

ПРОМЫСЛОВО-ОКЕАНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ИНДИЙСКОМ СЕКТОРЕ ЮЖНОГО ОКЕАНА

В. И. Ланин, к. г. н., доцент

ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет»
e-mail: 0806Lanin@mail.ru

*Проанализированы и суммированы основные результаты промыслово-океанологических исследований, проводившихся в Индийском секторе Южного океана с начала 1970-х по конец 1980-х гг. Установлено, что интерес для освоения представляют некоторые ценные в пищевом отношении виды рыб (серая нототения *Lepidonotothen squamifrons* и мраморная нототения *Notothenia rossii*, щуковидная белокровка *Champscephalus gunnari* и патагонский клыкач *Dissostichus eleginoides*), обитающие вблизи северной границы вод антарктической структуры (Полярной фронтальной зоны), на отдельных подводных горах (банки Обь и Лена), склонах и шельфовых банках архипелага Кергелен, а также обитающая в шельфовой зоне моря Космонавтов ледяная рыба Вильсона *Chaenodraco wilsoni*. Важным ценным пищевым объектом является антарктический криль, большие запасы которого сосредоточены в море Содружества. Выявлены океанографические предпосылки формирования рыбопродуктивности, связанные с особенностями вертикального развития топографических вихрей в антарктической структуре вод. Быстрое вертикальное развитие вихрей и образование над поднятиями конусов Тейлора-Хогга и столбов Тейлора-Праудмена обусловлено разрушением тонкой структуры пограничного слоя, разделяющего поверхностную и глубинную водные массы, и вкладом в этот процесс внутрислойного конвективного перемешивания. Установлены причины синоптической и межгодовой изменчивости промысловой обстановки. Обоснованы особенности формирования высокопродуктивной экосистемы моря Содружества, связанные с поступлением сюда большого количества глубинных вод, отклоняемых на юг подводным хребтом Кергелен. Межгодовая изменчивость интенсивности Антарктического Циркумполярного Течения (АЦТ) проявляется в количестве поступающих в район моря глубинных вод, от чего зависит состояние гидроструктуры моря Содружества в разные годы и в конечном счете межгодовые колебания его продуктивности.*

Ключевые слова: подводные горы, топографические вихри, структура вод, продуктивность, объекты промысла, синоптическая и межгодовая изменчивость промысловой обстановки, внутрислойное конвективное перемешивание, конусы Тейлора-Хогга, столбы Тейлора-Праудмена

ВВЕДЕНИЕ

Активное изучение биологических, в том числе промысловых, ресурсов в Индийском секторе Южного океана продолжалось почти 20 лет, с начала 70-х по конец 80-х гг. прошлого века в многочисленных научно-исследовательских и научно-поисковых экспедициях бассейнового института ЮгНИРО и Управления «Югрыбпоиск». За этот период был собран обширный океанографический и биологический банк данных в ранее практически не изученном районе Мирового океана, приоритет в исследовании которого по праву принадлежит отечественной рыбохозяйственной науке. В открытых водах сектора, на банках Обь и Лена, на островных шельфах и банках архипелага Кергелен были обнаружены значительные запасы ценных промысловых рыб (серой нототении *Lepidonotothen squamifrons*, мраморной нототении *Notothenia rossii*, патагонского клыкача *Dissostichus eleginoides*, щуковидной белокровки *Champscephalus gunnari*); в морях Содружества и Космонавтов – большие запасы антарктического криля; на шельфовых банках моря Космонавтов – значительные запасы ледяной рыбы Вильсона. В Высокоширотной Пришельфовой фронтальной зоне (ВПФЗ), отделяю-

