

МОРСКАЯ ПОЛИТИКА

Современная океанологическая информация в исследованиях среды обитания криля в Атлантической части Антарктики и ставриды – в южной части Тихого океана, с целью увеличения российского вылова этих объектов

Доктор географических наук, профессор **Чернышков П.П.** – Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта; кафедра биоресурсов и аквакультуры, Калининградский государственный технический университет;

Краснобродько О.Ю. – заведующий лабораторией Промысловой океанологии Центра океанических биоресурсов, Атлантический филиал ВНИРО (АтлантНИРО); кандидат географических наук **Чурин Д.А.** – научный сотрудник лаборатории Промысловой океанологии Центра океанических биоресурсов, Атлантический филиал ВНИРО (АтлантНИРО); Атлантическое отделение Института океанологии РАН (АО ИО РАН); аспирант **Шустин А.Я.** – кафедра биоресурсов и аквакультуры Калининградского государственного технического университета

@ sea@atlantniro.ru

MODERN OCEANOLOGICAL INFORMATION IN STUDIES OF KRILL HABITAT IN THE ATLANTIC PART OF ANTARCTICA AND HORSE MACKEREL IN THE SOUTH PACIFIC OCEAN IN ORDER TO INCREASE THE RUSSIAN CATCH OF THESE OBJECTS

Doctor of Geographical Sciences, Professor **P.P. Chernyshkov** – Immanuel Kant Baltic Federal University; Department of Bioresources and Aquaculture, Kaliningrad State Technical University;

Krasnoborodko O.Yu. – Head of the Laboratory of Commercial Oceanology of the Center for Oceanic Bioresources, Atlantic Branch of VNIRO (AtlantNIRO); Candidate of Geographical Sciences **D.A. Churin** – Researcher at the Laboratory of Commercial Oceanology of the Center for Oceanic Bioresources, Atlantic Branch of VNIRO (AtlantNIRO); Atlantic Branch of the Institute of Oceanology of the Russian Academy of Sciences (AO IO RAS); Postgraduate student **Shustin A.Ya.** – Department of Bioresources and Aquaculture, Kaliningrad State Technical University
Keywords: Antarctic part of the Atlantic, South Pacific Ocean, fishing and oceanological research, satellite altimetry measurements of the ocean level, autonomous sounding buoys of the «Argo» project, scientific support for rational fishing, increasing the Russian catch

In accordance with the "Strategy for the Development of the Fisheries complex of the Russian Federation until 2030", it is planned to significantly increase the Russian catch outside its own exclusive economic zone (EEZ). The most promising for this are the commercial resources of krill in the Atlantic part of Antarctica and horse mackerel in the South Pacific Ocean [1; 9].

These areas were discovered and studied by Russian scientists and fishermen. For more than 15 years (until 1993) of the former USSR/In the Russian Federation, large-scale fishing was conducted there year-round. In parallel, complex commercial and oceanological studies were carried out, according to the results of which databases and knowledge bases on the scale and mechanisms of the influence of oceanological conditions on interannual changes in the biomass and distribution of krill and mackerel were created in the Atlantic Branch of VNIRO (AtlantNIRO).

At present, modern oceanological measurements are widely used in commercial oceanological research: scanning of the ocean surface in various frequency ranges from artificial Earth satellites and the results of vertical sounding of the ocean to depths of about 2000 m by drifting buoys of the international Argo project.

The purpose of the article is to present the results of the use of modern oceanological information in commercial oceanological research, to develop on this basis new approaches to the management of krill and mackerel stocks.

Ключевые слова:

Антарктическая часть Атлантики, южная часть Тихого океана, промыслово-океанологические исследования, спутниковые альтиметрические измерения уровня океана, автономные зондирующие буи проекта «Арго», научное обеспечение рационального промысла, увеличение российского вылова

Keywords:

Antarctic part of the Atlantic, South Pacific Ocean, commercial oceanological research, satellite altimetric measurements of ocean level, autonomous sounding buoys of the Argo project, scientific support of rational fishing, increase in Russian catch

ВВЕДЕНИЕ

За последние десятилетия в распоряжении исследователей появились новые виды океанологической информации, позволяющие существенно повысить качество научного обеспечения рыболовства в больших по площади океанических районах промысла [3; 6]. Во-первых, это результаты спутникового зондирования поверхности океана с измерениями различных параметров, наиболее важные из которых – альтиметрические измерения, т.е. определение высоты уровенной поверхности океана с высокой точностью [7]. Во-вторых, это результаты вертикальных зондирований толщи вод океана до глубины 2000 м дрейфующими буями проекта «Арго» [2].

Новые океанологические данные широко используются мировым научным сообществом для решения практически важных задач в области динамики вод и климата Мирового океана, что подтверждает их информативность и высокую надежность [15; 22].

Правительство Российской Федерации оказывает действенную поддержку развитию отечественной рыбной промышленности. Законом РФ «О рыболовстве», принятом в июле 2016 г., предусмотрено выделение дополнительных квот на вылов водных биоресурсов, средства от которых будут направляться на строительство новых добывающих судов. В соответствии с «Концепцией развития рыбной промышленности Российской Федерации до 2030 г.», утвержденной Распоряжением Правительства РФ 26 ноября 2019 г. №2708, в течение ближайших 7-10 лет должно быть введено в эксплуатацию не менее 50 единиц флота, в том числе – около 20 высокотехнологичных крупнотоннажных траулеров-процессоров [11]. Для обеспечения этих траулеров сырьевой базой и увеличения российского вылова в океанических районах промысла, которые находятся под юрисдикцией региональных организаций по управлению рыболовством в этих районах, требуется соответствующее научное обоснование.

В настоящее время реально недоиспользуемые биоресурсы имеются в промысловых районах Антарктической части Атлантики (АЧА, антарктический криль) и южной части Тихого океана (ЮТО, ставрида) [1; 9; 13], которые были открыты и изучены учеными и рыбаками бывшего СССР/РФ. Средний годовой вылов антарктического криля с 1972 по 1991 гг. составил около 400 тыс. т, ставриды в ЮТО в 1979-1991 гг. – около 1 млн тонн.

Одновременно с промыслом выполнялись специализированные научно-поисковые и научно-исследовательские экспедиции, по результатам которых были созданы уникальные базы ретроспективных данных по биологии и распределению криля и ставриды, в связи с параметрами среды обитания. Кроме того, описаны закономерности распределения промысловых скоплений, а также – межгодовых изменений состояния биоресурсов АЧА и ЮТО, в связи с гидрометеорологическими и океанологическими процессами [10]. Для каждого района промысла были обозначены ключевые научные проблемы, решение которых должно лежать

В соответствии со «Стратегией развития рыбохозяйственного комплекса РФ до 2030 г.», планируется существенное увеличение российского вылова за пределами собственной исключительной экономической зоны (ИЭЗ). Наиболее перспективными для этого представляются промысловые ресурсы криля в Атлантической части Антарктики и ставриды южной части Тихого океана [1; 9].

