

**СИНОПТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ЗАПАСОВ
ТРЕСКИ В БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ В 2005 Г. НА ОСНОВЕ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ
ТЕХНОЛОГИЙ ИЗУЧЕНИЯ БИОРЕСУРСОВ**

**SYNOPTIC MONITORING OF COD STOCKS IN
BARENTS SEA IN 2005 ON THE BASIS OF APPLICATION
OF STATE-OF-THE-ART EXPLORATORY
TECHNOLOGIES OF STUDYING OF BIORESOURCES**

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ
(ВНИРО)

MINISTRY FOR AGRICULTURE OF THE RUSSIAN FEDERATION
FEDERAL AGENCY FOR FISHERIES
RUSSIAN FEDERAL RESEARCH INSTITUTE OF FISHERIES AND OCEANOGRAPHY (VNIRO)

102515

**SYNOPTIC MONITORING OF COD STOCKS
IN BARENTS SEA IN 2005 ON THE BASIS
OF APPLICATION OF STATE-OF-THE-ART
EXPLORATORY TECHNOLOGIES OF STUDYING
OF BIORESOURCES**

**MOSCOW
VNIRO PUBLISHING
2006**

**СИНОПТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ
ЗАПАСОВ ТРЕСКИ В БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ В 2005 Г.
НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ
ИЗУЧЕНИЯ БИОРЕСУРСОВ**

**МОСКВА
ИЗДАТЕЛЬСТВО ВНИРО
2006**

БОРИСОВ В.М., БОЙЧУК С.И., ВАНЮШИН Г.П., ГОМОНОВ А.Д., КЛОЧКОВ Д.Н., КОТЕНЕВ Б.Н., КРЫЛОВ Г.Г., ШАТОХИН Б.М.

С 38 СИНОПТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ЗАПАСОВ ТРЕСКИ В БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ В 2005 Г. НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ИЗУЧЕНИЯ БИОРЕСУРСОВ. – М.: Изд-во ВНИРО, 2006 – 52 с.

Настоящее исследование выполнено в рамках реализации в 2005 году под руководством ВНИРО Программы «Комплексное изучение промысловых запасов трески и пикши Баренцева моря на основе использования современных исследовательских технологий изучения биоресурсов на период 2005-2008 гг.», утвержденной Руководителем Федерального агентства по рыболовству **С.В.Ильясовым**. В условиях ведения крупномасштабного промысла донных рыб в Баренцевом море необходимо максимально снизить возможность неопределенностей и ошибок в оценке численности и биомассы их промыслового запаса. Исключительно важен экосистемный подход к оценке запасов промысловых гидробионтов путем организации и проведения круглогодичного синоптического комплексного мониторинга экосистемы Баренцева моря и рыбных.

Современные технологии спутникового слежения за состоянием океана и дислокацией добывающего флота позволяют достаточно объективно, используя отчетные данные промысловых судов, определять биомассу промысловых гидробионтов. Приведенная в работе оценка биомассы промыслового запаса трески – 2,56 млн. т, в соответствии с изложенным методом расчета, является его нижней границей в 2005 г. В эту оценку не входит часть запаса, распределяющаяся на границах нагульного ареала и не охваченная промысловой деятельностью. Т.е. имеется достаточно оснований полагать, что в оценке общего запаса трески Баренцева моря в последние годы происходит систематический недоучет.

BORISOV V.M., BOYCHUK S.I., VANYUSHIN G.P., GOMONOV A.D., KLOCHKOV D.N., KOTENEV B.N., KRYLOV G.G., SHATOKHIN B.M.

SYNOPTIC MONITORING OF COD STOCKS IN BARENTS SEA IN 2005 ON THE BASIS OF APPLICATION OF STATE-OF-THE-ART EXPLORATORY TECHNOLOGIES OF STUDYING OF BIORESOURCES. - M.: VNIRO Publishing, 2006 - 52 p.

The present research was carried out within the framework of implementation in 2005 under VNIRO administration of the Program «Complex studying of Barents Sea cod and haddock stocks on the basis of application of state-of-the art exploratory technologies of studying of bioresources for the period of 2005-2008», approved by the Chief of Federal Agency for Fisheries **S.V.Ilyasov**. In conditions of conducting a large-scale fishery of demersal fishes in Barents Sea it is necessary to lower as much as possible an opportunity for uncertainty and errors in the assessment of their fishing stock abundance and biomass. It is extremely important to ensure ecosystem approach to the assessment of stocks of fishing hydrobionts. A primary element of such approach is the organization and carrying out of year-round synoptic comprehensive monitoring of the Barents Sea ecosystem and fish stocks.

State-of-the-art technologies of satellite monitoring of the state of the ocean and dislocation of fishing fleet allow us to estimate the biomass of fishing hydrobionts objectively enough using the data from fishing vessels. The estimate of cod fishing biomass given in paper (2.56 million t), according to the stated design technique, is its lower limit in 2005. The marginal part of the stock of a feeding area not swept by fishing activity is not included in this evaluation. I.e. there are enough grounds to assume that the Barents Sea cod total stock biomass was underestimated in recent years regularly.

ВВЕДЕНИЕ

В последней трети XX века произошли важные изменения в научных представлениях о биологической продуктивности океана, в частности, об его рыбопромысловой продуктивности. Тезис о неисчерпаемости биоресурсов океана уступил место обоснованной убежденности в их ограниченности и опасности подрыва с учетом современных возможностей добычи. Все это предопределило необходимость регулирования рыболовства, основной смысл которого состоит в ограничении изъятия биологических ресурсов уровнями, обеспечивающими их нормальное воспроизводство. Разработаны различные принципы и методы регулирования рыболовства, но наиболее распространенным и признанным является подход, основанный на оценках запасов и квотировании уловов. Высокая стоимость и сложность этого подхода ограничили его применение преимущественно развитыми странами, но на протяжении достаточно долгого времени он давал вполне удовлетворительные результаты.

Однако в последние годы во многих регионах, где осуществляется регулирование рыболовства на основе оценки запасов и квотирования, произошло резкое сокращение численности важнейших промысловых популяций. Причины этого окончательно не установлены, но среди возможных из них, естественно, называется несовершенство самого подхода к управлению водными биоресурсами. Подвергается сомнению достоверность получаемых оценок запасов существующими методами и высказывается настоятельная необходимость разработки новых методологий (Кочиков, 2001).

Принцип экосистемного подхода к управлению водными биоресурсами, на наш взгляд, дает возможность с учетом отечественного длительного опыта экосистемного изучения биоресурсов уйти от формального математического подхода к оценке сложной биологической ситуации и перейти к экосистемной оценке уровней использования водных биоресурсов в морских экосистемах. Он позволяет с учетом того режима, в котором в настоящее время находятся экосистема и популяции промысловых видов, оптимально использовать их с высоким темпом воспроизводства и бережно относиться к запасам, воспроизводство которых происходит на минимальном уровне в силу климатических причин, а часто не из-за рыболовства.

Современным видом управления запасов в зоне ИКЕС является «предосторожный подход», основанный на предотвращении подрыва пополнения следующего года. Подобное управление должно гарантировать устойчивость рыбных запасов, хотя признается, что долговременная выгода от эксплуатации ресурсов будет ниже оптимальной (Тьелмеланд и др., 2005). В тоже время установление в настоящее время завышенных уровней биомассы нерестового запаса, соответствующих «предосторожному подходу», приводит к значительному недоиспользованию массовых промысловых видов в Северо-Восточной Атлантике (трески, пикши, сайды, сельди, путассу, скумбрии). Одновременно в этих экосистемах создаются напряженные трофические взаимоотношения, в результате которых суммарные темпы роста рыбопродукции резко снижа-

ются, т.е. снижается рыбопродуктивность экосистем. К сожалению, это нерациональное использование биоресурсов до конца не учитывается ни ученым сообществом, ни управленцами (Котенев и др., 2005).

Северо-Восточная Атлантика является одним из традиционных районов российского рыбного промысла. Ее сырьевая база обеспечивала в последнем десятилетии ежегодно до 0,8-1 млн.т отечественного вылова всех гидробионтов, включая и таких, наиболее ценных, как треска и пикша.

Российский вылов этих видов составляет сейчас 250-270 тыс.т при суммарном ОДУ близком к 500-600 тыс.т. Есть основания полагать, что современное состояние запасов тресковых позволяет существенно увеличить ОДУ и соответственно квоты России. Однако основным сдерживающим моментом к этому является, ставшая весьма популярной, идеология «предосторожного подхода», практически сводящаяся к минимизации ОДУ вне связи с действительным состоянием запаса и его зависимостью, прежде всего, от изменяющихся условий среды.

Суть комплексного синоптического изучения состояния морских биоресурсов заключается в организации непрерывного наблюдения за влиянием элементарных (относительно постоянных, чаще в течение 3-5-7 суток) сменяющихся метеорологических периодов на формирование сезонных условий обитания рыбы, от которых в конечном счете зависят выживаемость поколений, наличие и интенсивность развития кормовой базы и связанного с ней распределения рыбы. Последнее особенно важно учитывать при проведении тралово-акустических съемок, длящихся 25-30 суток, включающих в себя 3-4 и более разнородных синоптических периодов.

Результаты исследований оценки запаса арктической трески в Баренцевом море, приводящиеся в настоящей работе, являются пионерским опытом использования современных подходов к исследованию биоресурсов и заставляют более продуманно относиться к принципу «предосторожного подхода» и совершенствовать применяемые традиционные модели оценки запасов промысловых гидробионтов.

1. ОБЩАЯ ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ МОНИТОРИНГА БИОМАССЫ СКОПЛЕНИЙ ТРЕСКИ ПО ПРОМЫСЛОВО-БИОЛОГИЧЕСКИМ И ГИДРОАКУСТИЧЕСКИМ ДАННЫМ ДОБЫВАЮЩИХ СУДОВ

Проблематика рассматриваемого направления сырьевых исследований в целом охватывает большой круг вопросов отраслевой науки: от разработки методов инструментальных наблюдений, методик планирования и проведения морских съемок, до проблем исследования пространственно-временных закономерностей формирования и распределения рыбных скоплений, их миграций и поведения в зависимости от изменчивости условий внешней среды с учетом особенностей биологического состояния объектов промысла.

Специальный круг вопросов связан с проблемой восстановления полей плотности биомассы рыбных скоплений по площади на основе высокодисперсных данных тралово-акустических съемок с учетом влияния синоптической изменчивости условий среды.

