период

наблюдений, достигло 32 %. За счет увеличения среднемноголетней массы двухгодовиков и темпов созревания их доля в промысловом стаде сократилась незначительно, а вот доля трехгодовиков снизилась на 20 %. Следует отметить, что несмотря на снижение в Мезенском заливе и Воронке в 2011–2016 гг. средних длины и массы наваги по возрастным группам (табл. 1), связанное с наличием в стаде высокоурожайного поколения 2009 г., многолетний тренд на увеличение показателей массы особей в возрасте два года сохранился (рис. 9).

Таким образом, несмотря на влияние потепления климата на рост наваги Мезенского залива и Воронки Белого моря, в целом изменение среднемноголетней размерно-возрастной структуры этой популяции находилось под большим воздействием снижения промысловой активности в этом районе.

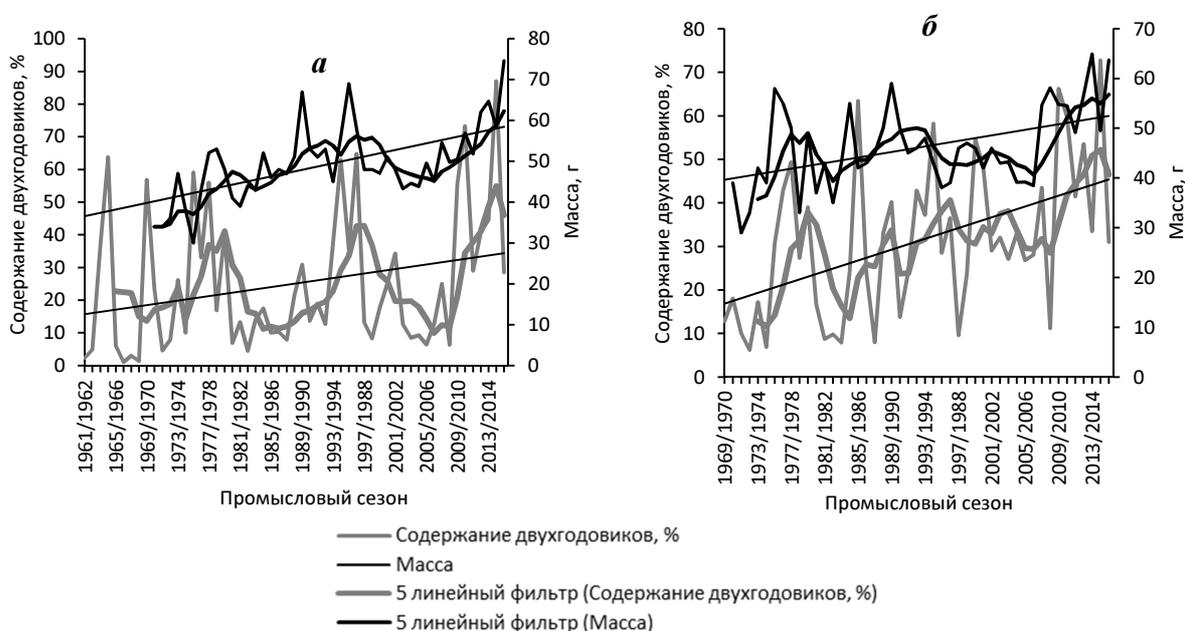


Рис. 8. Средняя масса наваги в возрасте два года и присутствие двухгодовалых рыб (%) в промысловой части популяции Двинского (а) и Онежского (б) заливов, %
Fig. 8. The average mass of navaga at the age of two years and its presence (%) in the fishing part of the population of the Dvina (a) and Onega (b) Bays, %

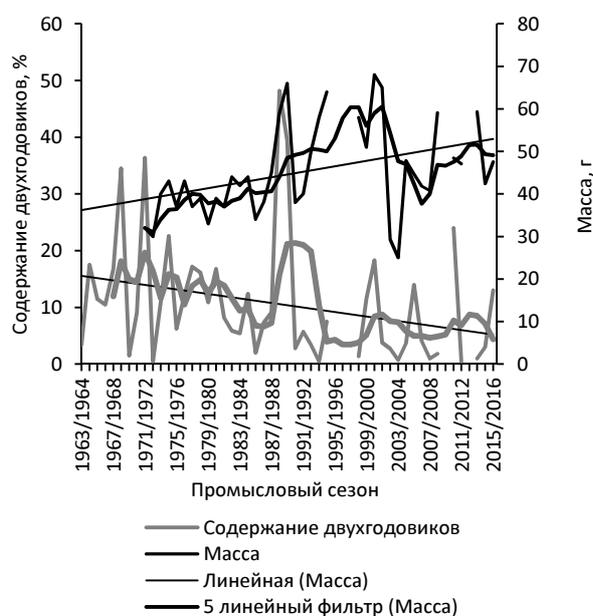


Рис. 9. Средняя масса наваги Мезенского залива и Воронки в возрасте два года и присутствие двухгодовалых рыб (%) в промысловой части популяции
Fig. 9. The average mass of navaga of the Mezen Bay and Voronka at the age of two years and its presence (%) in the fishing part of the population