Эти районы были открыты и изучены отечественными учеными и рыбаками. На протяжении более 15 лет (до 1993 г.) бывшего СССР/Российской Федерации там круглогодично велся широкомаштабный промысел. Параллельно выполнялись комплексные промыслово-океанологические исследования, по результатам которых в Атлантическом филиале ВНИРО (АтлантНИРО) созданы базы данных и базы знаний о масштабах и механизмах влияния океанологических условий на межгодовые изменения биомассы и распределения криля и ставриды.

В настоящее время в промыслово-океанологических исследованиях широко используются современные океанологические измерения: сканирование поверхности океана в различных частотных диапазонах с искусственных спутников Земли и результаты вертикальных зондирований толщи океана до глубин около 2000 м дрейфующими буями международного проекта «Арго».

Цель статьи состоит в представлении результатов использования современной океанологической информации в промыслово-океанологических исследованиях, для разработки на этой основе новых подходов к управлению запасами криля и ставриды.

в основе организации и ведения рационального промысла.

В АЧА – это ежегодное определение ожидаемых биомасс криля в традиционных промысловых районах на шельфах Южных Оркнейских и Южных Шетландских островов и острова Южная Георгия, а также – в открытой части моря Скотия. Это связано с тем, что промысловое изъятие криля должно обеспечивать достаточный остаток для обеспечения пищей рыб, птиц и млекопитающих, обитающих в районах промысла.

В южной части Тихого океана – это определение особенностей структуры запаса метапопуляции ставриды, ареал которой располагается в широтной зоне 25-45° ю.ш. от Южной Америки до Новой Зеландии, и выявление причин межгодовых изменений биомассы ставриды в каждой единице запаса.

Существование этой метапопуляции было установлено по результатам научно-поисковых и научно-исследовательских экспедиций СССР/РФ, а в последние годы было подтверждено исследованиями, выполненными с использованием современных математических моделей голландским научным институтом IMARES по заказу Генерального Директората Еврокомиссии в 2014 г. [19]. Эти результаты были также представлены в докладе на

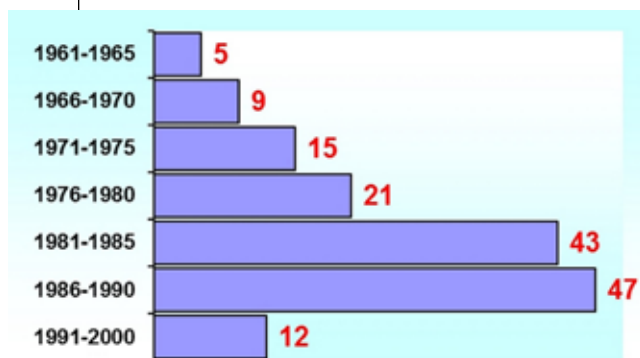


Рисунок 1. Количество морских научных экспедиций АтлантНИРО и управления «Запрыбпромразведка» в Атлантическую часть Антарктики для изучения биологических ресурсов антарктического криля в 1961-2000 годы. Всего – 152 экспедиции

Figure 1. Number of AtlantNIRO and Zaprybpromrazvedka marine scientific expeditions to the Atlantic part of Antarctica to study the biological resources of Antarctic krill in 1961-2000. Total – 152 expeditions

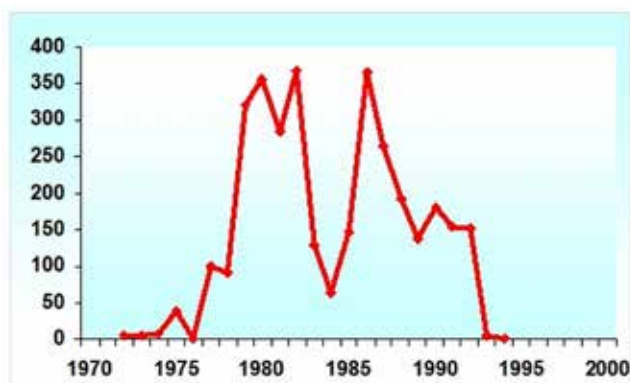


Рисунок 2. Годовые выловы криля траулерами бывшего СССР/РФ (тыс. тонн)
*Существенное снижение вылова в 1983-84 гг. обусловлено выводом из района значительной части промыслового флота, в связи с вооруженным конфликтом между Англией и Аргентиной из-за принадлежности Фолклендских (Мальвинских) островов

Figure 2. Annual krill catches by trawlers of the former USSR/RF

*A significant decrease in catch in 1983-84 was caused by the withdrawal of a significant part of the fishing fleet from the area due to the armed conflict between England and Argentina over the ownership of the Falkland Islands (Malvinas)

совещании Научного комитета региональной организации по управлению рыболовством в южной части Тихого океана SPRFMO в 2016 г. [22].

Цель настоящей статьи – представить предварительные результаты использования современной океанологической информации для исследования состояния промысловых биоресурсов в АЧА и ЮТО, для решения, обозначенной выше проблемы и увеличения, на этой основе, российского вылова антарктического криля и ставриды в этих районах.

Статья состоит из 3-х разделов.

В первом разделе на рисунках 1-5 представлены параметры научно-исследовательской и промысловой деятельности, приводится краткая характеристика биоресурсов криля в АЧА и ставриды в ЮТО и вклад РФ в их изучение.

Во втором разделе описаны новые виды океанологической информации и результаты их использования для научного обеспечения увеличения российского вылова криля и ставриды [8;14].

В третьем разделе обозначены, достигнутые к настоящему времени, результаты использования современной океанологической информации и перспективы их использования для защиты интересов России, при международном разделении промысловых биоресурсов Мирового океана за пределами ИЭЗ прибрежных государств. Представлены предложения, направленные на повышение качества современных промыслово-океанологических исследований.

Промысловые биоресурсы районов АЧА и ЮТО и вклад СССР/России в их изучение

Рисунки 1-5 иллюстрируют интенсивность промысла и результаты научно-исследовательской и промысловой деятельности интенсивности в районах АЧА и ЮТО.