щей Антарктическую структуру вод (АСВ) от шельфовых вод (ШВ) [1], на некоторых участках материкового склона и бровке шельфа были обнаружены плотные скопления антарктической серебрянки *Pleuragramma antarcticum* [4]. В то же время, при ведении поисковых работ и промысловом освоении выявленных ресурсов, была отмечена нестабильность промысловой обстановки, синоптическая, внутрисезонная и межгодовая изменчивость запасов промысловых организмов, особенностей их поведения и распределения. Принимая непосредственное участие в нескольких антарктических экспедициях, планируя и выполняя эксперименты с нетрадиционным подходом к сбору данных, а также проанализировав результаты многочисленных экспедиций, автору удалось решить ряд указанных проблем и дать рекомендации, которые при возобновлении исследовательских и промысловых работ в этом регионе позволят сориентироваться в сложившейся ситуации и дадут существенный экономический эффект.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На банках Обь и Лена основу уловов составляли серая и мраморная нототения, а в прилове – патагонский клыкач *Dissostichus eleginoides*. Суммарные запасы этих рыб на обеих банках оценивались примерно в 40 тыс. т, а рекомендованная величина изъятия – около 9 тыс. т [12], но ведение промысла осложнялось синоптической изменчивостью промысловой обстановки. Причем в период скапливания и промысла эти рыбы, относящиеся к придонному комплексу, активно питались пелагическим макрозоопланктоном (сальпами, гиперидеями и другими его видами), а при распаде скоплений переходили на питание бентосными организмами, что позволило одному из исследователей, Чечуну И.С., высказать предположение о подъеме рыб для нагула вверх, к сезонному пикноклину, где скапливался планктон [13]. Однако это предположение никоим образом не объясняло происходящее впоследствии ухудшение промысловой обстановки, рассредоточение донных рыб по поверхностям и склонам банок и переход их на питание бентосом.

Выполненные автором в летний сезон 1981 г. в научно-исследовательском рейсе НПС «Скиф» экспериментальные работы позволили объяснить эти противоречия. Было установлено, что в периоды благоприятной промысловой обстановки нагульные скопления рыб облавливались в пределах градиентной зоны, контактирующей со склоном банки. Над вершинной поверхностью банки в это время образовывался и быстро, со скоростью до 50-100 м/сут, развивался вверх однородный столб, внутри которого происходило разрушение холодной прослойки, являющейся неотъемлемой составной частью антарктической поверхностной водной массы в «летний» период года [3, 5, 6].

При прохождении штормов и усилении ветров западных румбов до 20 м/с и более и развитии дрейфовых течений, совпадающих по направлению с основным потоком Антарктического циркумполярного течения (АЦТ) и накладывающихся на него, происходил «отрыв» однородного столба от вершины банки и восстановление над ней нетрансформированной антарктической структуры вод с хорошо выраженной холодной прослойкой. Градиентная зона, ранее контактирующая со склоном банки, исчезала, а скопления рыб рассредотачивались, переходя на питание бентосом.

При ослаблении западных ветров и дрейфовых течений, через сутки-двое, начиналось новое образование однородного слоя над банкой и формирование касающейся склонов банки градиентной зоны, отделяющей этот слой от омывающих склоны банки Антарктических глубинных водных масс (АГВМ) АЦТ: рыбы начинали скапливаться и активно питаться. По мере роста однородного слоя над банкой градиентная зона становилась более выраженной и спускалась вниз, по склону банки, а вместе с ней смещались вниз и скопления продолжающей активно питаться рыбы [3]. Таким образом, становилась очевидной связь между происходящими над банкой процессами вертикального перемешивания, образованием градиентной зоны и скапливанием рыбы для нагула в месте контакта этой зоны со склонами банки.

Ответ на вопрос, каким образом пелагический макрозоопланктон оказывается в придонном слое и скапливается в узком диапазоне глубин, в контактирующей со склонами банок градиентной зоне, дает выявленная экспериментальным путем высокая (до 50-100 м в сутки) скорость вертикального развития однородного слоя над банками, несопоставимая с привычными общепринятыми верти-