Заключение

В Белом море обитают три крупные популяции наваги: Онежского и Двинского заливов, Мезенского залива и Воронки. Размерно-возрастные параметры популяций определяются экологическими условиями водоемов, а также воздействием промысла. Онежский и Двинский заливы расположены южнее, прогрев моря здесь начинается раньше и достигает больших значений. По среднемноголетним данным навага Онежского и Двинского заливов растет быстрее в младших возрастных группах и в массе созревает в возрасте два (1+) года, достигая предельного возраста 8–9 лет. В Мезенском заливе и Воронке навага растет медленнее в младших возрастах и быстрее в старших. В массе рыбы в этом районе созревают в возрасте три (2+) года, достигая 11-летнего возраста.

Ежегодные колебания размеров наваги Белого моря определяются прогревом вод в период откорма и численностью популяции. Наибольшее значение для увеличения темпа роста наваги имеют сроки начала прогрева вод в весенний период, что прямо сказывается на продолжительности откорма. При увеличении численности популяции темп роста снижается, соответственно, уменьшаются размерно-весовые показатели особей.

На протяжении 45 лет (1971–2016 гг.) в популяциях наваги Онежского, Двинского заливов наблюдалась тенденция к увеличению средней длины и массы особей во всех возрастных группах. Основным фактором увеличения размерных показателей вида являлся рост апрельской температуры воды на 1 °С, приведший к удлинению сезона нагула на 20 дней. Средние длина и масса наваги выросли на 10–20 % при наибольших размерных показателях у двухгодовалых рыб Онежского и Двинского заливов. Это привело к ускорению созревания наваги и смещению модальной возрастной группы в промысловой части популяции с 3 (2+) до 2 лет (1+).

В Мезенском заливе и Воронке тренд на увеличение среднегодовых показателей длины и массы сохранила только двухгодовалая навага. Темп роста рыб старших возрастных групп вследствие почти полного прекращения промысла и по этой причине увеличения их численности снизился. Следствием явился тот факт, что присутствие старшевозрастных особей в промысловой части популяции наваги Мезенского залива и Воронки Белого моря резко выросло; так, доля шестигодовиков по среднемноголетним данным выросла с 3 до 13 % (в отдельные годы до 50 %), семигодовиков – с 1 до 8 % (в отдельные годы до 32 %). В Онежском и Двинском заливах периодические колебания численности наваги также оказывали заметное влияние на ее рост, о чем свидетельствует обратная зависимость между долей в популяциях модальной возрастной группы (трехгодовики) и массой тела рыб.

Выявленные закономерности в изменении популяционных параметров наваги Белого моря следует учитывать при подготовке прогнозных данных о состоянии ее запасов.

Библиографический список

1. Стасенков В. А., Студенов И. И., Новоселов А. П. [и др.]. Поморские рыбные промыслы / Архангельск : Правда Севера, 2011. 264 с.
2. Стасенков В. А. О промысле наваги *Eleginus nawaga* (Koelreuter, 1770) // Вестник рыбохозяйственной науки. 2016. Т. 2, вып. 2(10). С. 18–26.
3. Стасенков В. А. Навага // Биологические ресурсы Белого моря: изучение и использование = Biological resources of the White Sea: investigation and exploitation: [коллектив. моногр.]; СПб. : Зоологический ин-т, 2012. С. 164–173. (Исследования фауны морей: каталог фондовой коллекции Зоологического ин-та РАН; Т. 69 (77)).
4. Стасенков В. А., Пастухов С. В. О динамике численности наваги Онежского и Двинского заливов Белого моря // Проблемы изучения, рационального использования и охраны природных ресурсов Белого моря : сб. материалов XII Междунар. конф. с элементами школы для молодых ученых и аспирантов. Петрозаводск, 2013. С. 278–281.
5. Стасенков В. А. О влиянии некоторых факторов на урожайность поколений наваги *Eleginus nawaga* (Pallas) Белого моря // Вопросы ихтиологии. 1978. Т. 32, вып. 3. С. 36–42.
6. Дементьева Т. Ф. Биологическое обоснование промысловых прогнозов. М. : Пищевая промышленность, 1976. 238 с.
7. Русанова М. Н. Питание наваги в губах Карельского побережья Белого моря // Проблемы использования промысловых ресурсов Белого моря и внутренних водоемов Карелии. 1963. Вып. 1. С. 119–126.
8. Николаев А. П. Навага Онежского залива Белого моря // Материалы по комплексному изучению Белого моря. 1957. Т. 1. С. 140–154.
9. Пономаренко В. П. Особенности роста трески в различные периоды жизненного цикла // Материалы рыбохозяйственных исследований Северного бассейна. 1971. Вып. XVII. С. 181–187.