В области инструментального количественного определения биомассы рыбных скоплений наибольшее развитие в последние два десятилетия получили гидроакустические инструментальные методы. Эти работы проводятся во многих странах (Норвегия, США, Канада, Франция и др.), активно занимающихся расширением возможностей и сферой их практического применения в рыбохозяйственных исследованиях.

Аналогичные работы, реализующие в той или иной мере отдельные элементы акустического мониторинга проводятся и в России (ПИНРО, ВНИРО, ТИНРО-Центр). В последние годы НПК «Морская информатика» совместно с ТИНРО-Центр (лаборатория промысловой гидроакустики) работает над развитием системного подхода к использованию акустических измерений в оценке промысловой значимости скоплений, а также в задачах прогнозирования и управления промыслом (Николаев и др., 2002).

Как правило, оценка биомассы локальных скоплений и общего запаса проводится с одновременным проведением контрольных тралений. По результатам анализа гидроакустических описаний скоплений, характеристик силы цели и результатов контрольных тралений выделяются страты с соответствующими размерно-возрастными характеристиками. Сформированные размерно-частотные ключи используются в системе интерактивной вторичной обработки, а также при расчете биомассы и численности скоплений (Юданов, Теслер, 1989). По результатам рассчитанных таким образом плотностей распределения на квадратную милю и общей площади обследованной акватории рассчитывается общая биомасса изучаемого вида. Многие исследователи, занимающиеся анализом распределения плотностей рыбных скоплений, полученных на основании гидроакустических методов (позволяющих в настоящий момент иметь наиболее подробную картину распределения рыбных скоплений) сходятся в том, что пространственное распределение плотности имеет довольно сложный характер, «что возможно определяется сложными гидрологическими процессами в районах съемок» (Николаев, 2000). При этом ни в одной работе не рассматривается задача учета, каких бы то ни было механизмов влияния этих процессов на распределение биомассы скоплений. Анализ данных

многих гидроакустических съемок убеждает в важности замечаний в упомянутой выше работе. Более того, системные исследования показывают большую зависимость распределения гидробионтов в пространстве и во времени от ряда термодинамических процессов в океане. При этом показывается, что учет этих зависимостей позволяет повысить эффективность проведения гидроакустических съемок с целью численного определения биомассы.

Основной сложностью при этом является учет характера влияния условий среды в синоптическом масштабе изменчивости на перераспределение исследуемой плотности рыбных скоплений, проходящее непосредственно в период съемки. В наибольшей степени влияние этого фактора на результат оценки запасов проявляется в те периоды времени, когда рыбные скопления меняют (иногда очень резко) свое поведение под влиянием соответствующих изменений условий среды. Причем это влияние может сказываться в двух аспектах. *Первый* связан с наличием локальных особенностей условий среды, которые могут существенно, «нелинейным» образом (по неизвестному априори закону), влиять на распределение плотности рыбных скоплений. В общей постановке эта задача связана с проблемой изучения свойств анизотропности распределения плотности рыбных скоплений в зависимости от феноменологических условий среды, проявляющихся на ограниченных участках акватории (Шатохин, 2005). Обобщая это, можно сделать вывод о том, что изменение закономерности локального пространственного распределения плотности скоплений является одной из проблемных методологических задач количественной оценки биомассы гидробионтов. Заметим, что при значительных (с точки зрения существенного влияния на поведение объектов) изменениях условий среды это обстоятельство будет приводить к значительным погрешностям в интерпретации гидроакустических данных, а также данных контрольных тралений, осуществляемых в одном «галсовом» направлении. В общей постановке эта задача связана с проблемой изучения свойств анизотропности распределения плотности рыбных скоплений в зависимости от локальных условий среды и биологического состояния объекта. *Второй* аспект связан с изменчивостью условий среды, которые могут вызывать на протяжении съемки новый импульс миграции рыбных скоплений, что, в свою очередь, сказывается на «региональном» перераспределении оцениваемых скоплений за период съемки.

Причем, эти изменения в значительной степени определяются синоптической изменчивостью перераспределения скоплений за относительно малые (по сравнению с общим переходом нагула) 10-12 дней, но на значительные расстояния (до 100-300 миль). Самым существенным при этом является процесс неравномерного макромасштабного влияния синоптической изменчивости условий среды на перераспределение трески по всему нагульному ареалу. Это, как указывалось выше, является одним из основных трудно учитываемым фактором при проведении количественных учетных съемок.

Оценивая характер влияния этих двух факторов на конечный результат съемок при имеющихся методиках их проведения (совокупность протяженных постоянных «линейных» галсов), нетрудно сделать следующие выводы:

- влияние первого фактора заключается в принципиальной невозможности надежно восстановить поле плотности по данным линейных галсов съемки в условиях отсутствия знаний о закономерностях условий среды, порождающих сильную пространственную анизотропию распределения рыбных скоплений;

- влияние второго фактора в условиях протяженности временного периода съемки, ограниченного количества научно-исследовательских судов и значительных ареалов распределения исследуемого запаса, может приводить к повторному или вообще ни разу не определяемому (в период съемки) учету части запаса. Как частный случай, влияние второго фактора может проявляться в изначальном неполном «покрытии» галсами съемки всей возможной акватории распределения запаса. Особенно часто такие ошибки в планировании съемок характерны для периода нагульных и нерестовых миграций, характеризующихся пульсирующим ареалом. Условия влияния среды в этот период могут вызывать существенное пространственное «обособление» значительной части нагуливающейся рыбы, которая при неправильном стратегическом планировании съемок может ими не охватываться.

Второй научно-методической проблемой, в значительной степени обусловленной рассмотренными выше обстоятельствами, является проблема формальной интерпретации данных съемок запасов. Или, иначе говоря, это проблема «формального восстановления полей распределения плотности изучаемого запаса промысловых объектов» в условиях выше описанных ограничений, возникающих при проведении съемок.

Таким образом, учитывая ограничения, накладываемые на точность методик количественной оценки биомассы запасов, связанные с выше перечисленными обстоятельствами, можно сформулировать основные принципиальные проблемы и привести их характеристики (табл. 1.1).

Таблица 1.1

**Основные проблемы проведения количественной оценки биомассы запасов
промысловых объектов**

Формулировка проблемы	Основные («причинные») характеристики проблемы, обусловленные природной сложностью объекта	Вытекающие («следственные») методологические проблемы съемки запасов	Экспериментальные оценки влияния на возможные искажения конечного результата
1. Нестационарность процессов распределения рыбных скоплений.	1. Перераспределение рыбных скоплений по пространству в течение съемки. 2. «Локальная» изменчивость плотности скоплений (анизотропность плотности и ее изменчивость).	Конечный результат измерений может содержать: 1) ошибки «повторов» либо «пропусков» скоплений; 2) алгоритмы восстановления полей плотности плохо учитывают анизотропность	1. – до 20% 2. – до 50-100%

Формулировка проблемы	Основные («причинные») характеристики проблемы, обусловленные природной сложностью объекта	Вытекающие («следственные») методологические проблемы съемки запасов	Экспериментальные оценки влияния на возможные искажения конечного результата
		локальных свойств распределения плотности.	
2. Принципиальная «природная» сложность пространственного распределения плотности рыбных скоплений.	1. Природный дискретный характер распределения плотности скоплений. 2. Значительная дисперсность плотности рыбных скоплений. 3. Смешанность рыбных скоплений по размерно-весовым группировкам.	Отсутствие адекватных моделей построения функций распределения, учитывающих: 1) 1) дискретность; 2) 2) дисперсность; 3) 3) поведение различных размерно-возрастных группировок.	1. 1. – до 20-30% 2. 2. – до 40% 3. 3. – до 20%
3. Малое количество судовых средств в период съемки, ограничение возможностей в планировании съемок.	1. Большие временные периоды проведения съемок. 2. Сокращение ареала исследований.	Недоучет и возможное искажение результатов в следствии отсутствия адекватного методологического обеспечения корректировки съемок.	1. 1. – 20% 2. 2. – 50%
4. Несовершенство измерительных средств мониторинга.	1. Несовершенство гидроакустической техники. 2. Проблемы уловистости орудий лова.	Учет систематических ошибок натуральных измерений.	Стандартно учитываемые погрешности (до 30%).

Примечание к таблице 1. В рамках ограниченности сроков проведения исследований на первом этапе не представляется возможным в полной мере провести научно-обоснованные выводы по оценке влияния вероятных ошибок путем количественных расчетов. Поэтому в 4-й графе таблицы частично приводятся экспертные оценки.

Настоящие исследования были направлены на минимизацию ошибок количественной оценки запасов, обусловленных влиянием проблемы нестационарности процессов распределения плотности биомассы скоплений (см. табл.1.1, форм. пробл. 1).

Дальнейшие исследования предполагают разработку методологических подходов минимизирующих влияние других поставленных проблем оценки запасов (см. табл. 1.1., форм. пробл. 2,3,4).

2. ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЧИВОСТИ УСЛОВИЙ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ НА ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ АРКТИЧЕСКОЙ ТРЕСКИ И ЕЕ РОЛЬ В ЭКОСИСТЕМЕ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

Из всех стад (популяций) атлантической трески самым северным является северо-восточное арктическое стадо, называемое также лофотено-баренцевоморским или аркто-норвежским.

Основная часть ареала этой трески находится в Баренцевом море, океанографические условия которого оказывают большое влияние на воспроизводство, динамику численности, распределение и поведение этого вида.

Основными океанографическими условиями, с точки зрения влияния на перечисленные характеристики биопродукционного потенциала трески, являются:

- система крупномасштабных квазистационарных течений Баренцева моря, их сезонная и межгодовая изменчивость;
- термодинамический режим синоптической изменчивости системы вихреградиентных течений;
- биопродукционный потенциал трофической цепи нижестоящего уровня.

Каждый из перечисленных факторов влияет на особенности жизненного цикла всего стада в целом, неравномерным образом влияя на отдельные фазовые составляющие: нагул, зимовка, нерест и различные миграции по пространству и времени.

2.1. Общие закономерности влияния крупномасштабных океанографических факторов на особенности жизненного цикла северо-восточной арктической трески

Циркуляцию водных масс Баренцева моря и схему квазистационарных течений, как наиболее значимых по влиянию факторов, дадим по исследованиям В.П.Новицкого. По недавно проведенным исследованиям учета вихреградиентных течений именно эти представления в наибольшей степени соответствуют современным знаниям о роли синоптической изменчивости.