кальными скоростями в океане, составляющими обычно от 0,01 до 0,0001 см/с, тем более что в данном случае наблюдалась не скорость подъема или опускания вод, а процесс вертикального перемешивания, при котором реальные скорости должны быть выше рассчитанных по скоростям роста однородного столба над вершиной банки, составляющим 0,5-1,5 см/с, т. е. скорости вертикального перемешивания становятся сопоставимы с горизонтальными скоростями морских течений, переносящих макрозоопланктон. Таким образом, становится возможной активная транспортировка вниз макропланктона, максимальные концентрации которого в Антарктической структуре вод наблюдаются в период антарктического лета на верхней границе холодной прослойки, в сезонном пикноклине, а зимой – на границе раздела Антарктической поверхностной (АПВМ) и Антарктической глубинной (АГВМ) водных масс. Скапливание планктона в пикноклине, контактирующем со склоном банки, формирует благоприятную для нагула донных рыб кормовую базу. Как установлено ранее [3, 5], столь высокие скорости вертикального перемешивания могут быть объяснены, исходя из особенностей Антарктической структуры вод, в пределах которой граница раздела между АПВМ и АГВМ за счет разнонаправленного вклада градиентов температуры и солёности в градиент плотности слабостратифицирована и, складываясь в условиях «двойной диффузии», имеет сложную ступенчатую структуру, состоящую из однородных конвективных слоев, разделенных микроскачками плотности.

Вихреобразование над банкой, независимо от характера циркуляции, играет роль своего рода толчка, запускающего по «принципу домино» последовательное разрушение микроскачков плотности и образование внутри пограничного слоя однородного столба, вертикальная устойчивость вод внутри которого близка к нулю или отрицательна, что подтверждается результатами расчетов. При этом по мере роста столба до верхней границы холодной прослойки сезонный пикноклин ослаблялся, вплоть до полного его исчезновения над банкой, сохраняясь, однако, над ее склонами. Об этом наглядно свидетельствуют океанографические данные разрезов, неоднократно выполнявшихся над банками с выходом на глубины до 2000 м и более [7].

Такие топографические вихри, являющиеся как бы продолжением подводных гор, изолированные от набегающего потока и обтекаемые им, были предсказаны теоретиками и получили название «конусов Тейлора-Хогга», а при распространении от вершины банки до поверхности океана – «столбов Тэйлора-Праудмена». Над исследуемыми банками наблюдались оба явления, причем чаще наблюдались «конусы Тейлора-Хогга» со скоростью роста 50-100 м/сут, а 300-метровый «столб Тэйлора-Праудмена» образовался в течение трех суток [5].

Многие ученые, занимавшиеся исследованием особенностей вихреобразования над подводными горами, не находили такие вихри в океане. Причина могла быть в том, что исследования проводились или в стратифицированном океане, где энергии вихря недостаточно для вертикального развития, или недостаточно детально. Возможность развития вихря в условиях слабостратифицированной границы раздела водных масс и включения дополнительного фактора в виде внутрислойного конвективного перемешивания вообще не рассматривалась.

В данном конкретном случае, в Южном океане вообще и на антарктических банках Обь и Лена в частности, объяснялось это, как правило, недостаточной детализацией данных океанографических съемок, большим расстоянием между станциями и разрезами, а также отсутствием зондирующей аппаратуры. Использование батометров со сбором данных согласно методике на стандартных горизонтах (0, 10, 20, 30, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 400, 500, 600, 800, 1000 м) не позволяло получить репрезентативные данные, реально отражающие происходящие над вершинами и склонами гор процессы. Отход от стандартных методик, выразившийся в сборе данных на дополнительных горизонтах при выполнении океанографических притраловых станций от горизонта 100 м до дна через 10-20 м, а также в сокращении расстояния между станциями над склонами банки с привязкой к глубине места позволили получить принципиально новую информацию, показавшую реальную картину происходивших над вершиной и склонами банки гидрофизических и гидродинамических процессов и в итоге обосновать закономерность существования на банках значительных популяций донных рыб, в периоды вертикального развития вихрей активно питающихся пелагическим макрозоопланктоном, а при отрыве вихрей и до образования новых – рассредотачивающихся по склонам банки и перехо-

дящих на питание бентосом. Таким образом, зная причины синоптической изменчивости промысловой обстановки на антарктических банках, можно рационально вести промысел, прогнозируя ее ухудшение и улучшение на основании краткосрочных прогнозов особенностей атмосферной циркуляции.

