

В.В. Дроздов, Н.П. Смирнов, А.В. Косенко

**МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА УЛОВОВ ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБ
БЕЛОГО МОРЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КЛИМАТИЧЕСКИХ
КОЛЕБАНИЙ И СОСТОЯНИЯ РЫБОПРОМЫСЛОВОЙ
ОТРАСЛИ**

V.V. Drozdov, N.P. Smirnov, A.V. Kosenko

**LONG-TERM VARIABILITY OF STOCKS OF THE FOOD FISHES
IN THE WHITE SEA UNDER THE INFLUENCE ON CLIMATIC
CHANGES AND FISHERY BRANCH ACTIVITY**

Произведено рассмотрение истории и современного состояния рыбопромысловой отрасли и динамики уловов важнейших промысловых рыб в Белом море. Выполнен анализ влияния показателей изменчивости климата и гидрометеорологического режима Беломорского региона – интенсивности атмосферной циркуляции над Северной Атлантикой и Арктикой, температуры воды, морских ледовых условий, а также речного стока на уловы беломорской наваги, сельди, трески, мойвы и корюшки.

Ключевые слова: Белое море, динамика климата, циркуляция атмосферы, промысловые рыбы, динамика уловов.

Consideration of a history and a current state of fishery branch and stocks of the major food fishes in the White sea is made. The analysis of long-term dynamics of indicators of a climatic changes and hydrometeorological mode of Belomorsky region – atmospheres circulation circulation over Northern Atlantic and Arctic, water temperature, sea ice conditions, and also a river drain is made. The estimation of degree and character of influence of hydrometeorological processes and factors on catches navags, cods, a herring, the capelin and a smelled is made.

Key words: White Sea, climatic changes, atmospheres circulation, fishery, dimamics of catches.

Введение

Белое море в настоящее время привлекает все большее внимание как ученых-исследователей, так и специалистов-практиков, осуществляющих на его берегах и акваториях различную промышленную деятельность, связанную с использованием ресурсов моря, в том числе биологических. Это связано с началом в последние годы по сути нового этапа освоения беломорского региона, в процессе развития некоторых отраслей хозяйства – транспортировка природного газа со Штокманского месторождения Баренцева моря в Западную Ев-

ропу, добыча золота, рыбы, алмазов, выращивание марикультур, и, следовательно, возможно существенное изменение всей инфраструктуры, развитие новых производств. Необходимо также отметить большой интерес к этому региону Швеции, Норвегии и Финляндии, вместе с российскими регионами образовавшими Евро-Баренц Регион, центром которого становится Белое море.

Беломорье в историческом плане – уникальный регион России, в котором на протяжении веков удачно сочетались различные направления хозяйствования, опиравшиеся на использование разнообразных природных ресурсов (в том числе запасов рыбы и морских млекопитающих, пушного зверя, древесины и других природных ресурсов, сельскохозяйственное производство и животноводство), торговлю ими внутри региона, вывоз в другие районы страны и за рубеж [1, 2, 10, 16]. Однако за последние 15–20 лет произошел значительный спад в эффективности работы рыбной отрасли, связанный очевидно не только с природными биопродукционными процессами в Белом море, но и с изменившимися социально-экономическими условиями [22, 25].

Целью работы является рассмотрение особенностей функционирования рыбопромысловой отрасли Беломорского региона и динамики уловов важнейших промысловых рыб в Белом море, а также установление степени и характера влияния на уловы изменчивости показателей крупномасштабной атмосферной циркуляции над Северной Атлантикой и Арктикой.

Источники данных

В работе использованы данные, полученные из достоверных источников: монографий, изданных крупными научными учреждениями РФ, статей в ведущих научных изданиях, баз открытого доступа климатических данных NASA [28], базы промысловой статистики FAO [29]. Данные о многолетней изменчивости показателей циркуляции атмосферы получены из монографий Н.П. Смирнова с соавторами [21]. Данные о динамике температуры воды и воздуха взяты из монографии Филатова Н.Н., Тержевика А.Ю. [21], а также с сайта Национального центра океанологических данных NODC [26], из базы данных проекта ЕСИМО, находящейся в открытом доступе [27]. Сведения о многолетней динамике важнейших промысловых рыб Белого моря получены также из коллективной монографии ЗИН РАН [4], а также из монографии [22] изданной в СевПИПРО в 2011 г.

Особенности функционирования рыбопромысловой отрасли Беломорского региона

Промышленное рыболовство в регионе Белого моря начало формироваться в XVI–XVII вв., являясь одной из основ для развития экономики региона Поморья. К концу XVII – началу XVIII в. по объемам добычи рыбы и развитию соответствующей инфраструктуры Беломорье занимало ведущие позиции относительно рыбных промыслов на Балтике и Каспийском море. Причем в сам промысел рыбы и морского зверя, в переработку сырья, пошив снастей, строитель-

ство специальных рыболовецких судов различных типов, таких как ледостойкий коч, кочмар, шняк, ладья и др. были вовлечены до 80 % жителей региона. По мере устойчивого роста численности поморского населения, развития товарно-денежных отношений, возникла необходимость в увеличении объемов добычи морепродуктов, которые смогли бы не только надежно обеспечить собственное пропитание на большую часть года, но и иметь высокую товарную экспортную ценность применительно к другим регионам России и за границей. В состав промысловых районов вошли многие участки Мурманского побережья, получил развитие моржовый промысел около Шпицбергена и Новой Земли. Однако после того как в первой четверти XVIII в., в связи с основанием и развитием Санкт-Петербурга, порт Архангельск начал утрачивать статус основного международного торгового центра, возникла тенденция к упадку отечественного судостроения и торгового мореплавания в Беломорском и Баренцево-морском регионах. В связи с этим возросла роль внутренних беломорских промыслов. Начал возрастать вылов сельди у Кандалакшского, Карельского, Поморского, Онежского берегов, а также в устье Сев. Двины. Очевидно, что на специфику развития рыбопромысловой отрасли Беломорья оказывали и оказывают влияние не только сугубо экономические, но и природные климатические процессы. Как известно, на протяжении XVII в. во всей Европе отмечалось значительное похолодание, которое в начале XVIII в. сменилось тенденцией к потеплению. По-видимому, резкое увеличение вылова сельди в Белом море в этот период было связано с начавшимся ростом температуры воздуха и воды в Северной Атлантике, в Норвежском, Баренцевом и Белом морях, что определило повышение интенсивности захода в Белое море молоди атлантической сельди. В конце XIX в. сформировалась инфраструктура для массового вылова наваги, преимущественно в зимний период. Этому способствовало развитие транспортной сети железных дорог, что позволило доставлять в короткие сроки значительные объемы рыбы потребителям в центральные районы страны. Открытие в 1898 г. Северной железной дороги позволило также начать производить достаточно точный статистический учет поставок рыбы, отражающий величины ее уловов [22].