Основные факторы, обуславливающие общую циркуляцию вод Баренцева моря

Общая схема циркуляции вод Баренцева моря (рис. 2.1) формируется под совокупным влиянием господствующих ветров, наблюдающихся продолжительное время над Баренцевым морем, водообмена с соседними морями и Северным Ледовитым океаном, а также плотностных и стоковых течений, существующих в этом море.

Основная роль принадлежит господствующим ветрам, приводящим в движение практически всю толщу вод Баренцева моря. Это подтверждается

наличием преимущественно односторонне направленного движения вод на больших пространствах моря с незначительно убывающими скоростями течений от поверхности моря и глубину.

Исключением является только самый придонный слой воды с присущей ему особой циркуляцией вод.

Циркуляция вод Баренцева моря характеризуется достаточно устойчивым циклоническим движением, сопровождающимся многочисленными антициклоническими и циклоническими круговоротами на различных участках моря. Это объясняется постоянно существующей над Баренцевым морем неравномерностью поля тангенциального давления господствующего ветра и деформирующим влиянием, оказываемым на морские течения сложным рельефом морского дна.

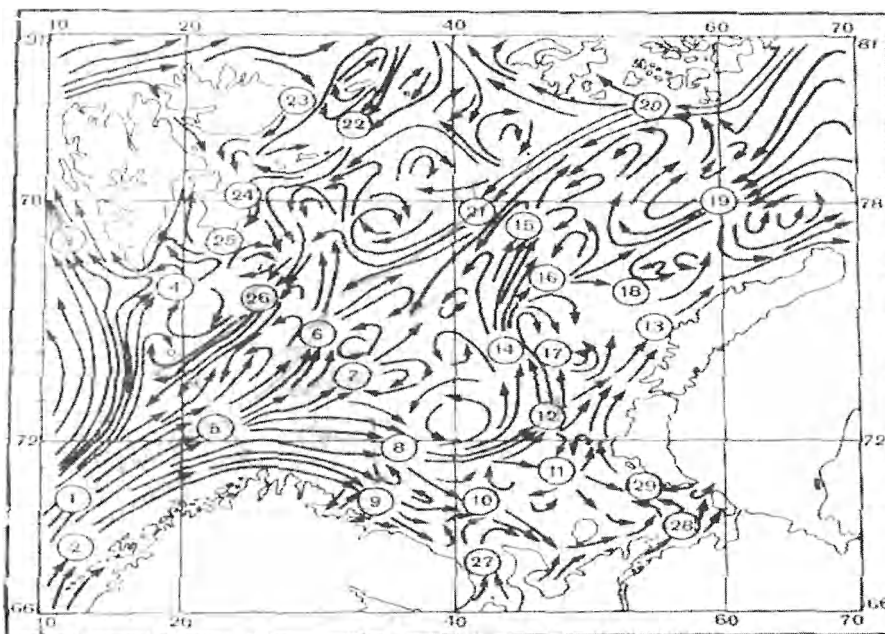


Рис. 2.1. Общая схема циркуляции вод Баренцева моря, по Ю.В.Преображенскому (южная половина моря) и В. П. Новицкому (северная половина моря)

1 - Восточная ветвь Норвежского течения, 2 - Прибрежное Норвежское течение, 3 - Западно-Шпицбергенское течение, 4 - Южно-Шпицбергенское (Зюйд-капское теплое) течение, 5 - Нордкапское течение, 6 - Северная ветвь Иорданского течения, 7 - Центральная (Средняя) ветвь Ноодкапского течения, 8 - Мурманское течение, 9 - Прибрежное Мурманское течение, 10 - Канинская ветвь Мурманского течения, 11 — Колгуевская ветвь Мурманского течения, 12 - Новоземельское течение, 13 - Прибрежное Новоземельское течение, 14 - Северо-Западное Новоземельское течение, 15 - Северо-Центральное течение, 16 - Северо-Новоземельское течение, 17 - течение Новоземельской банки, 18 - течение Горбовых островов, 19 - течение Полярного желоба, 20 - Прибрежное течение Земли Франца-Иосифа, 21 - Юго-западное течение (течение Персея), 22 - Восточно-Шпицбергенское течение, 23 - течение Северо-Восточной Земли, 24 - Прибрежное Восточно-Шпицбергенское течение, 25 - Зюйдкапская ветвь Восточно-Шпицбергенского течения, 26 - Надеждипско-Медвежинское течение, 27 - Беломорское сточное течение, 28 - Печорское течение, 29 - течение Литке.

Для изучения влияния ветра на морские течения были построены карты распределения условных значений функций полных потоков для зимы и лета (рис. 2.2). Расчет производился по среднемесячным картам распределения давления воздуха в характерные для вышеуказанных периодов месяцы — февраль (зима), июль и август (лето). Из рис. 2.2 видно следующее. Во-первых, дрейфовые течения под влиянием местных орографических особенностей носят в Баренцевом море достаточно сложный характер и значительно отличаются от упрощенных схем ветровых течений. Они хорошо согласуются с общей схемой постоянных течений, чем подтверждается большое влияние неравномерности поля тангенциального давления ветра и рельефа морского дна на характер постоянных течений Баренцева моря. Во-вторых, несмотря на наличие различного характера циркуляции атмосферы в различные сезоны года, карты условных значений функций полных потоков отображают более или менее устойчивый характер, как общей циркуляции вод моря, так и главных антициклонических и циклонических круговоротов воды. И, в-третьих, на основании карт условных значений функции полных потоков для февраля и августа можно предполагать, что зимой большая часть атлантических вод, вливающихся в Баренцево море между мысом Нордкап и о. Медвежий, движется по Западному желобу в северо-восточном направлении, тогда как в южной части моря к востоку движется их меньшая часть. В летнее время поступление атлантических вод в Баренцево море значительно ослаблено. Большая часть теплых вод переносится на восток Мурманским течением, а меньшая их часть выносится в северо-западную часть Баренцева моря Северной и Центральной ветвями Нордкапского течения.

Этим в значительной степени можно объяснить те часто наблюдающиеся случаи, когда в Западном желобе зимой продолжительное время наблюдается высокая температура воды, в то время как на восток происходит интенсивное выхолаживание вод. Той же причиной объясняется и относительное усиление летом Мурманского и Новоземельского течений, в результате чего атлантические воды, следуя вдоль западных берегов Новой Земли, проникают далеко на север.

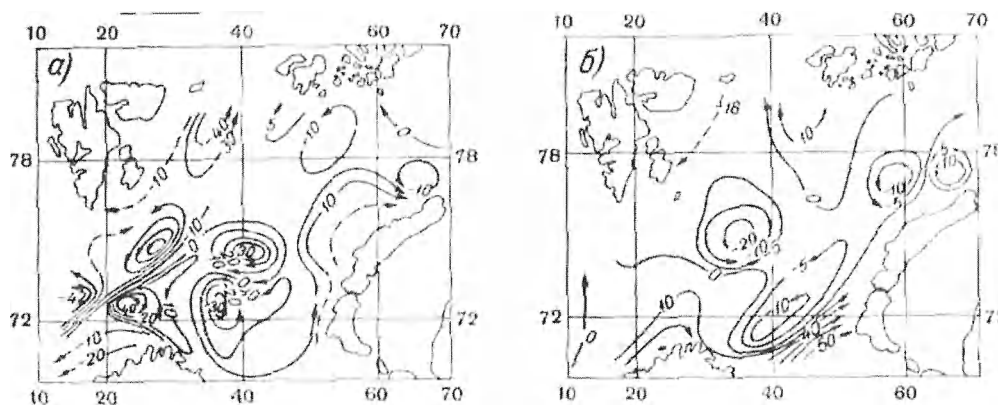


Рис. 2.2. Схема распределения условных значений функций полных потоков в феврале (а) и в августе (б)

Подчеркивая большую роль господствующих ветров в формировании общей циркуляции вод Баренцева моря, автор не отрицает и того влияния, которое оказывается на нее кратковременными ветрами. Эти ветры влияют на сложившуюся систему циркуляции вод поверхностного слоя, которая временно при наличии сильных ветров может значительно усложниться.

Такое убеждение основывается на следующих фактах. Во-первых, наблюдается принципиальное сходство между динамическими картами отдельных экспедиций, характеризующих динамическое состояние вод не только при различных гидрологических условиях, но и при различном режиме ветров. Этого бы не было, если бы влияние временных ветров распространялось на большие глубины. Во-вторых, как показывают наблюдения морских экспедиций в северной части Баренцева моря, ветровое перемешивание даже в периоды сильных штормов распространяется на незначительную глубину, охватывая, таким образом, сравнительно небольшую толщу поверхностных вод. В-третьих, расчеты показывают, что ветровые течения обладают небольшими скоростями, не превосходящими обычно скорости установившихся в море постоянных течений. Поэтому деформирующее влияние временного ветра на морские течения с глубиной затухают и они наиболее ощутимы только на поверхности моря.

Влияние водообмена на характер циркуляции вод выражается в том, что независимо от преобладания того или иного типа атмосферной циркуляции над Баренцевым морем, через юго-западный пролив его между мысом Нордкап и о.Медвежий происходит постоянный приток атлантических вод из Норвежского моря, распространяющихся затем в северо-западную, восточную и северо-восточную части Баренцева моря. Это явление можно объяснить тем, что благодаря атмосферной деятельности над Атлантическим океаном в Норвежское море постоянно поступают атлантические воды, часть которых вовлекается в общую циркуляцию вод собственно Норвежского и Гренландского морей, а другая их часть вливается в Центральный Полярный бассейн и в Баренцево море. При этом поступление атлантических вод в Баренцево море будет происходить более интенсивно при наличии восточного и отчасти западного типов атмосферной циркуляции и будет значительно ослабленным при наличии меридиональной циркуляции. На северной и северо-восточной границах Баренцева моря приток холодных вод усиливается при наличии меридиональных типов атмосферной циркуляции и ослабевает при восточных типах.

Наряду с притоком вод в Баренцево море через все его водные границы осуществляется и обратный вынос вод, чем и поддерживается его водный баланс. Как показывают расчеты (табл. 2.1), количество воды, участвующей в водообмене, значительно меняется с течением времени.

**Расход вод через северные пограничные разрезы Баренцева моря в слое
0-200 м (км³/час)**

Разрезы	Длина разрезов (мили)	Приход	Расход
Мыс Желания - о. Сальм	182	0,98	1,15
о. Виктория - о. Земля Александры	52	0,84	0,61

Наименьшее влияние на формирование общей циркуляции вод Баренцева моря имеют плотностные и стоковые течения. Плотностные течения при наличии в Баренцевом море очень малых горизонтальных градиентов плотности в общем слабы, а стоковые течения хотя и достаточно явственны, по свое влияние они могут проявлять в основном только летом и то в Ограниченных районах моря, например в юго-восточной части моря и вдоль западного побережья Новой Земли.