При ведении исследовательских и промысловых работ в районе архипелага Кергелен была отмечена не только синоптическая изменчивость промысловой обстановки, но и значительная межгодовая изменчивость запасов промысловых рыб – от 70-90 до 250-280 тыс. т [11], а также полное отсутствие скоплений рыбы в традиционных местах промысла в отдельные годы, как это наблюдалось в 1987 г.

Установлено, что в 1987 г. отмечено смещение к югу Полярной Фронтальной зоны [1], в результате чего архипелаг оказался в Субантарктической структуре вод, в поверхностной водной массе которой холодная прослойка отсутствует и, соответственно, пограничный слой, разделяющий поверхностную и глубинную водные массы, не имеет своей тонкой структуры, разрушающейся под воздействием топогенного эффекта со всеми рассмотренными выше последствиями.

Причиной меандрирования ПФЗ может быть межгодовая изменчивость интенсивности Антарктического циркумполярного течения, отклоняемого к югу подводным хребтом Кергелен. Наличие такой изменчивости, имеющей квазитрехлетнюю периодичность, подтверждено межгодовой изменчивостью теплосодержания глубинных вод, поступающих за счет этого отклонения в центральную часть сектора и в море Содружества, определяя в итоге особенности формирования, функционирования и межгодовой изменчивости состояния высокопродуктивных экосистем морей Содружества и Космонавтов.

В море Содружества основным промысловым объектом являлся антарктический криль, скопления которого образовывались как в открытой части моря, в зоне Антарктической дивергенции, так и над материковым склоном Антарктиды, в ВПФЗ. В разные годы запасы криля колебались от 80 до 300 млн. т, а допустимый вылов оценивался в 10 % от его суммарной биомассы [9]. Межгодовая изменчивость наблюдалась также и в особенностях распределения и поведения скоплений криля.

Более подробно условия формирования, функционирования и межгодовой и внутрисезонной изменчивости состояния экосистемы моря Содружества рассматривались ранее [6]. Остановимся лишь на основных моментах. Само формирование высокой продуктивности экосистемы моря обусловлено постоянным поступлением сюда большого количества глубинных вод, вследствие которого граница раздела между АПВМ и АГВМ в море Содружества расположена выше, чем в смежных с ним морях, а сами теплые глубинные воды достигают материкового склона, формируя более выраженную ВПФЗ над материковым склоном, и даже поступают в шельфовую зону в виде придонного слоя вод с повышенной температурой.

В годы интенсификации АЦТ граница раздела АПВМ и АГВМ приподнимается еще выше, и стационарирование атмосферных циклонов приводит к формированию мезомасштабных циклонических вихрей в гидросфере, из которых и складывается зона Антарктической дивергенции (АД), причем циклоническая циркуляция охватывает не только слой АПВМ. В этот процесс вовлекаются и глубинные воды, верхняя граница которых поднимается. Подъем глубинных вод дестабилизирует тонкую структуру пограничного слоя, и в нем развиваются процессы вертикального перемешивания, сходные с наблюдавшимися над антарктическими банками, только вместо топогенного эффекта действует атмосферная циркуляция. В итоге в пограничном слое возникают и развиваются вверх и вниз внутритермоклинные вихри, в верхней части разрушающие холодную прослойку, а в нижней – распространяющиеся до глубин 1000-1200 м. При этом в слой поверхностных вод поступает большое количество биогенных веществ с больших глубин, создавая благоприятные условия для развития первичной продукции непосредственно в годы интенсификации АЦТ и тем самым влияя в конечном счете на продукцию зоопланктона и, по-видимому, на межгодовую изменчивость запасов антарктического криля.

Являясь мощными квазистационарными динамическими и внутривидовыми образованиями, существующими в течение всего антарктического лета, эти вихри, вероятно, являются центрами биотопа экосистемы моря Содружества. Об этом свидетельствует не только высокий уровень про-

дуктивности фито- и зоопланктона, но и массовый нерест криля, икра которого в процессе вертикального перемешивания в пределах двумерных внутритермоклинных вихрей сначала опускается, спасаясь тем самым от выедания хищным зоопланктоном, а затем, по мере выклева личинок и их дальнейшего развития, они поднимаются в деятельный слой.