References

1. Stasenkov V. A., Studenov I. I., Novoselov A. P. [i dr.]. Pomorskie rybnye promysly [Pomor fisheries] / Arhangelsk : Pravda Severa, 2011. 264 p.
2. Stasenkov V. A. O promysle navagi *Eleginus nawaga* (Koelreuter, 1770) [On fishery of *Eleginus nawaga* (Koelreuter, 1770)] // Vestnik rybohozyaystvennoy nauki. 2016. V. 2, vyp. 2(10). P. 18–26.
3. Stasenkov V. A. Navaga [Navaga] // Biologicheskie resursy Belogo morya: izuchenie i ispolzovanie = Biological resources of the White Sea: investigation and exploitation: [kollektiv. monogr.]; SPb. : Zoologicheskii in-t, 2012. P. 164–173. (Issledovaniya fauny morey: katalog fondovoy kolleksii Zoologicheskogo in-ta RAN; V. 69 (77)).
4. Stasenkov V. A., Pastuhov S. V. O dinamike chislennosti navagi Onezhskogo i Dvinskogo zalivov Belogo morya [On dynamics of the number of navaga of the Onega and Dvina Bays of the White Sea] // Problemy izucheniya, ratsionalnogo ispolzovaniya i ohrany prirodnykh resursov Belogo morya : sb. materialov XII Mezhdunar. konf. s elementami shkoly dlya molodykh uchenykh i aspirantov. Petrozavodsk, 2013. P. 278–281.
5. Stasenkov V. A. O vliyaniy nekotorykh faktorov na urozhaynost pokoleniy navagi *Eleginus nawaga* (Pallas) Belogo morya [On influence of some factors on the productivity of generations of navaga *Eleginus nawaga* (Pallas) of the White Sea] // Voprosy ihtiologii. 1978. V. 32, vyp. 3. P. 36–42.
6. Dementeva T. F. Biologicheskoe obosnovanie promyslovykh prognozov [Biological basis of fishery forecasts]. M. : Pischevaya promyshlennost, 1976. 238 p.
7. Rusanova M. N. Pitaniye navagi v gubah Karelskogo poberezhya Belogo morya [Nutrition of navaga in the bays of the Karelian coast of the White Sea] // Problemy ispolzovaniya promyslovykh resursov Belogo morya i vnutrennih vodoemov Karelii. 1963. Vyp. 1. P. 119–126.
8. Nikolaev A. P. Navaga Onezhskogo zaliva Belogo morya [Navaga of the Onega Bay of the White Sea] // Materialy po kompleksnomu izucheniyu Belogo morya. 1957. V. 1. P. 140–154.
9. Ponomarenko V. P. Osobennosti rosta treski v razlichnye periody zhiznennogo tsikla [Specific features of cod growth during different life cycle periods] // Materialy rybohozyaystvennykh issledovaniy Severnogo basseyna. 1971. Vyp. XVII. P. 181–187.

Сведения об авторе

Стасенков Владимир Александрович – ул. Урицкого, 17, г. Архангельск, Россия, 163002; Северный филиал Полярного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н. М. Книповича (ПИНРО), канд. биол. наук, ст. науч. сотрудник; e-mail: stasenkov@pinro.ru

Stasenkov V. A. – 17, Uritskogo Str., Arkhangelsk, Russia, 163002; The Northern Branch of Knipovich Polar Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography (PINRO), Cand. of Biol. Sci., Senior Scientist; e-mail: stasenkov@pinro.ru

V. A. Stasenkov

**Long-term dynamics of biological indicators of navaga
Eleginus nawaga (Walbaum, 1792) of the White Sea
in relation to changes of the reservoir temperature regime**

Systematic studies of navaga of the White Sea were initiated in the late 1960-ies. Data sets on dimensional indicators, age composition of populations of navaga of the Onega, Dvina, Mezen Bays and Voronka of the White Sea have been accumulated during 45 years of observations. The aim of this work is to identify the causes of the interannual and long-term changes of biological population parameters of navaga. As investigated interannual changes reflecting fish growth, the length and mass of 2 and 3 years old specimens have been chosen. It has been proved that interannual fluctuations in length and weight may depend on the length of the feeding season, as well as the number of populations. Climate warming has resulted that over the past 45 years since the beginning of observations the water temperature in the White Sea in April on average has increased by one degree, and some years – even more. Due to lengthening of the feeding period the seasonal growth of navaga has increased, respectively the annual rates of its length and weight have increased as well. The increase in the growth rate of navaga in the Onega and Dvina Bays has led to its mass mature and joining the fishing (commercial) herd at the age of two years. In the Mezen Bay and Voronka the trend on the increase in annual average length and weight navaga of only younger age groups has kept. Growth rate of large size navaga has decreased due to the almost complete cessation of fishing and the increase of older fish number. The revealed regularities in the change of the navaga population parameters of the White Sea should be used for preparing the forecast data on the state of its reserves.

Key words: White Sea, length and weight of navaga, global warming, increase in rate of growth, acceleration of maturation.