Все вышеуказанные течения - дрейфовые, плотностные и стоковые, накладываясь друг на друга, образуют ту общую циркуляцию вод, которую мы из-за относительного постоянства ее характера принимаем за единую систему постоянных течений.

Жизненный цикл северо-восточной арктической трески очень тесно связан с теплыми и солеными атлантическими водами. Поэтому северной границей распространения этого вида является зона полярного фронта – область смешения (трансформация) атлантических вод с более холодными водами арктического и Баренцевоморского происхождения.

Эта фронтальная зона наиболее хорошо выражена и устойчива в районе о.Медвежий. На остальной акватории моря изменчивость положения фронтальной зоны находится в очень больших пределах, что обуславливает большие межгодовые флуктуации нагульного ареала трески. Ее миграционный цикл можно представить по Ю.Ю.Марти (1980) в виде следующей схемы, включающей расселение и возвратную миграцию (рис.2.3).

Общая схема миграций трески, первоначально разработанная Масловым Н.А. (1968) для южной части моря, в настоящий момент существенно усовершенствована.

Исследования ученых ПИНРО показали, что северо-восточная арктическая треска, совершая весьма протяженные горизонтальные миграции в пределах своего ареала на самом севере Атлантики, является дальним мигрантом.

Миграции в той или иной степени совершают и икра и личинки трески, молодь и неполовозрелые особи. Но в наибольшей степени это свойственно рыбам в период половой зрелости.

Жизненный цикл трески Баренцева моря в существенной степени определяется системой «теплых» течений: Норвежским, Шпицбергенским, Нордкапским, Мурманским, Новоземельским, а также «холодными»:

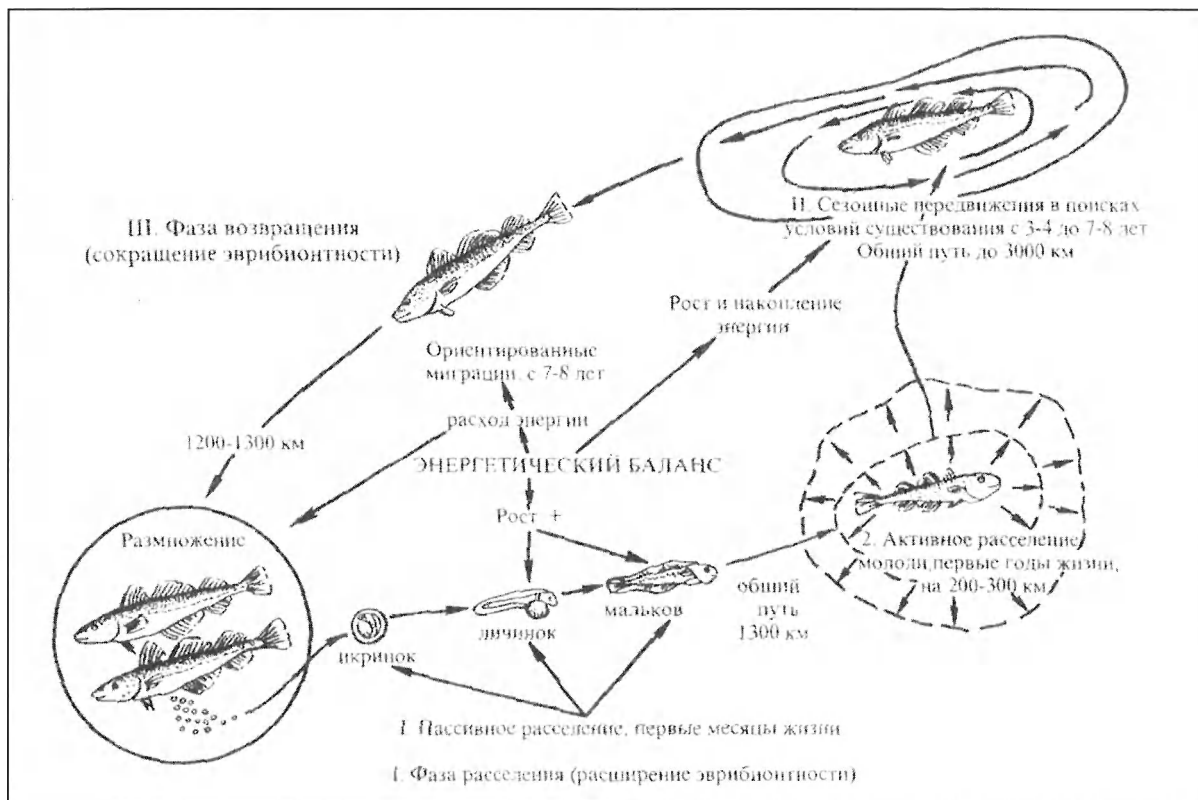


Рис. 2.3. Миграционный цикл, включающий расселение и возвратную миграцию на примере трески Баренцева моря (Марти, 1980)

Надеждинско-Медвежинским, течением Персея, течением Полярного желоба. Течения обеспечивают перенос икры и мальков из районов нереста в районы их дальнейшего развития, определяют условия среды в районах зимовки и нагула за счет термодинамической трансформации и образования синоптической структуры вихреградиентных зон – источников кормовой базы.

Нерестилища трески расположены на большой площади – от Мотовского залива до Ронсдальской банки, локализованы в основном в фиордах, заливах и мористых банках вдоль побережья Норвегии и Мурмана, в зонах действия мощных течений.

Не вдаваясь в очень важные, с точки зрения, полного понимания влияния течений на распределение молоди, сосредоточим внимание на влиянии факторов, определяющих *закономерности распределения промысловой части стада с целью оптимизации проведения съемок по оценке запасов.*

Нагульная миграция трески на восток и север начинается «в среднем» в апреле- мае, в момент окончания гидрологической «зимы» и началом «весны». Собственно сам процесс нереста трески «подгадывается» под начало гидрологической «весны», т.к. это способствует максимальному выживанию личинок и оптимальным условиям их последующего развития.

Важным обстоятельством, с точки зрения поставленной нами задачи, является неравномерность процесса нереста по пространству и, в силу значи-

тельной изменчивости термодинамических условий в районах нереста - неравномерность отхода рыбы от нерестилищ.

Конкретные пути миграции отходящей с нерестилищ трески зависят от конкретного района. Сроки и пути движения косяков в разные годы могут существенно различаться (по утверждению ученых ПИНРО (Треска Баренцева моря..., 2003)). Кроме того, учитывая различия термодинамических характеристик течений различия направлений миграций могут быть существенными также и в одном и том же сезоне конкретного года. Сроки, направления и темпы продвижения по этим направлениям также будут различаться в зависимости от термодинамических характеристик ветвей течений. К тому же, в силу особенностей наличия различного количества рыбы на различных участках акватории нереста будут различаться и количественные характеристики биомассы отходящей на нагул рыбы по основным направлениям миграции.

Многочисленные наблюдения ученых ПИНРО показывают, что нагульная миграция трески на восток и северо-восток идет в основном по трем генеральным направлениям, определяемым структурой основных течений: в Медвежинско-Шпицбергенском районе нагульная миграция проходит с мая по октябрь на север через Западный склон Медвежинской банки и Зюйдкапский желоб (по Западному и Южному Шпицбергенскому течениям) – до Западного Шпицбергена и района Надежды., а также на северо-восток через Восточный склон Медвежинской банки (по Северной ветви Нордкапского течения) – вплоть до района Надежды и Возвышенности Персея. Мигрирует треска и по Центральной ветви Нордкапского течения – через Нордкинскую и Демидовскую банки – на Центральную Возвышенность и далее.

Обобщением многочисленных исследований ученых ПИНРО по путям нагульных миграций трески является: ход промысла, анализ размерного состава рыбы, результаты мечения показывают, что в южной части Баренцева моря треска может мигрировать на восток разными путями. Первый – вдоль Основной ветви Мурманского течения через Мурманский язык, Мурманскую банку, Северный склон Мурманского мелководья, Северо-Центральный район и Гусиную банку. Другой миграционный путь трески проходит несколько южнее: вдоль Прибрежной ветви Мурманского течения через Финмаркенскую, Рыбачью и Кильдинские банки, Западный и Восточный Прибрежный районы. Во время хода на восток и север крупная половозрелая треска несколько опережает неполовозрелую и идет в «голове» косяка. Рыба движется в восточном и северном направлении, постепенно выходя на малые глубины и задерживаясь в районах концентраций пищевых организмов (мойва, эвфаузииды, молодь рыб, креветка и др.).

Окраина ареала треска достигает в августе-сентябре и там рассредотачивается в поисках пищи на очень широкой акватории.

В зависимости от гидрологических условий того или иного года, сроки начала и конца нагульных и обратных (к местам зимовки и нереста) миграций, а также сами пути миграций могут меняться.

Нагульные миграции в холодные годы менее протяженны, подходы трески в районы откорма запаздывают, а отход рыбы на запад начинается раньше, т.е. период нагула в холодные годы значительно короче, чем в теплые.

Это общее положение в каждом конкретном году не выполняется полностью и единым образом для всего моря. Каждый конкретный гидрологический сезон в Баренцевом море имеет различную протяженность и интенсивность для различных акваторий. При этом часто могут наблюдаться разные сочетания для отдельных подрайонов моря. Например, на северо-востоке моря гидрологическое лето кончилось и уже началось сезонное выхолаживание, а в Надеждинском районе гидрологическое лето продолжается. Следствием этого будет то, что отход трески с востока начнется раньше, чем с севера и т.п.

Для того, чтобы учесть влияние пространственно-временной неравномерности миграций трески на большой акватории Баренцева моря, которая проявляется в синоптическом масштабе, необходим практически ежедневный мониторинг этих процессов.

Миграции северо-восточной арктической трески, выработанные в процессе адаптации вида к условиям аркто-бореального бассейна, обуславливаются в первую очередь гидрологическими и, связанными с ними, кормовыми условиями (Треска Баренцева моря..., 2003) и самую большую изменчивость проявляют в синоптическом диапазоне

2.2. Экологическая роль трески в трофической цепи Баренцева моря

В оптимальных для обитания трески океанологических условиях не всегда имеются массовые скопления кормовых организмов, цикл развития которых и их собственные миграции связаны с продукционными циклами в море на соответствующем трофическом уровне. Благодаря миграциям, треска получает возможность использовать для поддержания своей жизнедеятельности и увеличения биомассы энергию, аккумулированную гидробионтами тех районов, которые в силу суровых климатических условий не могут быть местами ее постоянного обитания. В тоже время протяженность и пути миграции, следовательно и величина нагульного и нерестового ареала непосредственно зависят от изменений климата, а в течение конкретного года от *синоптической изменчивости(!)* гидрофизических условий.