Новые виды океанологической информации, которые используются в исследованиях биологических ресурсов Мирового океана, в связи со средой обитания, в настоящее время. Спутниковые альтиметрические измерения высоты уровня поверхности Мирового океана

Дистанционные (с использованием искусственных спутников Земли) альтиметрические измерения высоты уровня поверхности Мирового океана (рис. 6) – принципиально новый вид океанологической информации, на основе которой возможны исследования практически всех динамических процессов в Мировом океане. Для промыслово-океанологических исследований особую важность представляют исследования мезомасштабных вихрей, локальных и планетарных

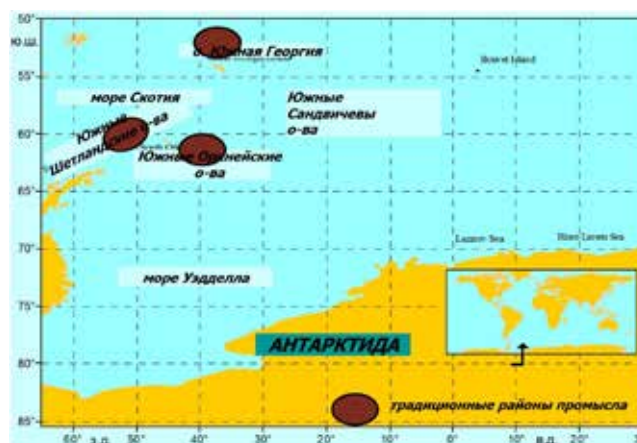


Рисунок 3. Традиционные районы промысла криля в Атлантической части Антарктики
Figure 3. Traditional krill fishing areas in the Atlantic part of Antarctica

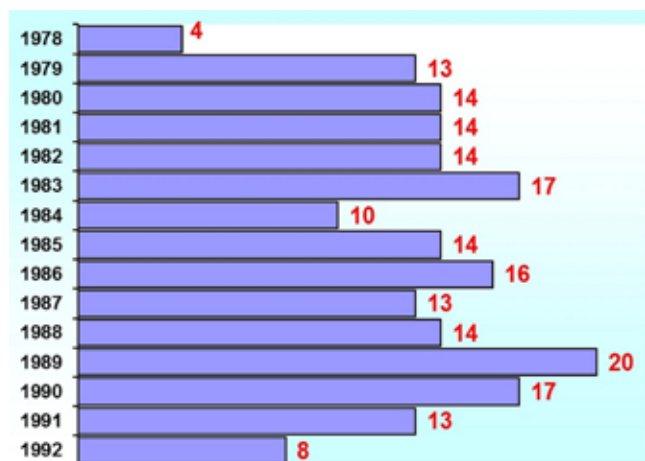


Рисунок 4. Количество морских научных-исследовательских и научно-поисковых экспедиций по изучению промысловых биоресурсов ставриды в южной части Тихого океана. Всего была выполнена 201 экспедиция

Figure 4. The number of marine scientific research and scientific search expeditions to study commercial biological resources of horse mackerel in the South Pacific Ocean. A total of 201 expeditions were carried out

фронтов, а также межгодовых изменений крупномасштабных систем течений – от мезомасштабных вихрей до планетарных систем течений.

Альтиметрические измерения выполняются в рамках международного научного проекта AVISO (Archiving, Validation and Interpretation of Satellite Oceanographic data), в результате обработки всех данных, получаемых с искусственных спутников Земли, работающих по программе TOPEX/POSEIDON, и доступны в интернете.

Исследователям предоставляется поле абсолютной динамической топографии для всего Мирового океана, начиная с 1993 года. На основе этих полей вычисляются параметры динамики вод различных пространственно-временных масштабов, в частности, – мезомасштабных вихрей, которые являются главным фактором, влияющим на распределение промысловых скоплений пелагических объектов промысла. Новый набор данных содержит информацию только по тем вихрям, продолжительность жизни которых составляет не менее 4-х недель. Параметры этих вихрей, в последней версии базы, доступны с шагом по времени в 1 сутки.

Таким образом, альтиметрические измерения предоставляют возможность реконструировать основные параметры динамики вод в верхнем и промежуточном слоях океана, как главного фактора, влияющего на биомассу и распределение ставриды в ЮТО и криля – в АЧА [7; 8]. Главным результатом этой реконструкции стало создание на эмпирической основе диаграммы пространственно-временной изменчивости верхнего слоя океана и определение на ее основе динамики локальных фронтальных зон, мезомасштабных вихрей и филаментов, как основного механизма перераспределения свойств в верхних слоях Мирового океана.

Результаты вертикальных зондирований толщи океана автономными дрейфующими буями международного проекта «Арго»

Проект «Арго» является первой попыткой организации постоянно действующей глобальной сети океанографических станций на основе дрейфующих буюв-измерителей. С учетом существующей сети поверхностных буюв, сеть буюв-измерителей составляет основу новой науки – оперативной океанографии. Идея создания глобальной сети океанографических станций возникла после успешного использования в северной части Атлантического океана сети из нескольких десятков буюв-измерителей в 1997-1998 гг. во время глобального эксперимента по изучению циркуляции океана (WOCE).

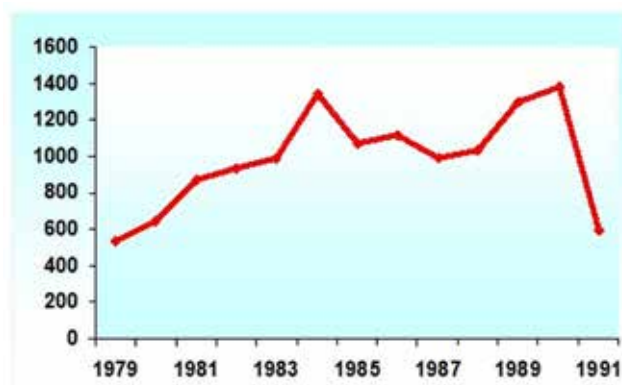


Рисунок 5. Российский вылов ставриды в Южной части Тихого океана (тыс. т)

Figure 5. Russian catch of horse mackerel in the South Pacific (thousand tons)

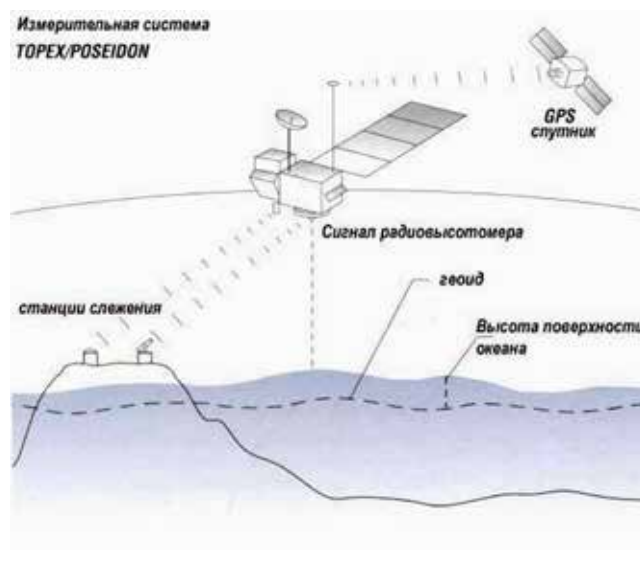


Рисунок 6. Схема спутниковых измерений высоты уровневой поверхности океана с использованием искусственного спутника Земли