Для ведения промысла беломорским населением создавались различные общины, в том числе семейные и соседские рабочие артели. С началом Первой мировой войны наступил сильнейший упадок промысла, большинство рыбопромысловых общин распалось. После Октябрьской революции 1917 г. были организованы кооперативы, которые вскоре превратились в рыбопромысловые колхозы. Существовала также система государственных артелей, которая вскоре была преобразована в Архангельский и Мурманский траловые флота. В результате этих преобразований в конце 1920 – начале 1930-х гг. рыбный промысел на Белом море как отрасль производства начал восстанавливаться. Происходило дальнейшее укрупнение промысловых хозяйств, появилась возможность приобретать суда, орудия лова и сетематериалы, централизованно осуществлять закуп-

ку и вывоз продукции. Государство также стало оказывать поддержку прибрежным промыслам, дотирую их продукцию. В результате в 1930-е годы и до начала Второй мировой войны наблюдался значительный рост производительности труда на рыбных и зверобойных промыслах [16]. Морская рыба первоначально перерабатывалась на производствах в деревнях Чапома, Чаваньга, Усть-Варзуга, Варзуга. Фактории были в каждой деревне, принадлежали Умбскому рыбзаводу, созданному в начале 1930-х годов, куда до последнего времени она поступала. Рыболовецкие тони располагались практически по всему побережью, за исключением участков, где берега слишком обрывисты, через каждые 2–3 км. Сельдь вылавливалась с мая по середину июля, навага – с ноября по середину января, семга – в основном с августа по октябрь. Зимой практиковался подледный лов. Добыча рыбы поддерживалась на достаточно высоком уровне, который колебался, по-видимому, преимущественно в связи с изменениями урожайности промысловых популяций. В целом за период с 1929 по 1934 г. на побережье Белого моря было образовано 36 рыболовецких колхозов [22]. После Второй мировой войны, в период первых пятилеток, продолжилось создание крупных баз рыбопромыслового тралового флота и перерабатывающих предприятий, наметилась тенденция к преимущественному промыслу в отдаленных от берега районах с выходом в Баренцево море и в моря Северо-Европейского бассейна [4, 22].

Экономические реформы начала 1990-х гг. привели к снижению роли крупных рыбодобывающих предприятий, финансовое положение которых резко ухудшилось. На месте крупных государственных структур появились мелкие частные рыбодобывающие компании, которые не были способны восстановить объемы промысла в прежних масштабах [4, 15]. Прежде одно из крупнейших рыбодобывающих предприятий колхоз «Беломорский рыбак», разделилось в 1990-х гг. на несколько мелких предприятий. В целом, для населения Беломорья возникли значительные производственные и социальные проблемы, связанные с невозможностью осуществлять традиционное занятие – вылов рыбы. К концу XX в. по сравнению с его началом численность населения Беломорского региона, занятого в рыбном промысле сократилась почти на порядок [22]. Достаточно эффективная система централизованной закупки рыбной продукции и ее транспортировки практически перестала работать. Статистический учет объемов выловленной рыбы и ее сбыта стали весьма затруднительными. Резко снизилась производительность труда, сократились в несколько раз объемы добываемой рыбы, во многом исходя из социально-экономических причин [16].

В 2006 г. общий промышленный вылов по основным промысловым видам рыб в Белом море составил 960,1 т, или 70,1 % от выделенных квот. По видам вылов составил: 546 т сельди беломорской, что составляет 43,6 % от выделенной квоты; 40,2 т семги и 5,2 т горбуши – соответственно, 91,6 и 65,2 % от выделенной квоты. По состоянию на 2010 г. морской промысел на побережье Белого моря осуществляло более 40 компаний и индивидуальных предпринимате-

лей, суммарный улов которых составил около 800 т. Для сравнения можно сказать, что суммарные уловы одной только сельди в 1950-х гг. составляли 4–4,5 тыс. т, а общие уловы наваги в начале 1980-х гг. достигали 2,5 тыс. т [4, 22]. Основной причиной общего неэффективного освоения выделенных квот беломорскими предприятиями по-прежнему считается низкая рентабельность добычи традиционного объекта беломорского промысла – сельди беломорской наряду с высокой платой за освоение данного вида биоресурса, а также подход беломорской сельди к берегу до начала разрешенного периода вылова [16, 22].

Ситуация с рациональным освоением биологических ресурсов Белого моря вынуждает Росрыболовство периодически вводить сезонный запрет на вылов различных промысловых рыб Белого моря для оптимизации величин их запасов и контролирования промысла. Так, в октябре 2010 г. вышел приказ Росрыболовства № 762 «Об установлении ограничений рыболовства трески в Белом море в 2010 году», согласно которому устанавливается запрет рыболовства трески в Белом море по 31 декабря 2010 г.

Таким образом, эффективность функционирования рыбопромысловой отрасли Беломорского региона, наравне с другими бассейнами, подвержена весьма резким изменениям, происходящим в зависимости от социально-экономических процессов. Однако особая суровость природных условий, относительная отдаленность крупных центров потребления рыбной продукции, выраженный демографический и экономический кризисы обуславливают особую сложность восстановления и развития рентабельного промысла в Белом море и его бассейне.

Характеристика промысловой ихтиофауны и многолетней динамики уловов рыб

Всего в состав ихтиофауны Белого моря входит около 60 видов рыб, из них только примерно 10 видов имеют в настоящее время существенное промысловое значение.