Доказанная данными мечения общность нерестилищ трески южной части Баренцева моря и Медвежинско-Шпицбергенского района, обмен особями на местах зимовки и нереста свидетельствуют по исследованиям ученых ПИНРО о единстве стада, обитающего в Баренцевом море и сопредельных водах.

Баренцево море - высокоширотный водоем, флора и фауна которого количественно не богаты видами. Для экосистемы моря характерна также высокая степень доминирования отдельных видов. Например, 80-90 % биомассы мезозoopланктона составляет *C. finmarchicus*, в макрозоопланктоне преобладают *Th. inermis* и *Th. gaschii*. Наиболее массовыми из пелагических рыб-планктофагов

являются мойва, сайка, сельдь, морской окунь, из хищников - треска, черный палтус, из бентофагов - пикша, зубатки, камбала-ерш.

В пищевой цепи Баренцева моря можно с большой уверенностью выделить центральные звенья, состоящие из наиболее массовых в своих экологических группах организмов, через которые и происходит преимущественный перенос энергии (рис 2.4). Поскольку в экосистеме преобладают немногие виды, а естественные межгодовые флюктуации их численности довольно высоки, трофические отношения гидробионтов Баренцева моря весьма нестабильны, особенно на самых высоких уровнях пищевой пирамиды (консументы III и IV порядков). Большое количество пищи, продуцируемое одним из низших звеньев пищевой цепи (мезо- и макрозоопланктон), может оказаться не освоенным мойвой (следующее звено), если ее численность в силу разных причин мала. Тогда пища потребляется быстро развивающимся хищным зоопланктоном (гребневики) или оседает на дно в виде органических остатков, и традиционная схема переноса энергии нарушается.

Таким образом, наиболее массовый хищник Баренцева моря – северо-восточная арктическая треска – является конечным звеном пищевой цепи и в процессе своих весьма протяженных миграций оказывает значительное влияние не только на численность промысловых видов гидробионтов, связанных с ней трофическими отношениями, но и на численность своей популяции. Поэтому необходимы постоянный мониторинг за потреблением треской основных кормовых объектов, регулярное пополнение базы данных по питанию и работа над созданием надежных и простых методов определения величин рационов с учетом скорости переваривания различных объектов в зависимости от температуры воды и размеров хищников.

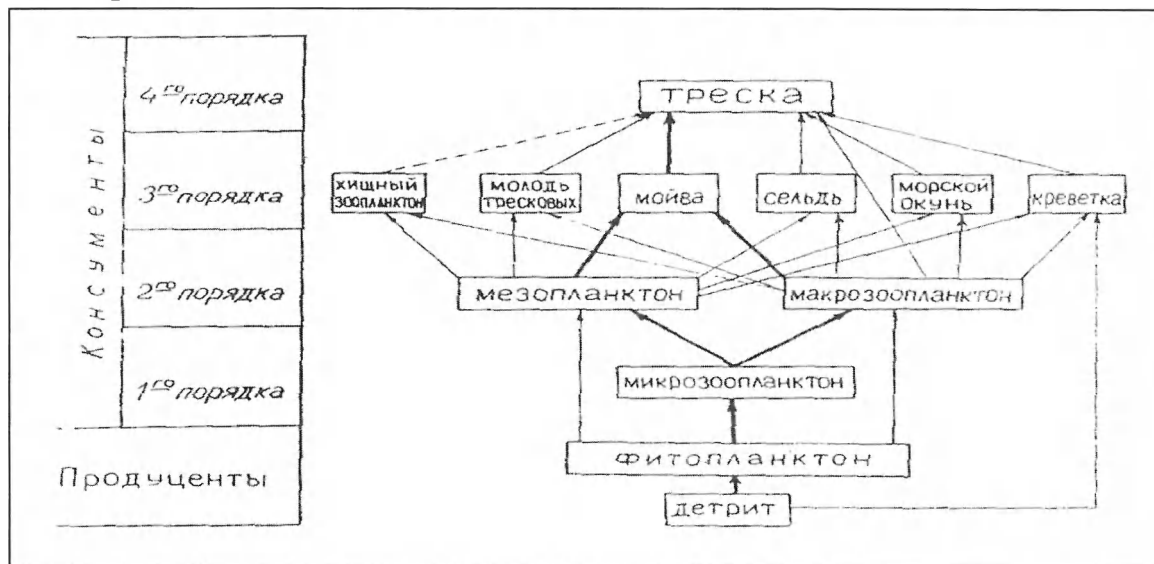


Рис. 2.4. Схема основных пищевых звеньев в экосистеме Баренцева моря (Tretyak, Korzhev, Yaragina, 1991)

На основании анализа исследований, выполненных учеными ПИНРО, можно сделать следующие основные выводы:

1) для оптимизации проведения количественной оценки общего запаса трески Баренцева моря необходимо учитывать влияние синоптической изменчивости распределения ее биомассы в течение всего периода нагула;

2) не использование в настоящий момент ежедневных данных крупномасштабного промысла приводит к значительным ошибкам в методологических подходах к информационному обеспечению моделирования запасов.

В последующих разделах приводятся итоги исследований, основанные на учете синоптической изменчивости распределения трески, результатах промысловых операций большого количества добывающих судов и спутникового позиционирования траекторий тралений.

3. ХАРАКТЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ, МИГРАЦИЙ И ПОВЕДЕНИЯ ТРЕСКИ В 2006 г.

В данном разделе описана динамика распределения промысловых скоплений трески в период посленерестовых миграций и нагула в трех основных районах, по которым рассчитывалась ее биомасса. Районы выделены в соответствии с динамикой вод и циркуляцией в Баренцевом море следующим образом:

- 1) район, определяющийся Западно-Шпицбергенским течением;
- 2) район, распределения скоплений трески, находящийся под влиянием Южно-Шпицбергенского течения и Северной ветви Нордкапского течения;
- 3) район, включающий в себя центральную и восточную часть Баренцева моря, находящийся под влиянием Восточной ветви Норвежского течения и его ответвлений (Мурманское течение и др.).

Динамика распределения промысловых скоплений рассматривается в полумесячном масштабе изменчивости на основании данных судовых суточных донесений, спутникового позиционирования за деятельностью флота, а также по данным научных наблюдателей на промысловых судах.

Май

В этот период основу промысловых скоплений составляла зимовальная треска, большая часть биомассы которой распределялась в 1 и 3 рассматриваемых районах (рис.3.1). В первом районе треска распределялась в основном по Западному склону Медвежинской банки и частично в западной части Шпицбергенской банки, причем в течение месяца наблюдалась тенденция к сужению ее промыслового ареала в сторону свала глубин. В третьем районе зимовальная треска распределялась на широкой акватории, периодически создавая повышенные концентрации на склонах Мурманской банки и в районе Мурманского языка. Определяющим моментом образования плотных промысловых скоплений трески в мае стало перераспределение кормовых организмов под влиянием термодинамических факторов (обострение фронтальных зон, соответствующее расположение динамических образований аномалий уровня поверхности). Так, в течение всего месяца уплотнение скоплений происходило на перифериях циклонических образований аномалий уровня, граничащих с антициклоническими образованиями. На этих участках, под воздействием нестационарных течений увеличивалась плотность кормовых организмов и соответственно улучшались условия нагула трески. Во второй декаде мая в 3 районе наблюдалось смещение промысла к западу – в сторону выходящей из Норвежской зоны посленерестовой трески, которая, смешиваясь с зимовальной, образовывала более плотные скопления. Активная посленерестовая миграция, начавшаяся во второй половине мая, увеличила почти вдвое расчетную биомассу трески в данном районе, по сравнению с первой половиной месяца.

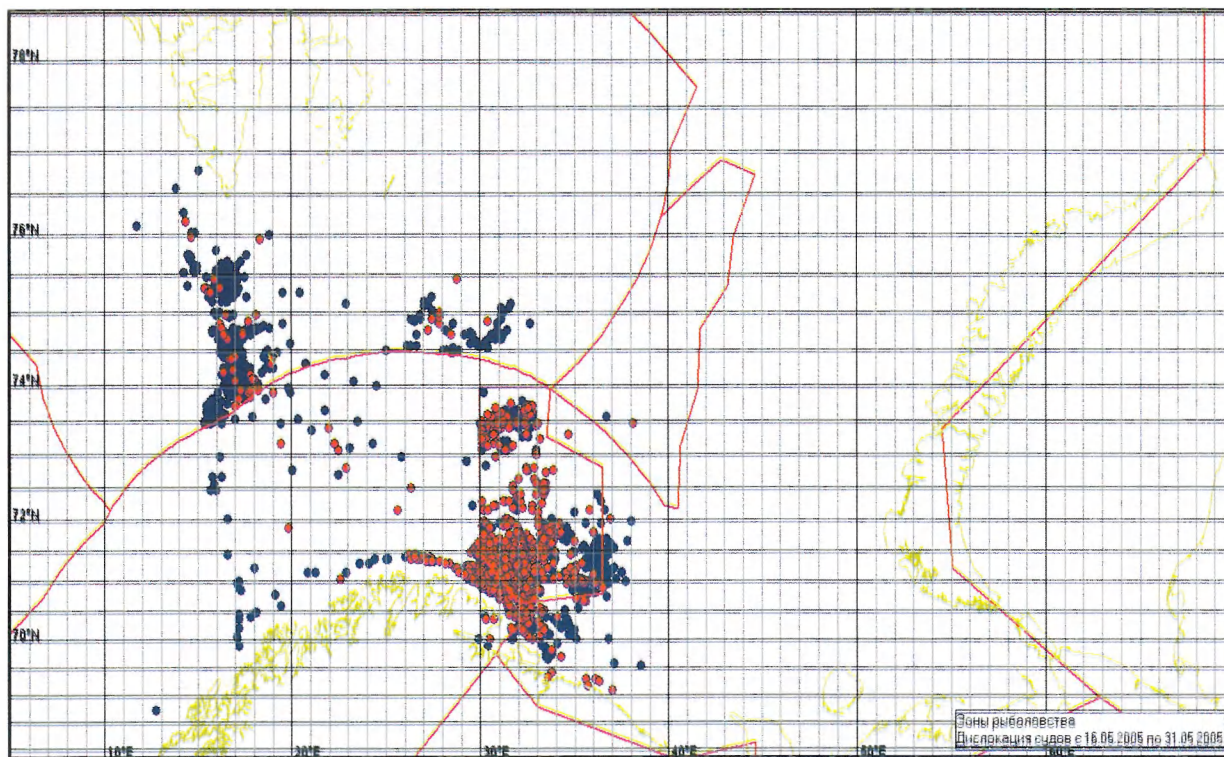


Рис. 3.1. Дислокация судов на промысле трески в Баренцевом море 01.05-15.05 (син.) и 16.05-31.05 2005 г. (крас.)