Figure 6. Diagram of satellite measurements of the height of the level surface of the ocean using an artificial Earth satellite

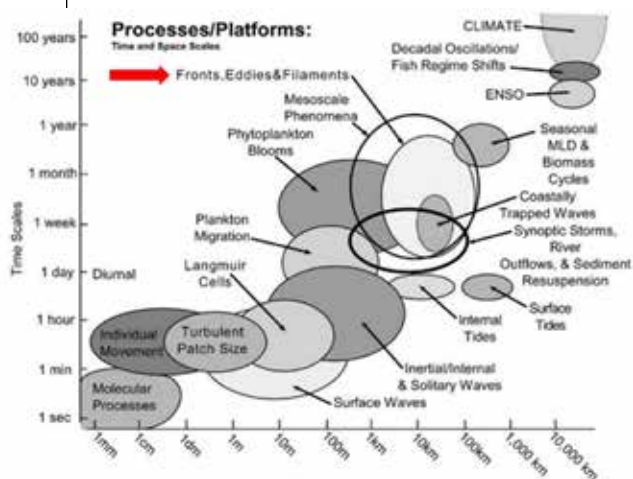


Рисунок 7. Пространственно-временные масштабы процессов в верхних слоях Мирового океана [16].

*Красная стрелка показывает мезомасштабные процессы

Figure 7. Spatial and temporal scales of processes in the upper layers of the World Ocean [16].

*The red arrow shows mesoscale processes

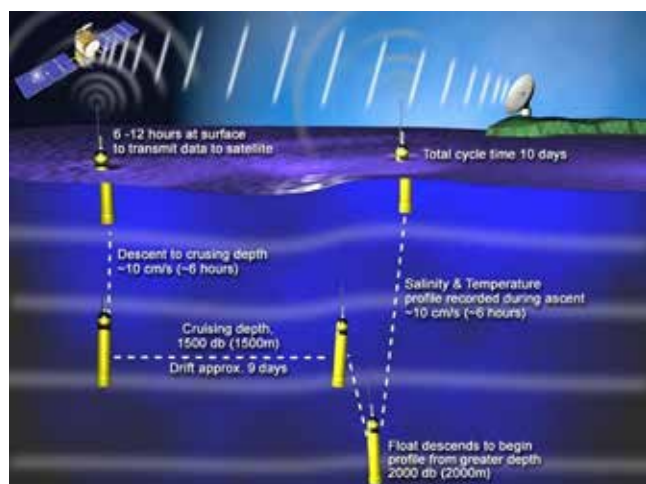


Рисунок 8. Схема движения каждого буя проекта «Арго» за один измерительный цикл (10 суток)

Figure 8. Diagram of the movement of each Argo project buoy in one measuring cycle (10 days)

Предложенный впервые в 1999 г., проект был одобрен Международной океанографической комиссией, Всемирной Метеорологической организацией и начал воплощаться в жизнь в 2000 году. Данные, получаемые с этой сети, необходимы, прежде всего, для прогноза погоды и климата, поэтому проект «Арго» является составной частью международной программы «CLIVAR – Изучение климатических изменений».

Вместе с данными измерений температуры и солености, дрейфующие буи обеспечивают также и получение информации о течениях на двух горизонтах – заданной глубине дрейфа и на поверхности. Вместе со спутниковыми измерениями вы-

соты уровенной поверхности океана, полученные данные позволяют определить характеристики течения от поверхности до горизонта дрейфа. Наиболее важным результатом работы каждого буя является также информация о структуре водных масс и межгодовых изменениях динамики промежуточной водной массы антарктического происхождения, как главного фактора, определяющего биологическую и промысловую продуктивность в южной части Тихого океана [4; 5; 6].

Наиболее значимые научно-практические результаты, полученные АтлантНИРО с использованием новых видов океанологической информации

Гипотеза о приуроченности скоплений антарктического криля к мезомасштабным синоптическим вихрям в верхнем слое океана, а также – о перемещениях скоплений криля этими вихрями в акватории моря Скотия в АЧА, высказывалась уже по результатам первых научно-исследовательских экспедиций в район АЧА в начале 1970-х годов [14]. В экспедициях НИС «Дмитрий Стефанов» (1987 г.) и НИС «АтлантНИРО» (1990 г.) были выполнены экспериментальные работы, по результатам которых оценивалась биомасса криля, переносимая единичным синоптическим вихрем.

В январе-феврале 2000 г. состоялась международная синоптическая съемка биомассы и условий обитания антарктического криля в Атлантической части Антарктики. В съемке участвовали научно-исследовательские суда 4-х стран: России, США, Англии и Японии. Дизайн съемки и ее методика выполнения были разработаны научным комитетом АНТКОМ. После выполнения этой съемки впервые появилась возможность сопоставить ее результаты с данными альтиметрических измерений высоты уровенной поверхности океана, позволяющая восстановить распределение синоптических вихрей по акватории съемки (рис. 10-11).

Основные результаты изучения динамики мезомасштабных вихрей, с использованием альтиметрических измерений, сводятся к следующему [14]. Среднемесячное количество вихрей в районе ВФЗ в 1993-2012 гг. составляет 34, из них антициклонических – 15, циклонических – 19. Наибольшее количество наблюдается в весенне-летние

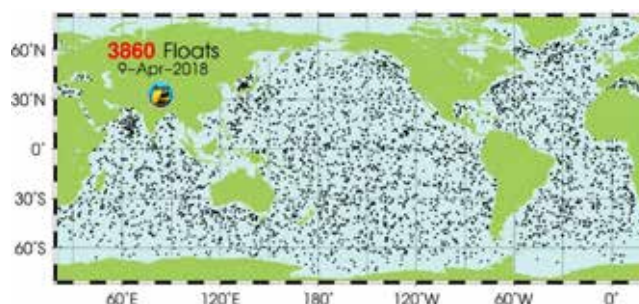


Рисунок 9. Распределение дрейфующих буйев проекта «Арго» на 9 апреля 2018 года

Figure 9. Distribution of drifting buoys of the Argo project as of April 9, 2018

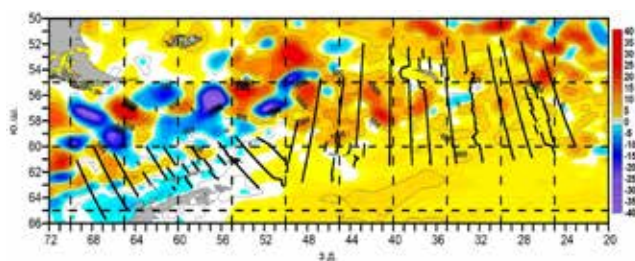


Рисунок 10. Средняя аномалия уровня океана (см) в периоды выполнения международной синоптической съемки биомассы антарктического криля в АЧА с 10.01 по 11.02.2000 г. (KSS-2000).