Основными объектами промысла являются пелагические рыбы, такие как беломорская сельдь (*Clupea pallasii maris-albi* Berg), беломорская корюшка (*Osmeterus eperlanus eperlanus n. dvinensis*), а также донные рыбы, такие как треска (*Gadus morhua maris-albi*), навага из семейства тресковые (*Eleginus navaga* Pallas), уловы которой составляют не менее половины общего вылова рыб в море, пинагор (*Cyclopterus lumpus* L.) их отряда скорпенообразных, полярная камбала (*Liopsetta glacialis* Pallas) и речная камбала (*Pleuronectes flesus* L.). Тресковые и сельдь принадлежат к числу важнейших промысловых пород в водах Северной Атлантики в целом. В Белом море сформировались свои обособленные самовоспроизводящиеся популяции этих рыб, которые обладают рядом экологических адаптаций к местным условиям [8,19,25]. Из представителей семейства лососевые промысловое значение имеют только атлантический лосось (семга) – *Salmo salar* L. и дальневосточная горбуша, вполне успешно акклиматизированная в беломорском регионе [22].

На рис. 1 представлена многолетняя динамика уловов основных промысловых видов рыб Белого моря, таких как сельдь, навага, треска, корюшка, пинагор и мойва по данным [22]. Как видно из представленных данных на рис. 1, а, общие уловы наиболее массовых промысловых рыб – сельди и наваги, вылавливаемых в Онежском, Двинском и Мезенском заливах демонстрируют значительную межгодовую и многолетнюю изменчивость. Максимальные уловы сельди, превышающие 8 тыс. т в год, были отмечены в период середины и конца 1920-х гг., когда наблюдалось выраженное потепление в арктическом регионе [18, 23]. В дальнейшем, произошел резкий спад в объемах добычи сельди до 2 тыс. т в год, однако в период с начала 1950-х по начало 1960-х гг. уловы сельди находились на достаточно высоком уровне в среднем составляющем около 4 тыс. т в год. Наименьшие величины уловов сельди в Белом море, не превышающие 0,5 тыс. т в год, были отмечены в середине 1960-х и начале 1970-х гг., что соответствует наиболее выраженному за последнее столетие периоду ослабления атмосферной циркуляции над Северной Атлантикой, приведшему к похолоданию во всем регионе северной Европы и падением уловов также и в Балтийском море [12, 13, 20, 21]. Затем, к началу 1990-х годов, на фоне резкого роста интенсивности атмосферной циркуляции над Северной Атлантикой, уловы сельди возросли до уровня 2,5 тыс. т в год, однако более существенное их увеличение не произошло, видимо по причине тяжелого экономического кризиса и нехватке производительных сил в рыбопромысловой отрасли. К сожалению, вплоть до 2010 г., уловы беломорской сельди продолжают оставаться на весьма низком уровне испытывая межгодовые колебания от 0,3 до 0,7 тыс. т. Уловы беломорской наваги, практически на всем протяжении анализируемого ряда демонстрируют противофазный ход в своей изменчивости относительно величин уловов сельди. Это может объясняться различной реакцией данных видов на климатические изменения. Беломорская сельдь успешно нерестится при более высокой температуре воды, чем холодолюбивая навага арктического происхождения [8, 11, 22]. Кроме того, в периоды потеплений в Белое море заходит в большем количестве крупная атлантическая сельдь, что приводит к заметному росту уловов. Максимальные уловы, достигающие 2,5 тыс. т наваги отмечались в начале 1980-х гг., весьма значительные объемы ее добычи были зарегистрированы также в 1928, 1960, 1968 и в 1974 гг.

Общие уловы трески и корюшки в Белом море, как видно из рис. 1, б, также демонстрируют выраженные колебания с преобладанием межгодовой составляющей. Данные промысловые виды, исходя из статистических данных их уловов, занимают примерно равнозначные позиции, находясь на третьем месте после вылова сельди и наваги. Максимальные уловы беломорской трески наблюдались в 1957 г. и составляли около 320 т. Затем произошло резкое снижение уловов до 20–50 т в начале 1960-хх гг. Однако в начале 1970-х гг. уловы трески снова возросли и колебались от 60 до 150 т в год. На данном уровне уловы держались вплоть до конца 1970-х гг., после чего треска как промысловая