Что касается рыбных ресурсов морей Содружества и Космонавтов, то наибольший интерес представляет ледяная рыба Вильсона, суммарные запасы которой в шельфовой зоне моря Космонавтов оценивались в 80-100 тыс. т, а рекомендованная величина изъятия составляла около 20 тыс. т [10]. Плотные нагульные скопления этой рыбы, активно питавшейся антарктическим крилем, облавливались на некоторых банках шельфовой зоны моря, но в отдельные годы на тех же банках скопления отсутствовали, рыба была рассредоточена и питалась бентосом.

Таким образом, и на банках открытого океана, и на шельфовых банках моря Космонавтов хорошая промысловая обстановка обусловлена наличием кормовой базы, представленной пелагическим макрозоопланктоном, в массовом количестве поступающим к вершинам банок. Только в первом случае, на банках открытого океана, наблюдалась синоптическая изменчивость промысловой обстановки, а во втором – на одних и тех же шельфовых банках моря Космонавтов скопления в отдельные годы отсутствовали в течение всего антарктического лета, т. е. изменчивость была межгодовой. Причина этой изменчивости связана с наблюдавшейся межгодовой изменчивостью структуры вод в зоне шельфа. Обычно структура ШВМ летом складывается из относительно тонкого и прогретого верхнего слоя толщиной в несколько десятков метров, сезонного пикноклина и подстилающей его однородной ШВМ, температура которой близка к точке замерзания (-1,8)-(-1,9) °С.

В годы активного поступления АГВМ в центральную часть сектора эти воды распространяются в трансформированном виде и в шельфовой зоне, что хорошо прослеживается по повышению температуры в придонном слое. Именно наличием или отсутствием трансформированной АГВМ в зоне шельфа объясняется возможность или невозможность вертикального развития топографических вихрей над одними и теми же шельфовыми банками и, соответственно, ослабление сезонного пикноклина, вовлечение в вертикальное перемешивание скапливавшегося в сезонном пикноклине антарктического криля, опускание его вниз, к вершинам шельфовых банок, и образование нагульных скоплений ледяной рыбы Вильсона, активно питающейся крилем [8], т. е. механизм образования скоплений донных рыб на шельфовых банках моря Космонавтов аналогичен рассмотренному на банках Обь и Лена. Необходимым и достаточным условием рыбопродуктивности шельфовых банок моря Космонавтов является проникновение в шельфовую зону теплых глубинных вод в придонном слое, и этот критерий следует учитывать при планировании ведения промысла ледяной рыбы Вильсона.

ВЫВОДЫ

1. Выявлены условия образования промысловых скоплений ценных донных рыб на антарктических банках Обь и Лена, связанные с быстрым вертикальным развитием топографических вихрей, обусловленным разрушением над банками тонкой структуры пограничного слоя, разделяющего АПВМ и АГВМ, благодаря чему обеспечивается массовое поступление макропланктона сверху вниз и скапливание его на периферии вихря, что создает благоприятные условия для нагула рыбы.
2. Установлены причины синоптической изменчивости промысловой обстановки, связанной с «отрывом» вихрей от банок при стационаровании и прохождении атмосферных циклонов и длительном, более суток, воздействии сильных западных ветров со скоростями более 20 м/сек, возбуждающих в поверхностных водах дрейфовые течения, накладывающиеся на основной поток АЦТ.
3. Поскольку при ослаблении западных ветров и, соответственно, течения над банкой ситуация с быстрым вертикальным развитием топографического вихря спустя 24-48 часов повторяется, представляется возможным осуществлять прогнозирование синоптической изменчивости про-

мысловой обстановки и, используя краткосрочные прогнозы атмосферной циркуляции, рационально вести промысел рыбы.