*Черные линии – галсы гидроакустических измерений биомассы криля

Figure 10. The average anomaly of the ocean level (cm) during the international synoptic survey of Antarctic krill biomass in ACHA from 10.01 to 11.02.2000 (KSS-2000).

*Black lines – tracks of hydroacoustic measurements of krill biomass

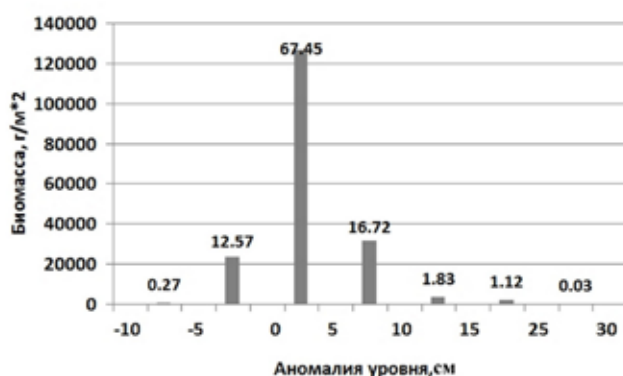


Рисунок 11. Распределение измеренных величин биомассы криля в море Скотия в период с 10.01 по 11.02.2000 г., по диапазонам аномалий уровня океана (см)

Figure 11. Distribution of measured values of krill biomass in the Scotia Sea in the period from 10.01 to 11.02.2000, by ranges of ocean level anomalies (cm)

месяцы. Их амплитуды, по сравнению с вихрями Южной полярной фронтальной зоны (ЮПФЗ), невелики, порядка 4 см (перепад высоты от центра к периферии). Радиус изменяется в пределах от 52 до 67 км. Угловая скорость вращения выше скорости перемещения и составляет в среднем 10 см/сек против – 7 см/сек. Генеральное направление движения вихрей – восточное. Проходя через пролив Дрейка, вихри приобретают значительную энергию и двигаются далее на восток. В районе 50°з.д. и 56°ю.ш. часть вихрей движется по направлению Фолклендского течения и поворачивает на север, другая часть продолжает движение на восток между Южными Оркнейскими островами и островом Южная Георгия. В районе 42°з.д. и 57°ю.ш. вихри начинают диссипировать, в результате чего часть из них полностью затухает, но некоторые стац-

нируются в районе Южных Оркнейских островов и острова Южная Георгия, создавая замкнутую циркуляцию. Наиболее часто встречаются вихри площадью от 3000 до 11000 тыс. кв. км, что соответствует диаметрам окружности в 60 и 120 км. Однако следует учитывать, что вихри, в основном, вытянуты в меридиональном или зональном направлении и не имеют форму идеальной окружности. Скорости перемещения наблюдаются в пределах от 2 до 8 км в сутки. Особенностью является то, что вихри могут стационарироваться около островов или в открытой части моря. Сопоставление данных спутниковой альтиметрии и прямых измерений параметров динамики вод показало, что альтиметрия достоверно отражает пространственные особенности поля течений, зоны их интенсификации и ослабления, а также – мезомасштабные вихри и фронтальные зоны. Установлена высокая взаимосвязь зональной и меридиональной составляющих вектора скорости, полученных по данным прямых наблюдений и спутниковой альтиметрии, коэффициент корреляции – 0,7. Наиболее плотные скопления криля в море Скотия формируются в зонах мезомасштабных неоднородностей поля скоростей течений. Чаще всего они формируются на их периферии, в областях высоких скоростей.

Полученные результаты позволяют прогнозировать области повышенной концентрации крилевых скоплений в традиционных и океанических районах промысла, на основе особенностей мезомасштабной динамики вод за 4-6 месяцев до начала промысла. Это позволит лимитировать величины промыслового изъятия в конкретном районе

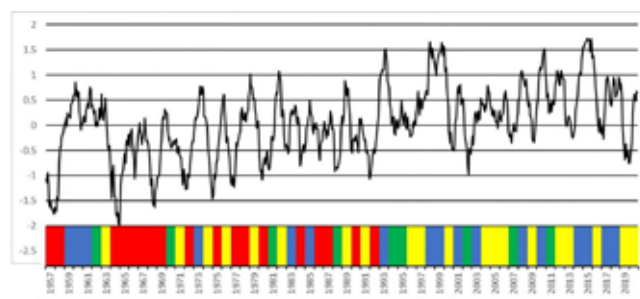


Рисунок 12. Межгодовые изменения среднемесячных величин индекса SAM после удаления годового хода (верхняя часть рисунка) и преемственность определенным методом кластер-анализа в 1957-2020 годах *Зеленым цветом обозначен класс 1, красным – класс 2, синим – класс 3, желтым – класс 4

Изложенные выше результаты являются предварительными и пока не опубликованы.

Figure 12. Interannual changes in the average monthly values of the SAM index after the removal of the annual course (upper part of the figure) and continuity by a certain cluster analysis method in 1957-2020.

*Class 1 is indicated in green, Class 2 in red, Class 3 in blue, class 4 in yellow

The above results are preliminary and have not yet been published.

промысла, с учетом потребностей птиц, рыб и млекопитающих.