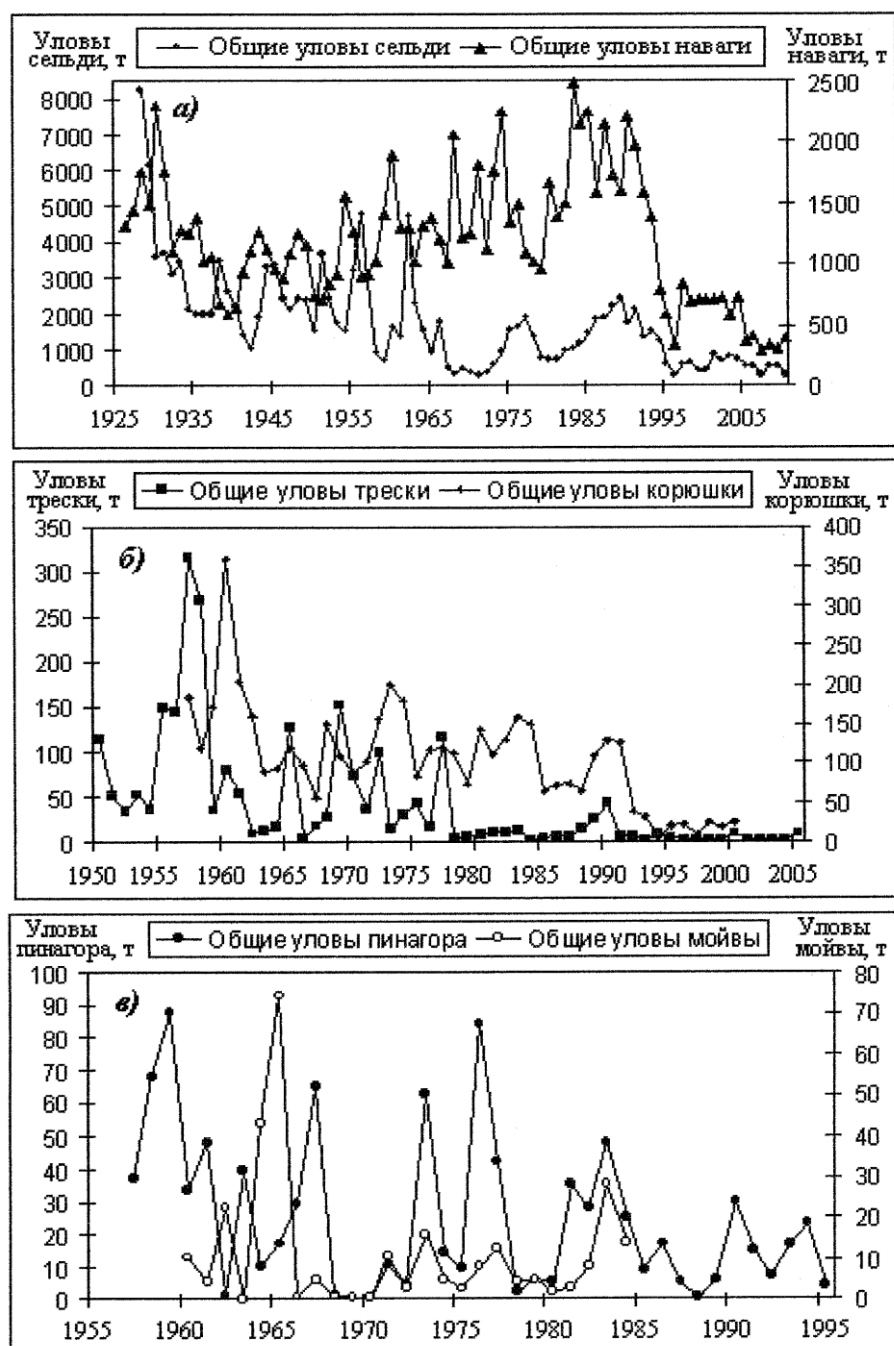


Рис. 1. – Многолетняя динамика уловов промысловых видов рыб Белого моря.
 а – уловы сельди и наваги; б – трески и корюшки; в – пинагора и мойвы

рыба практически потеряла в Белом море свое значение, в связи с тем, что ее годовые уловы не превышали 10–20 т. Исключением являлся период 1989–1990-х, когда уловы трески возросли до 40–50 т, что, по-видимому, явилось следствием потепления в регионе Белое море и захода атлантической трески. В целом же, беломорская треска и корюшка, занимавшие ранее существенные позиции в качестве объектов промысла, после 1995 г. их утратили, что связано прежде всего со снижением активности работы рыбопромысловой отрасли.

Многолетняя динамика уловов беломорской мойвы и пинагора, представленная на рис. 1, в демонстрирует выраженную межгодовую изменчивость. Уловы холодолюбивой мойвы, также как и наваги, достигали значительных величин в середине 1960-х гг., с максимумом в 1965 г., составившим 75 т, на фоне пониженной интенсивности атмосферной циркуляции над Северной Атлантикой. В дальнейшем уловы мойвы находились на весьма низком уровне, не превышающем 20 т в год, за исключением 1983 г. когда они достигли 30 т. Уловы пинагора, как относительно крупной донной малоподвижной рыбы, имели максимумы за анализируемый период в 1959 и 1977 гг., соответствующие 88 и 85 т в год. Достаточно значительные уловы пинагора, оцениваемые примерно в 65 т, наблюдались также в 1967 и 1974 гг. Начиная с середины 1980-х гг., уловы пинагора снизились и вплоть до середины 1990-х находились на устойчиво низком уровне, не превышающем 25 т в год. Для динамики уловов данного вида в наибольшей степени характерна высокая амплитуда межгодовых колебаний, кратковременные периоды высоких уловов часто сменяются периодами крайне низкого объема добычи. Это может объясняться как особенностями воспроизводства самого вида, в частности длительностью периода полового созревания, так и техническими трудностями ведения промысла в придонных горизонтах моря, и наконец, сменой ориентации интересов рыбаков в пользу других более массовых и доступных к освоению объектов промысла.

В целом, рыбопромысловая отрасль Беломорского региона в настоящее время, не смотря на затянувшийся кризис, имеет существенное значение для экономики прибрежных районов Архангельской области и республики Карелия. Очевидно, что имеется значительный потенциал для развития промышленной рыбной ловли на Белом море. Однако, воспроизводство и уловы пелагических и донных рыб подвержены значительной временной изменчивости. В связи с этим, встаёт вопрос о причинах подобных колебаний, о степени и характере влияния природных процессов и антропогенного воздействия на урожайность и уловы промысловых рыб. Следует заметить, что анализ причин динамики уловов промысловых рыб Белого моря, относительно других внутренних морей Европы, представляется более затруднительным, прежде всего по причине некоторого недостатка продолжительных рядов статистически достоверных данных об уловах, и в особенности об урожайности молодых поколений и степени выживаемости икры рыб на нерестилищах. Социально-экономический кризис в регионе коснулся не только рыбодобывающих хозяйств и их инфраструктуры,

но и негативно повлиял на проведение ряда рыбохозяйственных научных исследований. Тем не менее, в настоящее время на фоне усиления внимания государства к освоению различных ресурсов Арктического региона, появились положительные тенденции в развитии как научных, так и прикладных исследований направленных на восстановление рыбопромысловой отрасли, которая традиционно на протяжении нескольких столетий занимала одну из ведущих позиций в экономике Беломорья [10, 11, 15].

Влияние климатических изменений на параметры морской среды и динамику уловов рыб

Степень и характер влияния многолетней изменчивости параметров крупномасштабной атмосферной циркуляции над Северной Атлантикой и Арктикой на океанологический и гидрологический режимы Белого моря и его бассейна, проанализированные ранее различными исследователями [3, 7, 8, 17, 18, 19, 20, 25], и в том числе авторами [13, 14], очевидно, могут рассматриваться в качестве основы для установления ведущих процессов и экологических факторов, оказывающих непосредственное воздействие на функционирование экосистемы Белого моря, его промысловую продуктивность, а также на морехозяйственную деятельность. Выраженная гидрологическая неоднородность водных масс моря [24], наличие многочисленных бухт и заливов со своими уникальными природными особенностями, достаточно выраженные региональные различия в климатических условиях, создают предпосылки для формирования множества экологических ниш и позволяют обитать в Белом море популяциям рыб как арктического, так и умеренного бореального происхождения, обладающими разными ответными реакциями на климатические изменения.