4. Нахождение архипелага Кергелен в АСВ обуславливает тождественность условий формирования скоплений донных рыб на его банках и островных склонах рассмотренным выше, и, соответственно, синоптическую изменчивость промобстановки можно объяснить особенностями атмосферной циркуляции. Отсутствие промысловых скоплений рыб в традиционных местах промысла в районе архипелага в отдельные годы обусловлено макроклиматическими процессами, влияющими на межгодовую изменчивость АЦТ и приводящими к наблюдавшемуся смещению к югу разделяющей антарктическую и субантарктическую структуры вод ПФЗ в районе архипелага Кергелен и нахождению его в эти годы в водах Субантарктики, где гидрофизические предпосылки быстрого вертикального перемешивания под воздействием топогенного эффекта изначально отсутствуют, со всеми вытекающими последствиями. Наличие межгодовой изменчивости интенсивности АЦТ хорошо подтверждается количеством тепла, поступающего в центральную часть сектора и, соответственно, в море Содружества с глубинными водами АЦТ, которые подводным хребтом Кергелен отклоняются к югу, определяя многие особенности происходящих там продукционных процессов.
5. Формирование относительно изолированной от смежных морей высокопродуктивной экосистемы моря Содружества обусловлено интенсивным поступлением сюда глубинных вод, отклоняемых к югу подводным хребтом Кергелен, приводящим в итоге к более близкому к поверхности залеганию границы раздела поверхностных и глубинных вод. В результате стационарирования атмосферных циклонов генерация циклонических вихрей в гидросфере захватывает и глубинные воды, приводя к разрушению пограничного слоя, затем холодной прослойки и, в дальнейшем, к образованию квазистационарных мезомасштабных двумерных вихрей со сложной внутренней структурой, в которых происходит интенсивное вертикальное перемешивание до глубин 1000-1200 м. Интенсивное развитие продукционных процессов в верхней части вихрей, скапливание и массовый нерест криля в их пределах позволяет рассматривать их в качестве центров биотопа экосистемы моря. Наблюдающаяся межгодовая изменчивость в интенсивности поступления глубинных вод в море Содружества, по-видимому, и определяет межгодовые колебания в оценке запасов антарктического криля и особенностей его распределения. Массовые скопления криля образуются также над материковым склоном, в пределах ВПФЗ, причем в годы интенсификации АЦТ фронтальная зона более выражена, скопления плотнее и местоположение их устойчивее во времени и пространстве.
6. Необходимым и достаточным условием рыбопродуктивности шельфовых банок моря Космонавтов является возможность поступления АГВМ к материковому склону и распространения их в придонном слое вод шельфа, хорошо прослеживающегося по повышению температуры у дна. Только в такие годы генерируемые банками топографические вихри получают вертикальное развитие и становятся «гидродинамическими ловушками», способными транспортировать к вершинам банок макрозоопланктон и криль, создавая благоприятную для нагула ледяной рыбы Вильсона кормовую базу.
7. Учитывая выявленные особенности формирования и функционирования промысловых районов, зависимость поведенческих реакций объектов промысла от гидродинамических и гидроструктурных предпосылок разного пространственного и временного масштаба, при возобновлении исследований и промысла в Индийском секторе Южного океана представляется целесообразным ежегодно в начале летнего сезона выполнять реперный океанографический разрез по 70 или 75 меридиану, от 40 параллели и до материкового склона Антарктиды. Полученная при этом информация позволит судить о положении основных фронтальных зон в центральной части сектора, интенсивности поступления глубинных вод в район моря Содружества и, соответственно, получить привязку к конкретным особенностям предстоящего сезона и рационально спланировать работу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кляусов А.В. О положении Южного полярного фронта в районе островов Кергелен и Херд осенью // Океанология. – 1990. – Т. 30, вып. 2. – С. 195-203.
2. Кляусов А.В., Ланин В.И. Положение и некоторые особенности структуры пришельфовой фронтальной зоны в море Содружества // Океанология. – 1987. – Т. 27, № 3. – С. 384-390.
3. Ланин В.И. Гидрологические предпосылки образования и распада промысловых скоплений рыбы на банках Обь и Лена // Рыбохозяйственное использование ресурсов Мирового океана. – М.: ЦНИИТЭИРХ, 1983. – С. 14-26.
4. Ланин В.И., Боровская Р.В. Гидрологические предпосылки обитания и образования скоплений антарктической серебрянки // Сырьевые ресурсы антарктической зоны океана и проблемы их рационального использования : тез. докл. Всесоюз. науч. конф. (Керчь, 1983). – Керчь: ЮгНИРО, 1983. – С. 111-113.
5. Ланин В.И. Океанографические предпосылки формирования рыбопродуктивности и состава ихтиоцены в районах островов и подводных гор Южного океана // Пелагические экосистемы Южного океана. – М.: Наука, 1993. – С. 90-96.
6. Ланин В.И. Океанографические основы формирования, функционирования и межгодовой изменчивости состояния экосистем антарктических морей // Пелагические экосистемы Южного океана. – М.: Наука, 1993. – С. 63-80.
7. Ланин В.И. Промысловая продуктивность подводных гор, закономерности формирования и рационального использования // Труды ЮгНИРО. – Керчь: ЮгНИРО, 2015. – Т. 53. – С. 184-192.
8. Ланин В.И., Пелевин А.С. Условия обитания и образования скоплений ледяной рыбы Вильсона в море Космонавтов // Пелагические экосистемы Южного океана. – М.: Наука, 1993. – С. 83-90.
9. Промысловое описание моря Содружества и прилегающих вод. – СПб.: Главное управление навигации и картографии, 1983. – 41 с.
10. Промысловое описание моря Космонавтов. – СПб.: Главное управление навигации и картографии, 1990. – 79 с.
11. Промысловое описание северной части хребта Кергелен. – СПб.: Главное управление навигации и картографии, 1992. – 81 с.
12. Соловьев Б.С. Сырьевая база и перспективы промысла в Индийском океане за пределами 200-мильной экономической зоны // Промысловые ресурсы открытой части Индийского океана и их использование. – М.: ВНИРО, 1998. – Т. 139а. – С. 89-100.
13. Чечун И.С. Питание серой нототении *Notothenia squamifrons* (Nototheniidae). – М.: ВНИРО, 1974. – Т. 96. – С. 95-100.