Представления о пространственно-временной изменчивости количества и параметров вихрей, перемещающихся в пределах Вторичной фронтальной Зоны (ВФЗ) в море Скотия, может стать основой для определения районов вероятной концентрации крилевых скоплений, а также – биомасса криля, формирующихся в приостровных районах моря Скотия. Такая возможность подкрепляется результатами статистического анализа более 9 тыс. сопоставлений плотности концентраций криля, полученных в ходе KSS-2000 и спутниковых данных аномалий уровня океана. Было уста-

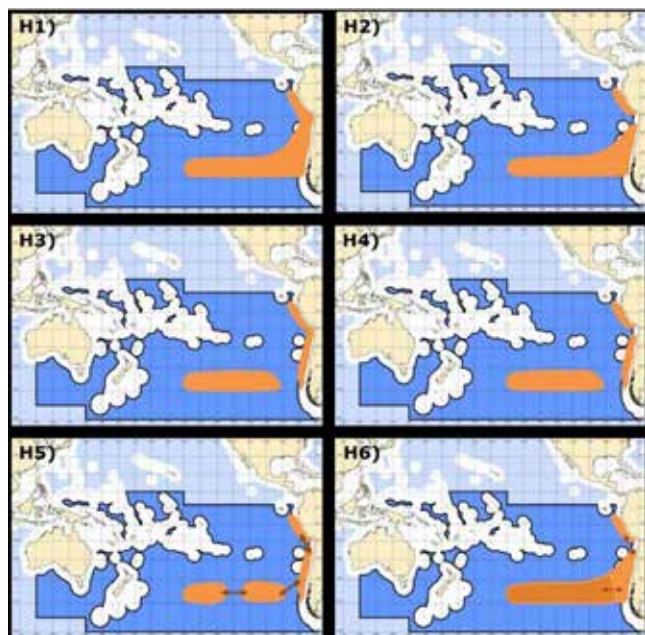


Рисунок 13. Гипотезы популяционной структуры ставриды по [INMARES, 2014]

Figure 13. Hypotheses of the population structure of horse mackerel according to [INMARES, 2014]

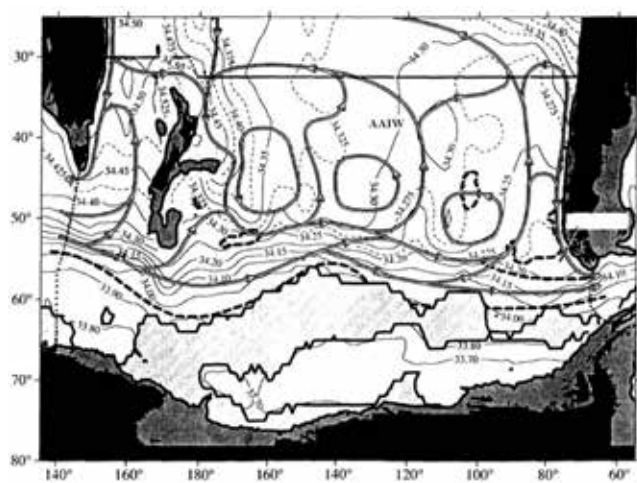


Рисунок 14. Циркуляция промежуточных вод антарктического происхождения в ЮТО [5]

Figure 14. Circulation of intermediate waters of Antarctic origin in the UTO [5]

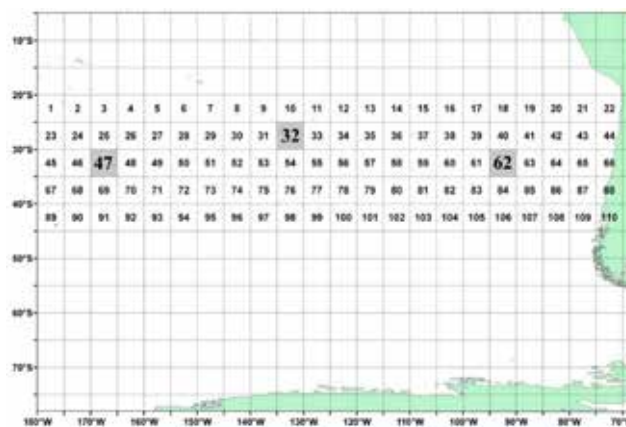


Рисунок 15. Географическое положение пятиградусных реперных квадратов для изучения динамики промежуточных водных масс в южной части Тихого океана

Figure 15. Geographical position of five-degree reference squares for studying the dynamics of intermediate water masses in the South Pacific Ocean

новлено, что наиболее плотные скопления криля приурочены к областям со значениями аномалий уровня в пределах от -5 до +5 см. Это может говорить о том, что наиболее плотные скопления криля приурочены не к центрам мезомасштабных вихрей, а к их перифериям с максимальными значениями скоростей течений.

В дальнейшем необходимо более глубокое изучение закономерностей распределения криля в АЧА по альтиметрическим измерениям, путем оценки вклада атмосферных процессов в межгодовые изменения мезомасштабной динамики вод.

Межгодовые изменения интегрального индекса атмосферной циркуляции в Антарктике в 1957-2020 годы

Для периода, начиная с 1957 г. по настоящее время, в оценки межгодовых изменений атмосферной циркуляции в Антарктике широко используется так называемый индекс южной кольцевой моды (Southern Annular Mode – SAM), который вычисляется на основе регулярных наблюдений на стационарных метеорологических станциях в Антарктике и Субантарктике [19].

Физически этот индекс представляет собой оценку интенсивности переносов воздушных масс в южном полушарии Земли. Положительные значения индекса SAM соответствуют более сильным западным ветрам над средними широтами (50-70° ю.ш.) и более слабым западным ветрам в средних широтах (30-50° ю.ш.). SAM является ведущей модой изменчивости атмосферной циркуляции на сезонных и межгодовых масштабах. Изменчивость SAM оказывает большое влияние на температуру поверхности Антарктики, циркуляцию океана и многие другие аспекты климата [12; 19].

Для определения особенностей сезонных изменений атмосферных переносов, в каждый конкретный год был выполнен кластерный анализ среднемесячных значений индекса за 1957-2020

года. Было выявлено 4 класса годового хода индекса SAM (рис. 14), которые характеризуются следующими особенностями.

Южная часть Тихого океана

Статус популяции ставриды в ЮТО в настоящее время не определен.

В 2014 г. в научном отчете IMARES «Hydrography and Jack mackerel stock in the South Pacific – Final report», созданном по заказу Европейской комиссии, выдвигалось уже 6 различных гипотез, отражающих популяционную структуру ставриды [18].

Первая гипотеза утверждает, что существует единая популяция ставриды, охватывающая как прибрежные районы Южной Америки, так и район открытого океана. Вторая – разделяет запасы на две крупные популяции: Перуанскую и Чилийскую. Последняя включает в себя ставриду открытых районов Тихого океана и прибрежную чилийскую. Третья – также делит запасы ставриды в ЮТО на две отдельных популяции: прибрежную и океаническую. Четвертая – выделяет уже множество различных отдельных популяций, не имеющих связей между собой. Пятая – утверждает существование единой «суперпопуляции» (то есть неоднородной популяции, состоящей из нескольких меньших популяций, тесно связанных между собой). Шестая гипотеза выделяет единую метапопуляцию ставриды (рис. 8). Метапопуляция – это популяция, имеющая пространственную разделенность, то есть включающая в себя различные популяционные структуры.