Климат Северной Атлантики и прилегающей к ней части Северного Ледовитого океана в значительной мере зависит от атмосферной циркуляции над Северной Атлантикой, которая представлена системами низкого и высокого давления. Центральная часть циклонической системы низкого давления обычно располагается к юго-западу от о. Исландия. Южнее Исландского минимума давления, в районе Азорских островов, находится центр антициклонической системы высокого давления, получивший название Азорского максимума давления. Данные системы называют центрами действия атмосферы, которые формируют также соответствующие вихревые структуры в океане [5, 21]. Благодаря им в умеренных широтах над Северной Атлантикой постоянно осуществляется перенос воздушных и поверхностных водных масс и тепловых потоков с запада на восток. В качестве степени интенсивности переносов воздушных, водных масс и тепла принимают разность атмосферного давления на станциях, расположенных около климатических центров действия. Эту разность давления, определяемую, как правило, в среднем за зимние месяцы, называют Северо-Атлантическим колебанием (North Atlantic Oscillation – NAO). Индекс атмосферной циркуляции NAO, широко используется в отечественной и мировой практике изучения колебаний климата и их причин. В работе [21] был разрабо-

тан обобщенный индекс Северо-Атлантического колебания (NAOоб.) представляющий собой первую главную компоненту разложения четырех наиболее распространенных индексов NAO на естественные ортогональные функции (ЕОФ). Данный индекс показал высокую эффективность при анализе взаимосвязей между климатическими и гидрологическими процессами в регионе Балтийского моря [12] и в Северной Атлантике в целом [5, 6, 21].

Для метеорологических исследований представляет также значительный интерес типизация атмосферных процессов предложенная Г.Я. Вангенгеймом для северной части Восточного полушария и в последующем усовершенствованная им совместно с А.А. Гирсом для западного полушария [9]. С учетом близости географического положения Беломорского региона к Арктике представляется адекватным оценить влияние на термические условия и уловы рыб Арктического антициклона. Данный центр действия атмосферы располагается обычно в восточном секторе Арктики, но его географические координаты и выраженность подвержены значительной временной изменчивости. Поэтому Арктический антициклон способен во многом определять погодноклиматические условия над обширными полярными и субполярными областями.

Ранее авторами было установлено [13], что на большинстве береговых гидрометеорологических станциях Белого моря, наблюдается значимая связь положительного характера температуры воды с NAOоб. при уровне обеспеченности 99 %. Наибольшие коэффициенты корреляции получены с минимальными или средними годовыми значениями температуры воды. Максимальная теснота связи средних годовых значений температуры воды с NAOоб. характера для ст. Канин Нос и Моржовец, расположенных в северной части Белого моря (r соответственно + 0,54 и + 0,56 при $P = 99$ %). Спектральный анализ температура воздуха на ст. Канин Нос показал наличие наиболее значимых периодов колебаний равных 3, 7,4 и 36 лет. Стоит заметить, что наиболее значимый период в спектре колебаний NAOоб. близок к 7,8 годам [21], что подтверждает достаточно тесную зависимость температурного режима Беломорского региона от процессов, происходящих в Северной части Атлантического океана.

Изменчивость площадей максимального морского ледового покрова является важным индикатором климатических колебаний, а также в случае дрейфующих льдов, отражает интенсивность и направленность водных и воздушных потоков. Сравнение динамики Северо-Атлантического колебания с максимальными площадями льдов Белого моря, большинство из которых являются дрейфующими, показало достаточно выраженный обратный характер зависимости между процессами, $r = -0,48$ при $P = 99$ %. Заметно, что аномальное снижение площадей ледового покрова в 1989 г., произошло на фоне самого резкого за последние 100 лет возрастания Северо-Атлантического колебания и переноса теплых воздушных масс на северо-восток Европы. Возрастание атмосферного давления в центре Арктического антициклона приводит к снижению интенсивности Северо-Атлантического течения, снижению скорости потока воды и тепла

через Баренцево-морский разрез ($r = -0,46$ при $P = 99\%$). Таким образом, крупномасштабные процессы динамики атмосферы, океана и льдов через цепь причинно-следственных связей определяют весьма различные региональные особенности динамики термического режима Белого моря, что очевидно, должно оказывать соответствующее воздействие на воспроизводство, урожайность и уловы промысловых рыб.

В табл. 1 представлены коэффициенты корреляции между величинами уловов важнейших промысловых рыб Белого моря и показателями атмосферной циркуляции над Северной Атлантикой, а также давлением в центре Арктического антициклона. Статистически значимые коэффициенты корреляции получены при наличии временного сдвига значений уловов относительно NAOоб., давления в центре Арктического антициклона, W- и E- форм циркуляции атмосферной циркуляции Вангенгейма-Гирса для наваги на 2 года, для трески и камбал на 4–5 лет, для сельди, мойвы и корюшки на 2–3 года, что объясняется формированием основных промысловых популяций рыб обладающим возрастом и размерами адекватными для их промысла с соответствующим запаздыванием относительно момента воспроизводства. На рис. 2 представлено сравнение многолетней динамики значений обобщенного индекса атмосферной циркуляции над Северной Атлантикой с уловами беломорской наваги в Онежском (а), Двинском (б) и Мезенском заливах (в). На рис. 3 показано сравнение многолетней динамики давления в центре Арктического антициклона с общими уловами беломорской сельди (а), трески (б) и корюшки (в).

Таблица 1

Коэффициенты корреляции между значениями величин уловов промысловых рыб Белого моря и показателями атмосферной циркуляции

Промысловый вид	Район промысла	Индикаторы атмосферной циркуляции			
		NAOоб., у.е.	Арктический антициклон, гПа	W-форма циркуляции, сут./год	E-форма циркуляции, сут./год
Сельдь	Общий улов по Белому морю	0,46**	-0,41*	0,44**	-0,32*
Треска	Общий улов по Белому морю	0,42**	-0,35*	0,42**	-0,31*
Навага	Онежский залив	0,41**	-0,41**	0,38*	-0,34*
	Двинский залив	0,43**	-0,44*	0,42**	-0,31
	Мезенский залив	-0,52*	-0,22	-0,46*	-0,27
Корюшка	Онежский залив	0,48**	-0,45**	0,48**	-0,33*
	Двинский залив	0,43**	-0,37*	0,42*	-0,28
	Мезенский залив	-0,46**	-0,18	-0,25	-0,21
Мойва	Онежский залив	0,35**	-0,25	0,41**	-0,26
	Двинский залив	0,38*	-0,32*	0,36*	-0,22
	Мезенский залив	-0,46**	-0,16	-0,44*	-0,15
Пинагор	Общий улов по Белому морю	0,48**	-0,43**	0,45**	-0,33*

Примечание. Коэффициенты корреляции, выделенные знаком «**» соответствуют 99 %-ному уровню обеспеченности, знаком «*» – 95 %-ному.