Поступила 22.04.2016 г.

Fishing and oceanological investigations in the Indian part of the Southern Ocean. V. I. Lanin. Results of the fishing and oceanological investigations carried out in the Indian part of the Southern Ocean from the early 1970s till the late 1980s have been analyzed. It was found out that several commercial fish species (grey rockcod *Lepidonotothen squamifrons* and marbled rockcod *Notothenia rossii*, mackerel icefish *Champocephalus gunnari* and Patagonian toothfish *Dissostichus eleginoides*), inhabiting the area adjacent to the northern border of the waters of the Antarctic structure (polar-front zone), several sea mounts (Ob and Lena banks), the slopes and shelf banks of the Kerguelen Islands, as well as spiny icefish *Chaenodraco wilsoni*, dwelling in the shelf waters of the Cosmonaut Sea, are viable for exploitation. Antarctic krill, which major stocks are concentrated in the Cooperation Sea, is an important and valuable food object. Oceanographic prerequisites for fish productivity formation, related to peculiarities of vertical development of topographic vortices in the Antarctic water structure, have been determined. Rapid vertical development of vortices and formation of Taylor-Hogg cones and Taylor-Proudman columns over seamounts is preconditioned by destruction of fine structure of the boundary layer, dividing surface and deep water masses, and by the intralayer convective overturn, contributing to that process. Causes for synoptic changeability and interannual variability of fishing conditions have been identified. The formation peculiarities for the high-productive ecosystem of the Cooperation Sea, associated with the major intake of deep waters, diverted southwards by the Kerguelen submerged ridge, are scientifically grounded. Interannual variability in the intensity of the Antarctic Circumpolar Current (ACC) can be traced in the amount of deep water masses incoming to the sea area, which influences the state of water structure in the Cooperation Sea and ultimately determines interannual variability of its productivity.

Keywords: sea mounts, topographic vortex, water structure, productivity, fishing targets, synoptic changeability, interannual variations, fishing conditions, intralayer convective overturn, Taylor-Hogg cones, Taylor-Proudman columns