Согласно этому докладу, именно шестая гипотеза (концепция метапопуляции) является наиболее вероятной, из всех представленных на данный момент вариантов структуры запасов ставриды в ЮТО.

Данная структура связана, в первую очередь, с поступлением в ЮТО промежуточных водных масс антарктического происхождения. Именно эти водные массы поставляют необходимое для существования популяции ставриды биологической продуктивности вод [2]. Согласно выполненным ранее исследованиям, в ЮТО существуют три круговорота промежуточных вод антарктического происхождения [4; 5]. Локализация этих круговоротов, в также их интенсивность могут определять структуру промыслового запаса ставриды в акватории южной части Тихого океана.

Для анализа межгодовых изменений интенсивности поступления промежуточных вод антарктического происхождения в юго-восточную часть Тихого океана, были сформированы ряды среднемесячных величин температуры и солёности на горизонте 500 м в трех пятиградусных квадратах в южной части Тихого океана (рис. 10). И для температуры, и для солёности (рис. 12, 13) выделяется статистически значимый период в 22 месяца, что позволяет делать прогностические оценки межгодовых изменений интенсивности поступления в умеренные широты южной части Тихого океана промежуточных водных масс антарктического происхождения. На этой основе возможно прогнозирование ожидаемых изменений биомассы и особенностей распределения биологической и промысловой продуктивности в районе юго-восточной части Тихого океана.

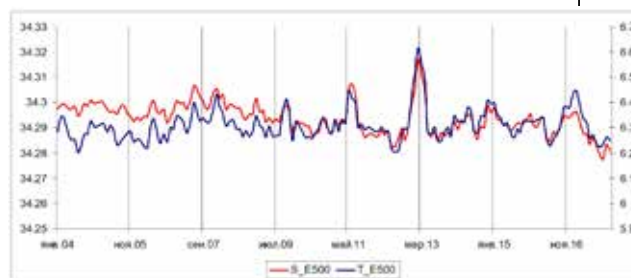


Рисунок 16. Межгодовые изменения температуры (синяя кривая) и солёности (красная кривая) с января 2004 по июль 2017 г. в квадрате No 62, горизонт 500 м

Figure 16. Interannual changes in temperature (blue curve) and salinity (red curve) from January 2004 to July 2017 in square No. 62, horizon 500 m

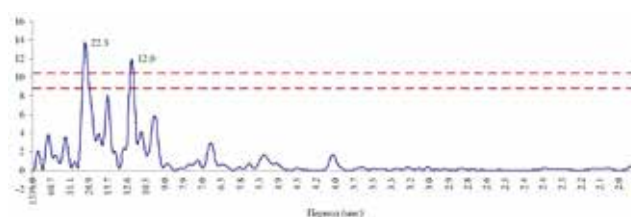


Рисунок 17. Спектральная плотность изменений среднемесячных значений температуры воды с января 2004 г. по июль 2017 г. в квадрате No 62, горизонт 500 м. *Горизонтальные линии – границы доверительного интервала

Figure 17. Spectral density of changes in average monthly water temperature values from January 2004 to July 2017 in square No. 62, horizon 500 m.

*Horizontal lines – the boundaries of the confidence interval

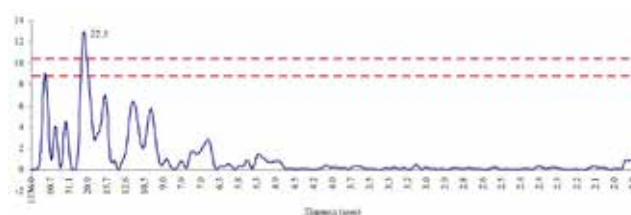


Рисунок 18. Спектральная плотность среднемесячных значений солёности воды с января 2004 г. по июль 2017 г. в квадрате No 62, горизонт 500 м.

*Горизонтальные линии – границы доверительного интервала

Figure 18. Spectral density of average monthly values of water salinity from January 2004 to July 2017 in square No. 62, horizon 500 m.

*Horizontal lines – the boundaries of the confidence interval

Лишь после определения реальной структуры запасов ставриды можно будет разработать научно обоснованную стратегию управления рыболовства в ЮТО.

ВЫВОДЫ

1. Методы управления промыслом антарктического криля в АЧА, используемые в АНТКОМе в настоящее время, не могут дать удовлетворительных результатов при дальнейшем увеличении вылова, что обусловлено низким уровнем информационно-методического обеспечения.