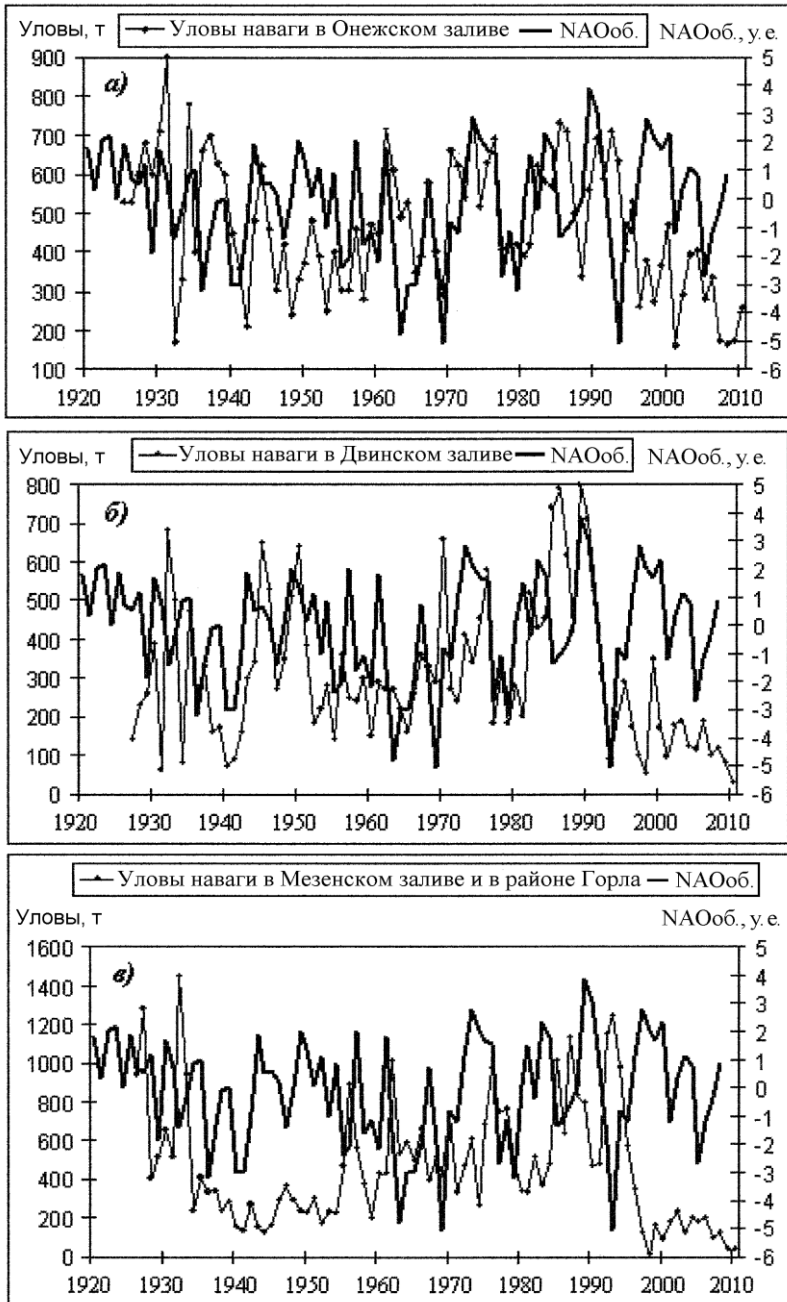


Рис. 2. Сравнение многолетней динамики значений обобщенного индекса атмосферной циркуляции над Северной Атлантикой с уловами беломорской наваги в Онежском (а), Двинском (б) и Мезенском заливах (в).