Июнь

В июне продолжились нагульные миграции трески в двух основных районах – в 1 и 3 (рис. 3.2). Причем, в третьем районе они проходили преимущественно вдоль Основной ветви Мурманского течения и были довольно быстрыми. Причинами такой активной миграции явились повышенное теплосодержание водных масс Мурманского течения и неудовлетворительные условия откорма в предшествующий период. Из-за неустойчивой промысловой обстановки флот постоянно следовал за перемещающимися в поисках пищи косяками трески и, как следствие этого, своей промысловой деятельностью охватил значительную часть Смежного и прибрежные районы. По динамике вод – активизировавшиеся антициклональные образования аномалий уровня поверхности океана увеличили, по сравнению с маем, количество локальных, вновь образующихся районов с повышенными концентрациями биомассы трески. Устойчивость таких районов равнялась продолжительности ЕСП (естественный синоптический период, 3-7 суток).

Если в первой половине июня флот, оставив мигрирующую на восток рыбу, периодически возвращался к западной границе Смежного района – на встречу очередной «порции» крупной посленерестовой трески, то во второй половине месяца флот смещался с основной массой трески в восточном и юго-восточном направлении по основным путям ее нагульных миграций. При этом характерно, что рассчитанные значения биомассы трески в третьем районе за вторую половину мая, первую и вторую половины июня практически были

одинаковы, при сопоставимых по площади и по географическому положению районах работы флота. Это говорит о том, что уходящая из района промысла мигрирующая в генеральном восточном направлении нагульная треска замещалась выходящей из Норвежской зоны в Смежный район и РЭЗ посленерестовой рыбой, что сохраняло на высоком уровне сырьевую базу данного района. Вторым районом (Зюйдкапский желоб, район Надежды, Восточный склон Медвежинской банки, Западный желоб), как и в предыдущий месяц, флотом практически не использовался, вследствие отсутствия промыслово-значимых скоплений трески.

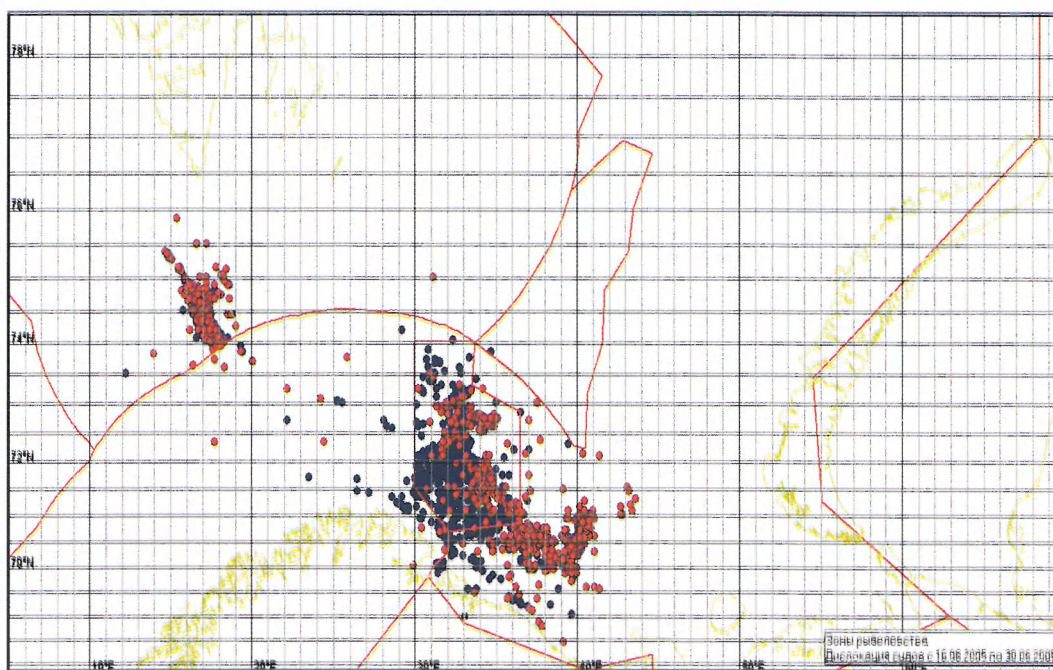


Рис. 3.2. Дислокация судов на промысле трески в Баренцевом море 01.06-15.06 (син.) и 16.06-30.06 2005 г. (крас.)

Первый район в данном месяце достиг своего годового максимума по объему биомассы трески. Это произошло за счет активного образования повышенных промысловых концентраций трески в районе Западного склона Медвежинской банки под влиянием гребня аномалий уровенной поверхности, вытянутого вдоль свала. На его периферии на ограниченной акватории треска активно питалась как зоопланктоном, так и мелкими рыбными объектами, практически не расширяя в течение месяца акваторию своего нагульного ареала.

Июль

Этот месяц характеризуется повышением активности нагульных миграций трески. Так, в первой половине месяца в 3 районе основные ее скопления вышли на Мурманское мелководье и Западный склон Гусиной банки (рис.3.3), где по оперативным картам аномалий уровня образовались градиентные зоны между гребнем положительных аномалий уровня, вытянувшимся по $70^{\circ}30'c.ш.$ и двумя циклональными образованиями севернее и южнее его. В этих районах возникали довольно устойчивые скопления крупной и средней

трески, активно питающейся в основном эвфаузидами, выносимыми из центральных областей циклонов на их периферии нестационарными течениями. Расположенные возле циклонов поля положительных аномалий уровня океана являлись задерживающим и накапливающим факторами для зоопланктона и других мелких видов кормовых объектов. Это привело к тому, что по результатам расчетов биомасса трески в 3 районе достигла своего годового максимума. В 1 районе рассчитанное значение также было близко к максимальному.

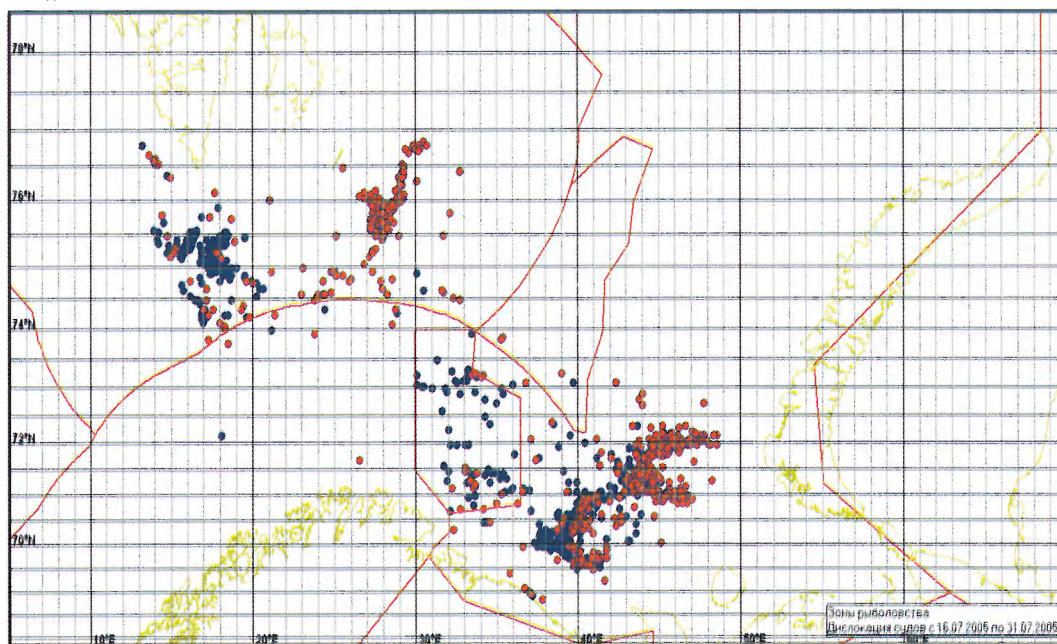


Рис. 3.3. Дислокация судов на промысле трески в Баренцевом море 01.07-15.07 (син.) и 16.07-31.07 2005 г. (крас.)

Во второй декаде месяца произошли резкие изменения в распределении биомассы трески на северо-западе Баренцева моря (рис. 3.3). В 1 районе рыба распределилась по значительной акватории – часть ее ушло по свалу глубин на северо-запад, а часть рассеялась по Зюйдкапскому желобу. В то же время резко «заработал» второй промысловый район, где в районе Надежды, смещающаяся к северным границам своего нагульного ареала треска образовала устойчивые как во времени, так и в пространстве промысловые скопления, приблизившись по расчетным значениям к годовому максимуму биомассы в данном районе. Изменения в распределении биомассы во второй декаде июля произошли также и в 3 районе. Часть трески в поисках более благоприятных условий для нагула вышла на северный и южный склоны Гусиной банки. Наиболее крупная рыба транзитом через Гусиную банку ушла еще дальше в северо-восточном направлении, где уже не создавала промысловых концентраций. Вследствие этого расчетная биомасса во второй половине июля в данном районе уменьшилась почти в два раза.

Август

Продолжались активные нагульные миграции трески во 2 районе с периодическим образованием ею плотных промысловых концентраций. По ходу нагула рыба смещалась в северном и северо-восточном направлении через район Надежды, и во второй половине месяца часть промыслового стада вышло в район возвышенности Персея (рис.3.4), заняв при этом довольно значительную площадь, и, как следствие этого, расчеты ее биомассы дали годовой максимум в данном районе. Активное питание трески, неплохая кормовая база позволили промысловой обстановке весь месяц продержаться на хорошем уровне.