2. Совместный анализ результатов моделирования структуры метапопуляции ставриды южной части Тихого океана [20; 21] и, имеющихся в Атлантическом филиале ВНИРО (АтлантНИРО), ретроспективных данных по биомассе и распределению ставриды, может стать основой для создания новой методологии управления рыболовством в районе ЮТО.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Бандурин К.В. Конвенционные районы в открытых частях Атлантики и Южной Пацифики могут быть потеряны для отечественного рыболовства / К.В. Бандурин, С.М. Касаткина, А.А. Нестеров, Ч.М. Нигматуллин и другие // «Рыбное хозяйство». – 2017. – № 4. – с. 8-14
1. Bandurin K.V. Conventional areas in the open parts of the Atlantic and Southern Pacific may be lost to domestic fishing / K.V. Bandurin, S.M. Kasatkina, A.A. Nesterov, Ch.M. Nigmatullin and others // "Fisheries". – 2017. – No. 4. – pp. 8-14
2. Бородин Е.В. Структура и динамика промежуточных водных масс антарктического происхождения в южной части Тихого океана: Дисс. ...канд. геогр. наук – Калининград, 2015 г. – 25 с.
2. Borodin E.V. Structure and dynamics of intermediate water masses of Antarctic origin in the South Pacific Ocean: Diss. ...Candidate of Geographical Sciences - Kaliningrad, 2015 - 25 p.
3. Бородин Е.В. Влияние динамики вод на биомассу и распределение биологических ресурсов пелагиали южных частей Атлантического и Тихого океанов / Е.В. Бородин, Д.А. Чуринов, П.П. Чернышков // Вестник БФУ (Естественные науки). – 2014. – № 7. – С. 142-154.
3. Borodin E.V. Influence of water dynamics on biomass and distribution of biological resources of the pelagic zone of the southern parts of the Atlantic and Pacific oceans / E.V. Borodin, D.A. Churin, P.P. Chernyshkov // Bulletin of the BFU (Natural Sciences). – 2014. – No. 7. – pp. 142-154.
4. Голивец С.В. Вихреобразование на Субантарктическом фронте по данным спутниковых наблюдений и формирование Антарктической промежуточной воды / С.В. Голивец, М.Н. Кошляков // Океанология. – 2004. – Т. 44. № 4. – С. 485-494
4. Golivets S.V. Vortex formation on the Subantarctic front according to satellite observations and the formation of Antarctic intermediate water / S.V. Golivets, M.N. Koshlyakov // Oceanology. – 2004. – Vol. 44. no. - 4. – pp. 485-494
5. Кошляков М.Н. Промежуточные воды южной части Тихого океана / М.Н. Кошляков, Р.Ю. Тараканов // Океанология. – 2005. – Т. 45. – № 4. – с. 485-503
5. Koshlyakov M.N. Intermediate waters of the South Pacific Ocean / M.N. Koshlyakov, R.Yu. Tarakanov // Oceanology. – 2005. – Vol. 45. – No. 4. – pp. 485-503
6. Красноборошко О.Ю. Мировое рыболовство: экосистемы, управление, прогнозирование / О.Ю. Красноборошко, В.И. Архипов, П.П. Чернышков // «Земля из космоса». – 2017. – № 8 (24). – с. 56-62
6. Krasnoborodko O.Yu. World fishing: ecosystems, management, forecasting / O.Y. Krasnoborodko, V.I. Arkhipov, P.P. Chernyshkov // "Earth from space". – 2017. – № 8 (24). – pp. 56-62
7. Петкилев П.С. Динамика мезомасштабных вихрей в районе Южной полярной фронтальной зоны. Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – М.: 2018. – 24 с.
7. Petkilev P.S. Dynamics of mesoscale vortices in the area of the South polar frontal zone. Autoref. dis. ... candidate of Geographical Sciences. - Moscow: 2018 – 24 p.
8. Петкилев П.С. Временная изменчивость распределения мезомасштабных вихрей и их параметров в районе Южной Полярной фронтальной зоны / Петкилев П.С., Чернышков П.П. // Труды ВНИРО. – 2017. – т. 169. – с. 126-135
8. Petkilev P.S. Temporal variability of the distribution of mesoscale vortices and their parameters in the area of the South Polar frontal zone / Petkilev P.S., Chernyshkov P.P. // Proceedings of VNIRO. - 2017. - vol. 169. - pp. 126-135
9. Промысловое описание продуктивных районов Атлантического океана (к югу от параллели 50° с.ш.) и юго-восточной части Тихого океана / ФГУП «АтлантНИРО»; / [К.Г. Кухоренко и др.]. Калининград: Капрос, 2013. – 415 с.
9. Commercial description of productive areas of the Atlantic Ocean (south of the parallel 50 ° s.s.) and the south-eastern part of the Pacific Ocean / FSUE AtlantNIRO; / [K.G. Kukhorenko et al.]. Kaliningrad: Kapros, 2013 – 415 p.
10. Промыслово-океанологические исследования АтлантНИРО: Монография в 2-х томах [под ред. В.Н. Яковлева]. Калининград: Изд-во АтлантНИРО, 2002. – 526 с.
10. Commercial and oceanological studies of AtlantNIRO: A monograph in 2 volumes [edited by V.N. Yakovlev]. Kaliningrad: AtlantNIRO Publishing House, 2002. - 526 p.
11. Савчук П.С. 2019 Концепция развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации до 2030 года // Материалы IV международной конференции «Рыболовство в Арктике: современные вызовы, международные практики, перспективы». Мурманск, 22-23 марта 2019.
11. Savchuk P.S. 2019 The concept of development of the fisheries complex of the Russian Federation until 2030 // Materials for the IV International Conference "Fishing in the Arctic: modern challenges, international practices, prospects". Murmansk, March 22-23, 2019.
12. Тимофеев В.Е. Реакции компонентов гляциосферы на изменения климата в районе Антарктического полуострова // Украинский антарктический журнал – 2005. – № 3. – С. 112-117.
12. Timofeev V.E. Reactions of glaciophere components to climate changes in the Antarctic Peninsula // Ukrainian Antarctic Journal - 2005. - No. 3. - pp. 112-117.
13. Чуринов Д.А. Научное обеспечение возобновления российского промысла в Антарктической части Атлантики и южной части Тихого океана. / Д.А. Чуринов, Е.В. Бородин, П.П. Чернышков // Рыбное хозяйство. – 2014. – № 5. – С. 8-13.
13. Churin D. A. Scientific support for the resumption of Russian fisheries in the Antarctic Atlantic and South Pacific. / D. A. Churin, E. V. Borodin, p. P. Chernyshkov // fisheries. – 2014. – No. 5. – P. 8-13.
14. Чуринов Д.А. Мезомасштабная динамика вод в Антарктической части Атлантики и ее влияние на распределение антарктического криля: Автореф. дис. кандидата географических наук. Москва: 2017. – 24с.
14. Churin D. A. Mesoscale dynamics in the Antarctic waters of the Atlantic and its impact on the distribution of Antarctic krill: author. dis. candidate of geographical Sciences. Moscow: 2017. - 24c.
15. Bahri, T., Vasconcellos, M., Welch, D.J., Johnson, J., Perry, R.I., Ma, X. & Sharma, R. Adaptive management of fisheries in response to climate change. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No.667. Rome, FAO. 2021.URL: <https://doi.org/10.4060/cb3095en>
16. Jean O. Dickey and Steven L. Marcus Coherent interannual and decadal variations in the atmosphere-ocean system. Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology, Pasadena, California, USA, 2003.
17. A.-C. Dragon, I. Senina, N.T. Hintzen, P. Lehodey 2018 Modelling South Pacific jack mackerel spatial population dynamics and fisheries. // Fisheries Oceanography. – 2018 – Volume 27. – Pp 97-113. doi:10.1111/fog.12234
18. ICES World Conference on Stock Assessment Methods (WCSAM), 15-19 July 2013, Boston, USA. ICES CM 2013/ ACOM/SCICOM:02. – 87 p.
19. Marshall GJ Trends in the southern annular mode from observations and reanalyses. // J. Climate, 2003. – 16, Pp. 4134-4143
20. T. Niels, N.T. Hintzen, Ad Corten, François Gerlotto et all. Hydrography and Jack mackerel stock in the South Pacific. – Final report Studies for European Commission Directorate-General for Maritime Affairs and Fisheries/IMARES - Institute for Marine Resources & Ecosystem, 2014. – 68 p.
21. The concept of “Pelagicmetapopulation” as exemplified by the case of Jack mackerel *Trachurus murphyi* in the South Pacific Ocean // SPRFMO, Meeting of Scientific Comittee, 2016, 10-16 October, The Hague, Kingdom of the Netherlands.
22. Raquel S. Progress to Date and Future Perspective of Ocean Research. // 7(3). 555712 Oceanogr. Fish Open Access J. 2018. DOI: 10.19080/OFOAJ.2018.07.5557