Временной сдвиг значений уловов относительно NAOОб. составляет 2 года

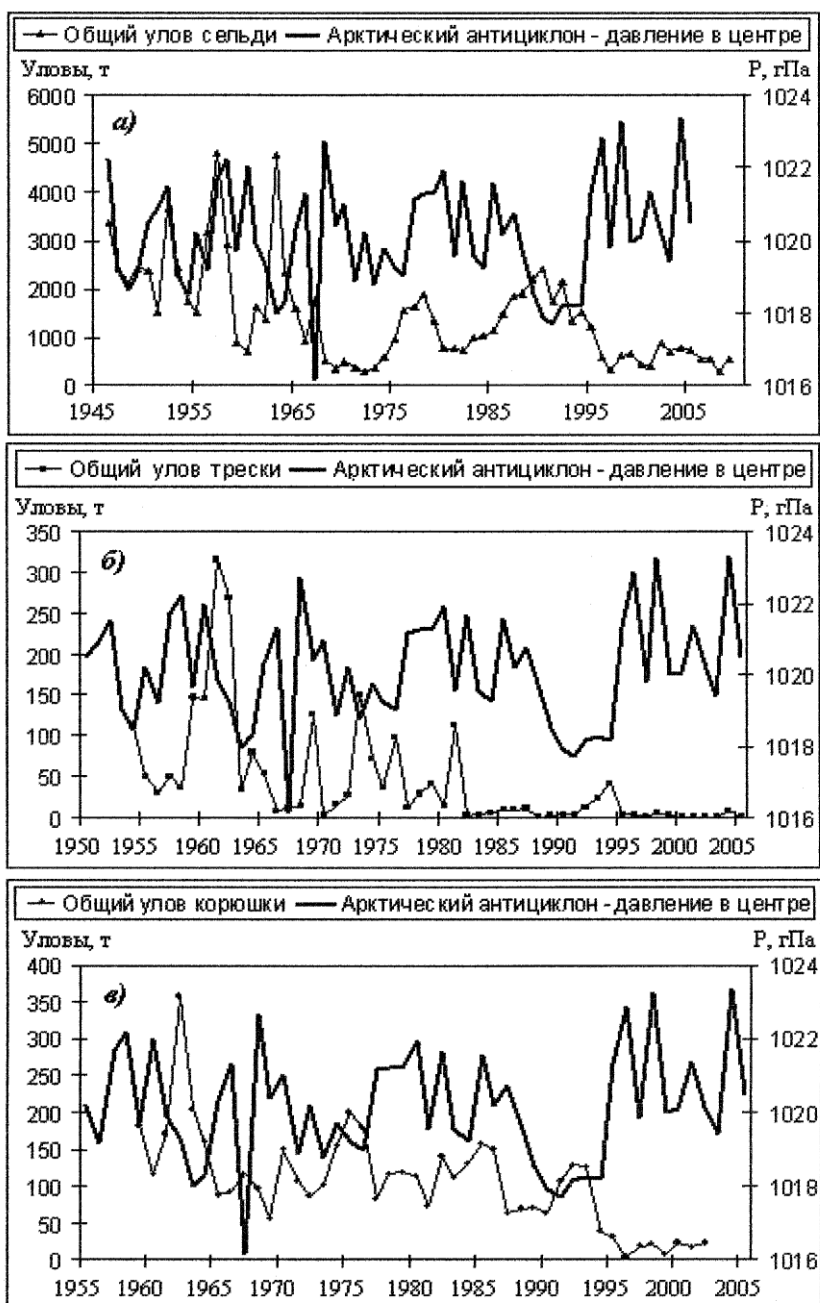


Рис. 3. Сравнение многолетней динамики значений давления в центре Арктического антициклона с общими уловами беломорской сельди (а), трески (б) и корюшки (в).

Временной сдвиг значений уловов относительно давления в антициклоне составляет: для трески – 5 лет, для сельди 2 года, для корюшки – 2 года

Как видно из табл. 1, величины уловов основных промысловых рыб Белого моря демонстрируют статистически достоверную связь с динамикой показателей атмосферной циркуляции, которые в свою очередь, оказывают определяющее влияние на температурный режим региона. При этом в зависимости от широтного расположения конкретной популяции меняется характер связи с используемыми предикторами.

Так, для величин уловов, формирующихся из представителей популяций наваги, корюшки и речной камбалы, расположенных в Онежском и Двинском заливах, связь с обобщенным индексом Северо-Атлантического колебания и *W*-формой атмосферной циркуляции Вангенгейма-Гирса имеет положительный характер. Однако для соответствующих популяций, расположенных в Мезенском заливе, располагающемся на 400–500 км к северу, статистическая связь меняет свой характер на обратный.

Объяснить данную особенность возможно следующим образом. Популяции рыб, располагающиеся в относительно теплых южных заливах Белого моря – Онежском и Двинском, адаптированы к жизни и воспроизводству при более высокой среднегодовой и сезонной температуре воды, которая в разгар нереста в прибрежной поверхностной зоне может достигать 6–8 °С. В более теплых условиях, очевидно, сокращается период развития икринок наваги и корюшки, верхний температурный порог развития личинок, относительно популяции обитающей в значительно более холодном Мезенском заливе, по-видимому, повышен на 2–3 °С. Самая низкая температура на поверхности Белого моря наблюдается в Воронке и Горле, при этом район близлежащего Мезенского залива также находится над непосредственным влиянием арктического воздуха и поверхностных холодных водных масс. По причине более суровых температурных условий в этом северо-восточном районе моря у местных популяций рыб выработались свои особенные адаптации к температурному режиму. Начало развития икринок наваги происходит здесь при температуре воды от – 1,5 до + 1 °С и длится значительно дольше чем в южных заливах – от 2,5 до 3 месяцев. Верхний температурный порог развития личинок понижен, и лежит в пределах от 5 до 6 °С. В случае роста температуры воды в период нереста до значений, превышающих указанный температурный порог, возможно наступление массовой гибели личинок. Таким образом, благоприятные условия для воспроизводства и дальнейшего пополнения нерестового и промыслового стада рыб обитающих в более теплых Онежском и Двинском заливах создаются при умеренном потеплении, что имеет место на фоне роста *NAO*, а в Мезенском заливе, в это же время условия для эффективного воспроизводства пелагических рыб становятся неблагоприятными, в силу пониженного температурного оптимума, сформировавшегося в качестве адаптации к более суровым северным условиям. Тем не менее, выраженное похолодание на севере Белого моря и в регионе в целом, способно привести к ухудшению условий для воспроизводства пелагических промысловых рыб, по причине значительного замедления темпов развития их

икры и личинок, а также снижению скорости оборота биогенных веществ в море с последующим уменьшением продукции кормового планктона.

Рост давления в центре Арктического антициклона, как хорошо заметно из рис. 3, сопровождающийся похолоданием в Арктическом регионе, негативно сказывается на уловах основных промысловых рыб Белого моря. Следует отметить, что весьма резкое падение величин уловов рыб во второй половине 1990-х гг. произошло на фоне экстремального увеличения давления в центре Арктического антициклона и снижения температуры воды и воздуха в Беломорском регионе [13].

Выводы

1. Интенсивность циркуляции атмосферы над Северной Атлантикой, индикатором которой является разработанный обобщенный индекс Северо-Атлантического колебания – NAOоб., оказывает значительное влияние на климатические параметры региона Белого моря, а также на величины уловов промысловых рыб. При этом периоды роста NAO, а также увеличения повторяемости W-формы циркуляции атмосферы Вангенгейма-Гирса сопровождаются потеплением в Беломорском регионе, что приводит в свою очередь, с запаздыванием от 2 до 4–5 лет к соответствующим увеличением уловов рыб бореального происхождения – прежде всего сельдевых. Для промысловых холодолюбивых рыб арктического происхождения, среди которых навага и мойва, потепление сказывается на воспроизводстве и уловах в целом неблагоприятно, особенно для популяций расположенных в наиболее северном Мезенском заливе.

2. Арктический антициклон, несмотря на свое относительно удаленное положение от Беломорского региона, оказывает достаточно заметное влияние на местные гидрометеорологические условия. Акцентация данного центра действия атмосферы приводит к похолоданию в регионе и снижению с соответствующим запаздыванием, уловов сельди, трески и корюшки. Самое выраженное за последнее столетие снижение объемов вылова данных видов рыб, которое наблюдалось в середине 1990-х гг. объясняется не только неблагоприятными социально-экономическими условиями для развития рыбопромысловой отрасли, но и во многом климатическими причинами, которые дополнительно усилили кризис. Именно в это время для Арктического антициклона была характерна высокая степень выраженности, что привело на фоне снижения значений NAO к значительному похолоданию.