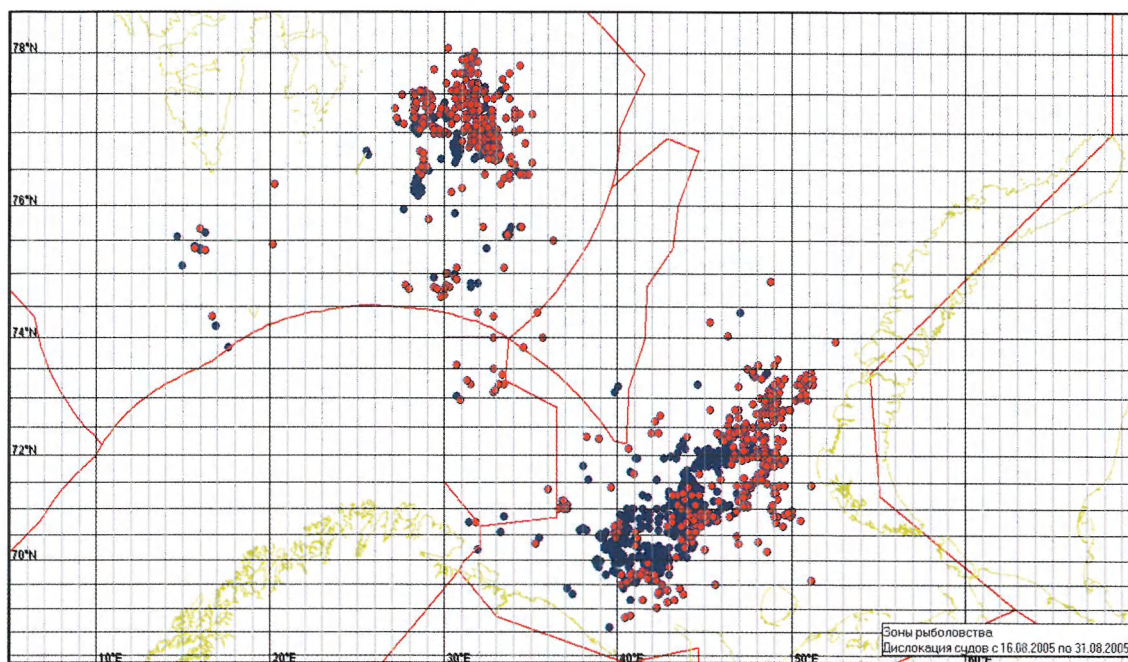


Рис. 3.4. Дислокация судов на промысле трески в Баренцевом море 01.08-15.08 (син.) и 16.08-31.08 2005 г. (крас.)

В 1 районе промысловая обстановка упала до «неудовлетворительной». Основная масса мигрирующей вдоль Западно-Шпицбергенского течения трески ушла в северо-западном направлении, где постепенно рассеялась. Попытки отдельных судов вести промысел на Западном склоне Медвежинской банки и в районе западного Шпицбергена давали слабый результат.

Значительная часть флота в первой половине августа продолжала работать в 3 районе на июльских позициях, а именно на склонах Гусиной и Канинской банок, Мурманском мелководье. Однако ухудшение ассортимента (уход более крупной рыбы) и уменьшение уловов вынуждали часть флота перемещаться за мигрирующей рыбой в восточном и северо-восточном направлении (рис.3.4). Такая тактика дала свои результаты во второй половине августа – первой половине сентября. Сырьевая база, осваиваемая флотом, по расчетам в это время увеличилась по сравнению с первой половиной августа почти в полтора раза. Это произошло за счет трески, дошедшей по своим миграционным

путям до Северной части Новоземельского мелководья, а также рыбы, ушедшей на Мурманское мелководье.

Сентябрь

Данный месяц по средним многолетним статистическим данным характеризуется, как месяц общего спада промысловой обстановки по всем трем выделенным районам Баренцева моря. В это время большая часть мигрирующей трески достигает крайних границ своего нагульного ареала, где в поисках пищи рассеивается и, как правило, не создает при этом плотных промысловых концентраций. Этот факт подтверждают как расчеты биомассы трески, так и дислокации флота (рис.3.5). Несмотря на незначительный рост в числовом отношении, по-прежнему оставалась неудовлетворительной промобстановка в первом районе. Ушедшая далеко на север возвышенности Персея часть трески ослабила промысловую обстановку во 2 районе. В течение месяца флот вынужден был возвращаться в район Надежды, осваивая оставшуюся здесь часть промыслового запаса, состоящую из мелкой и средней рыбы.

В 3 районе, уйдя в первой декаде сентября далеко на северо-восток и восток района и успев довольно активно поработать на «хвостах» уходящей рыбы, во второй декаде флот вынужден был возвращаться назад и в основном работать на слабых концентрациях смешанных скоплений трески и пикши на Мурманском мелководье.

Таким образом, расчетная биомасса трески во 2 и 3 районах по сравнению с августом уменьшилась примерно в два с половиной раза, что подтвердило среднеголетние данные по этому периоду времени.

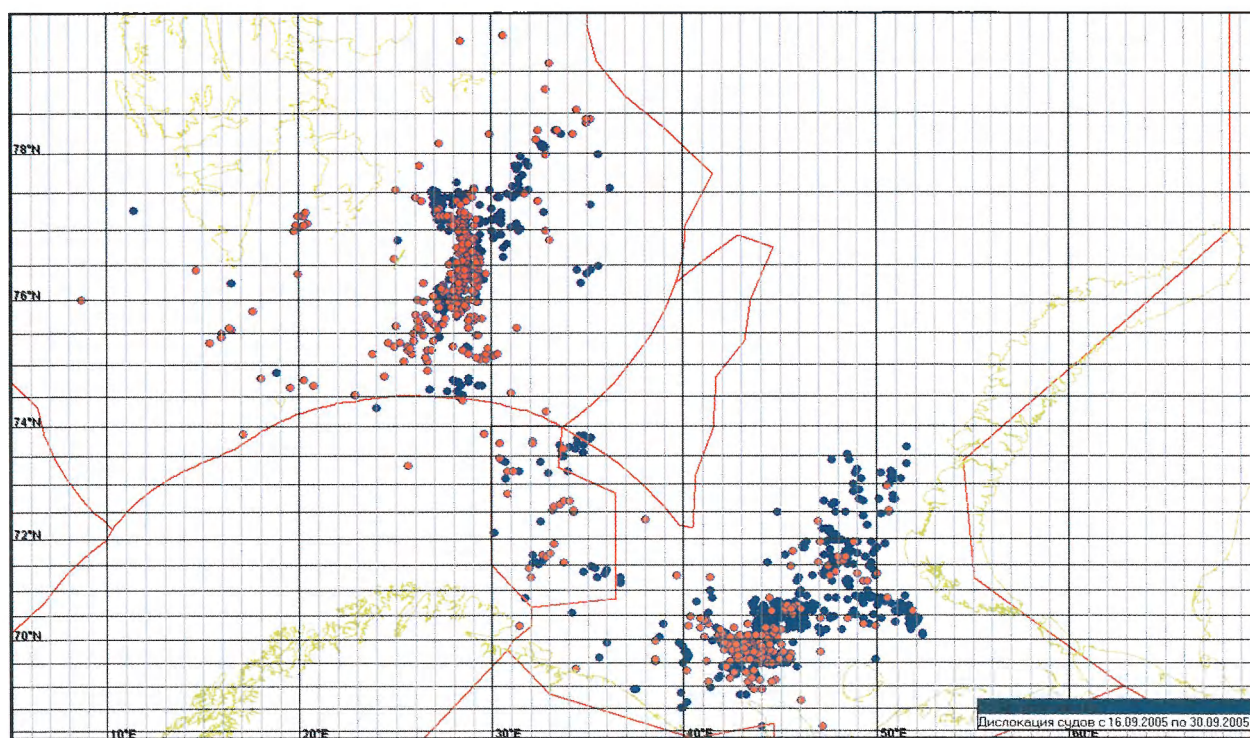


Рис. 3.5. Дислокация судов на промысле трески в Баренцевом море 01.09-15.09 (син.) и 16.09-30.09 2005 г. (крас.)

Октябрь

Первая половина также оказалась неблагоприятной для ведения промысла. В количественном отношении (по данным расчетов) биомасса трески в это время по всему Баренцеву морю примерно равнялась значению за вторую половину сентября. 1 район практически не «работал». Во 2 районе оставшаяся в районе Надежды мелкая и средняя треска смещалась в поисках пищи на север, заходя частично в западную часть Возвышенности Персея. В 3 районе промысловые концентрации трески создавала в основном на Мурманском мелководье, частично в прибрежных районах (рис.3.6). Однако промысловая обстановка в это время отличалась крайней нестабильностью. Следствие этого и были низкие расчетные значения биомассы трески по всем трем районам.

Вторая декада октября явилась своеобразной «точкой перелома» в промысловой обстановке. Следует отметить, что сложившиеся термодинамические условия в этом году (повышенное теплосодержание вод) не позволили произойти резкому «перелому» - а именно активной возвратной миграции трески с северных границ ее нагульного ареала в обратном направлении с началом процессов сезонного выхолаживания.

Так первая волна возвратной миграции была отмечена во второй половине октября в районе Надежды, что дало возможность получить второй расчетный пик в этом районе по биомассе трески. Однако данное значение почти в полтора раза меньше августовского пика на прямой миграции (521 тыс.т против 772 тыс.т). Это говорит о сильно растянутой по времени обратной миграции вследствие недостаточных темпов выхолаживания, а также низких темпов набора треской жирности.

В 3 районе сырьевая база и, как следствие, промысловая обстановка сохранялась практически на прежнем уровне с незначительной тенденцией роста, но не за счет возвратной рыбы, а за счет локальных условий среды.