3. Промысловые биологические ресурсы Белого моря, при организации дополнительных рыбохозяйственных исследований, в частности регулярного сезонного анализа качественных и количественных характеристик личинок и молоди промысловых рыб для оценки урожайности их поколений и последующего прогноза уловов, глубокой оценки влияния факторов среды на успех воспроизводства, способны обеспечить не только местные потребности населения, но и улучшить социально-экономические условия всего региона. Анализ истории

развития беломорского рыбного промысла дает основания быть в этом уверенным. Восстановление и совершенствование рентабельного рыбного промысла в Белом море и в его бассейне может рассматриваться в качестве одного из перспективных направлений развития экономики Северо-Запада России.

Статья подготовлена на основе результатов научных проектов авторов (Дроздов В.В., Косенко А.В. – научный руководитель проф. Смирнов Н.П.), которые являются победителями конкурса субсидий для молодых ученых, молодых кандидатов наук Правительства Санкт-Петербурга 2012 г.

Литература

1. Алексеев А.П., Бергер В.Я., Кулачкова В.Г. Актуальные научно-прикладные направления исследований Белого моря // Мат-лы VIII регион. науч.-практ. конф. «Проблемы изучения, рационального использования и охраны природных ресурсов Белого моря». – Беломорск, 2001, с. 5-6.
2. Ашимов А.Ф. Предисловие // Мат. VIII регион. науч.-практ. конф. «Проблемы изучения, рационального использования и охраны природных ресурсов Белого моря». – Беломорск, 2001, с. 3-4.
3. Бабков А.И. Гидрология Белого моря. – СПб.: ЗИН РАН, 1998. – 95 с.
4. Белое море. Биологические ресурсы и проблемы их рационального использования // Исследование фауны морей. Вып. 42. (50). – СПб.: Изд-во ЗИН РАН. – 1995. (в 2-х ч.).
5. Воробьев В.Н., Смирнов Н.П. Арктический антициклон и динамика климата Северной Полярной области – СПб.: РГГМУ, 2003. – 82 с.
6. Смирнов Н.П., Воробьев В.Н., Дроздов В.В. Циклический центр действия атмосферы и океана в Северной Атлантике // Уч. зап. РГГМУ, 2010, № 15, с. 117-134.
7. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Т. 2. Белое море. Вып. 1. Гидрометеорологические условия. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 240 с.
8. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Т. 2. Белое море. Вып. 2. Гидрохимические условия и океанологические основы формирования биопродуктивности. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 192 с.
9. Гирс А.А. Многолетние колебания атмосферной циркуляции и долгосрочные гидрометеорологические прогнозы. – Л., 1971. – 280 с.
10. Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды Республики Карелия в 2005 г. – Петрозаводск: Скандинавия, 2006.
11. Долотов Ю.С., Филатов Н.Н., Здорovenнов Р.Э. и др. О комплексных исследованиях эстуариев Карельского побережья Белого моря // Водные ресурсы Европейского Севера России: итоги и перспективы исследований. – Петрозаводск, 2006, с. 463-473.
12. Дроздов В.В., Смирнов Н.П. Колебания климата и донные рыбы Балтийского моря. – СПб.: РГГМУ, 2009. – 249 с.
13. Дроздов В.В. Крупномасштабная изменчивость атмосферной циркуляции и температурный режим Беломорского региона // Проблемы Арктики и Антарктики, 2011, № 1, с. 65 – 73.
14. Дроздов В.В., Смирнов Н.П. Влияние крупномасштабных параметров циркуляции атмосферы на уровеньный режим Белого моря // Проблемы Арктики и Антарктики, 2011, № 3, с.78-88.
15. Дружинин П.В. Развитие экономики приграничных регионов в переходный период. – Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2005.
16. Европейский Север России: прошлое, настоящее, будущее // Мат-лы междунар. науч. конф. – Архангельск, 1999. – 394 с.
17. Елисов В.В. Оценка водного, теплового и солевого балансов Белого моря // Метеорология и гидрология, 1997, № 9, с. 81-96.
18. Климат Карелии: Изменчивость и влияние на водные объекты и водосборы // Отв. ред. Н.Н. Филатов. – Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2004. – 224 с.

19. Комплексные исследования экосистемы Белого моря: Сб. научных трудов. – М.: ВНИРО, 1994. – 123 с.
20. *Смирнова А.И., Терзиев Ф.С., Арсенчук М.О., Яковлева Н.П.* Общие закономерности изменчивости гидрометеорологического режима Балтийского и Белого морей // *Метеорология и гидрология*, 2000, № 11, с. 62-72.
21. *Смирнов Н.П., Воробьев В.Н., Кочанов С.Ю.* Северо-Атлантическое колебание и климат – СПб.: РГГМУ, 1998. – 122 с.
22. *Стасенков В.А., И.И. Студенов, А.П. Новоселов* и др. Поморские рыбные промыслы. – Архангельск: Изд-во СевПИИРО, 2011. – 264 с.
23. Научные исследования в Арктике. Т. 2. Климатические изменения ледяного покрова морей Евразийского шельфа / Глав. ред. И.Е. Фролов / Отв. ред. В.П. Карклин. – СПб.: Наука, 2007. – 158 с.
24. *Тимонов В.В.* Схема общей циркуляции вод бассейна Белого моря и происхождение его глубинных вод // *Труды гос. океанограф. ин-тута*, 1947, вып. 1, с. 118-131.
25. *Филатов Н.Н., Тержевик А.Ю.* Белое море и его водосбор под влиянием климатических и антропогенных факторов. – Петрозаводск: Карельск. Науч. центр РАН, 2007. – 349 с.
26. Национальный центр океанографических данных (National Oceanographic Data Center WOCE v3) / Режим доступа: [<http://www.nodc.noaa.gov>].
27. Единая система информации о Мировом океане. Проект ЕСИМО. Режим доступа: [<http://www.esimo.ru>].
28. Национальное аэрокосмическое агентство. Режим доступа: [<http://www.nasa.gov>].
29. Всемирная продовольственная организация. Режим доступа: [<http://www.fao.ru>].