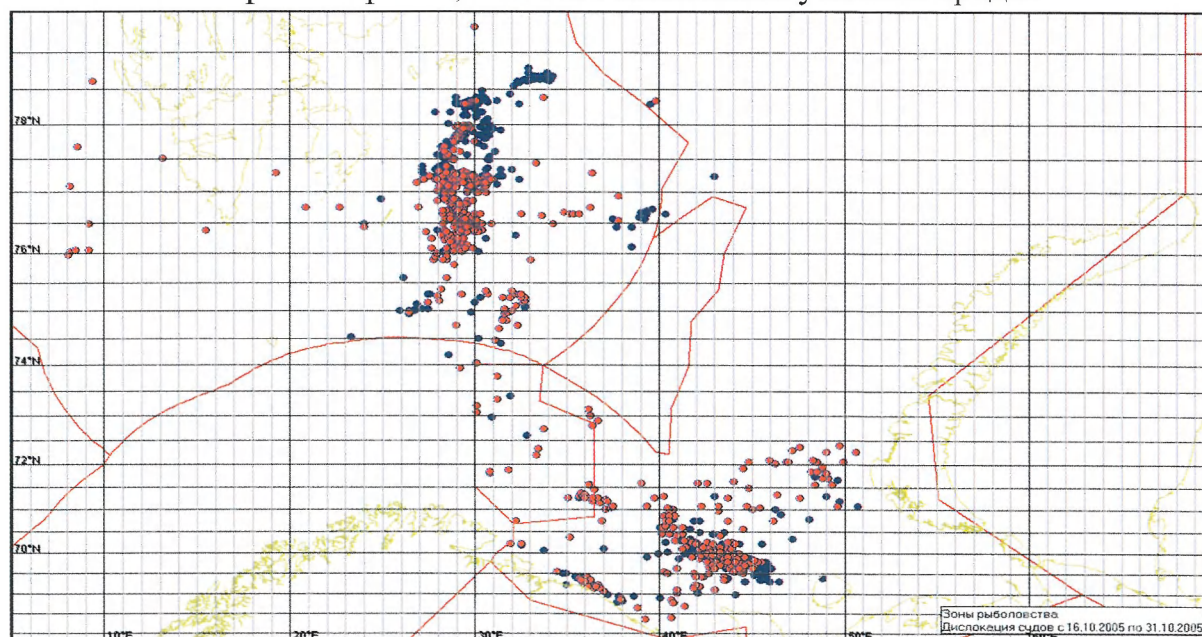


Рис. 3.6. Дислокация судов на промысле трески в Баренцевом море 01.10-15.10 (син.) и 16.10-31.10 2005 г. (крас.)

Ноябрь

Первая половина месяца характеризовалась активизацией промысла в 1 районе. В районе Западного Шпицбергена и на Западном склоне Медвежинской банки сложились благоприятные условия для периодического образования плотных концентраций трески, а именно:

- хорошая кормовая база, включающая в себя эвфаузиид, креветку, молодь различных рыб и др.;
- обострение локальных фронтальных разделов;
- соответствующая структура полей аномалий урвенной поверхности различного знака, вытянутых вдоль свала глубин.

Эти факторы, а так же начавшийся во второй декаде постепенный отход крупной рыбы с севера, дали значительный рост биомассы трески в данном районе по сравнению с предыдущими осенними месяцами. Во 2 районе в первую половину ноября продолжался вялотекущий отход трески через район Надежды в юго-западном направлении в сторону Восточного склона Медвежинской банки (рис.3.7). Нестабильные условия откорма рыбы и неблагоприятные погодные условия не позволили в этом районе развить флоту успех во второй половине месяца. В этот период треска мигрировала в разряженном состоянии, большей частью в слоях (по данным судовых наблюдателей) и уходила далее в Норвежскую зону. В 3 районе начало возвратной миграции зафиксировано лишь во второй половине ноября. Возвратная рыба в это время мигрировала через северный и западный склоны Гусиной банки, где смешивалась с «местной» треской, которая не уходила далеко на северо-восток. Такие процессы в поведении трески почти в два раза увеличили ее расчетную биомассу в 3 районе по сравнению с октябрём.

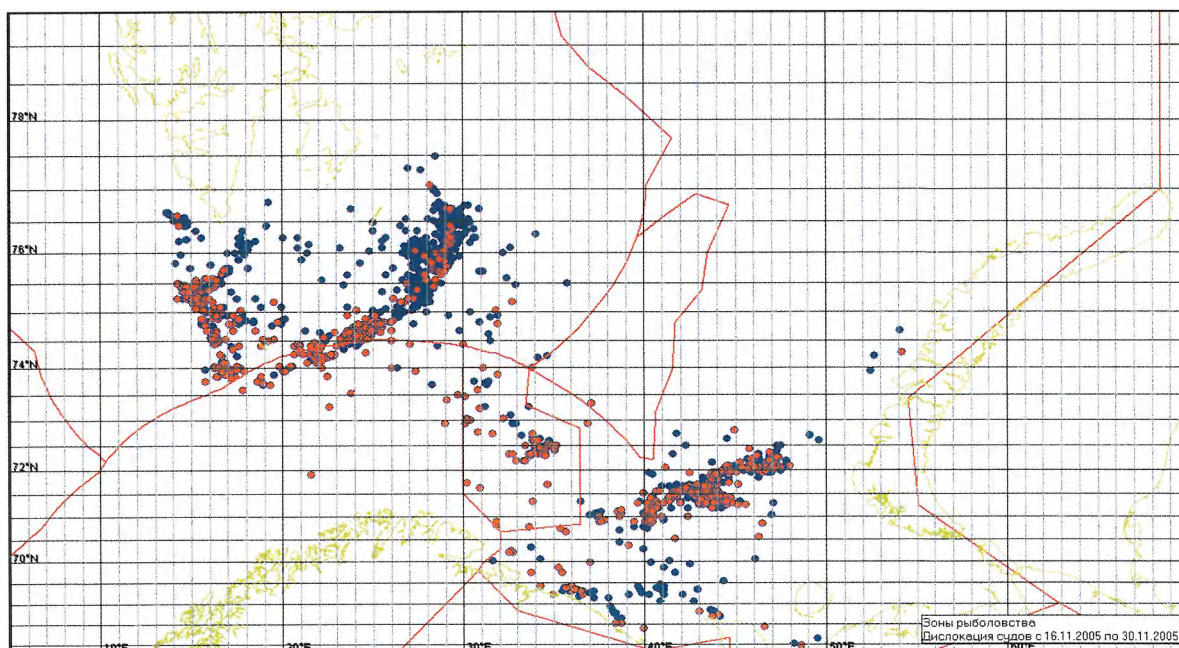


Рис. 3.7. Дислокация судов на промысле трески в Баренцевом море 01.11-15.11 (син.) и 16.11-30.11 2005 г. (крас.)

Таким образом, исходя из анализа особенностей распределения промысловых скоплений трески в период май-ноябрь 2005 г. и полученных за этот период расчетных данных ее биомассы, необходимо указать на очень важный для оценки биомассы факт – в осенний период ни по одному из трех районов промысла пик биомассы не достиг аналогичного значения в летний период. Разница между летними и осенними пиками во всех районах составляет порядка 50%.

4. АЛГОРИТМИЧЕСКАЯ И ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДИКИ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ПРОМЫСЛОВОГО ЗАПАСА ТРЕСКИ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

4.1. *Проведение исследований и разработка программных средств построения траекторий тралений промысловых судов по данным спутникового позиционирования*

Традиционным источником данных о вылове является суточное (ежедневное) судовое донесение (ССД), содержащее информацию об общем суточном вылове и вылове по каждой промысловой операции (тралению). Однако формат ССД предусматривает только одну пару координат для каждой операции (траления). Для того чтобы оценить площадное распределение уловов, а в дальнейшем плотности скоплений, этого явно не достаточно. Выходом из данной ситуации является возможность принципиального использования для целей объективного анализа траекторий тралений данных современной системы спутникового позиционирования промысловых судов. Однако для совместного использовать данные ССД и спутникового контроля позиций необходимо провести специальные исследования соответствия этих данных. До проведения сопоставительного анализа указанных двух видов данных была разработана специальная программа, позволяющая по критерию скорости судна в период траления (на донном промысле трески от 2 до 3,5 узлов) определять траекторию промысловой операции по спутниковым данным. Сопоставительный анализ данных ССД и спутникового позиционирования показывает большое разнообразие ситуаций, которые иллюстрируют значительное количество случаев возможных отклонений этих данных друг от друга. Для примера приведем две контрастные ситуации, когда данные ССД и спутникового позиционирования значительно расходятся или удовлетворительно совпадают (рис. 4.1-4.4). Для этих целей были использованы промысловые ситуации соответственно в районе Надежды и Новоземельского мелководья в один синоптический период 28-30 августа 2005 года и использованы данные 6-ти промысловых судов Северного бассейна, которые в этот период вели облов скоплений нагульной трески.

Одной из целей данных исследований является типизация этих расхождений и совпадений. Решение этих задач на программном уровне является достаточно сложным и трудоемким. Поэтому в настоящей работе решение задачи восстановления полей плотности скоплений трески и пикши проводилось на данных, которые не имели этих расхождений или расхождения были минимальными. Остальные данные при этом отбраковывались. При разработке соответствующего программного обеспечения в будущем будут учитываться все имеющиеся данные.

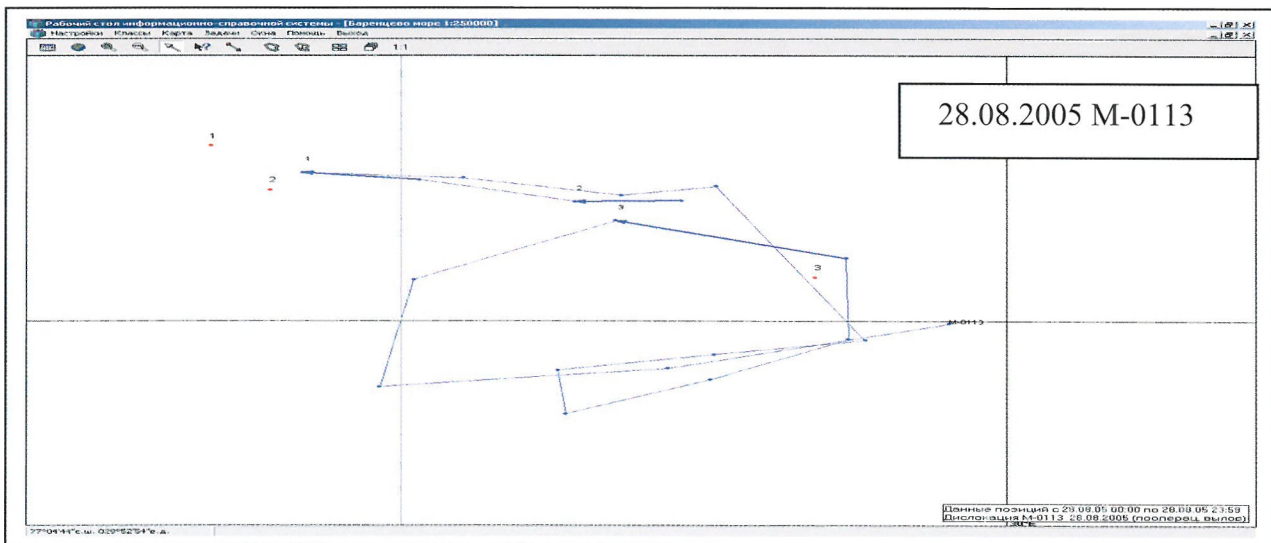
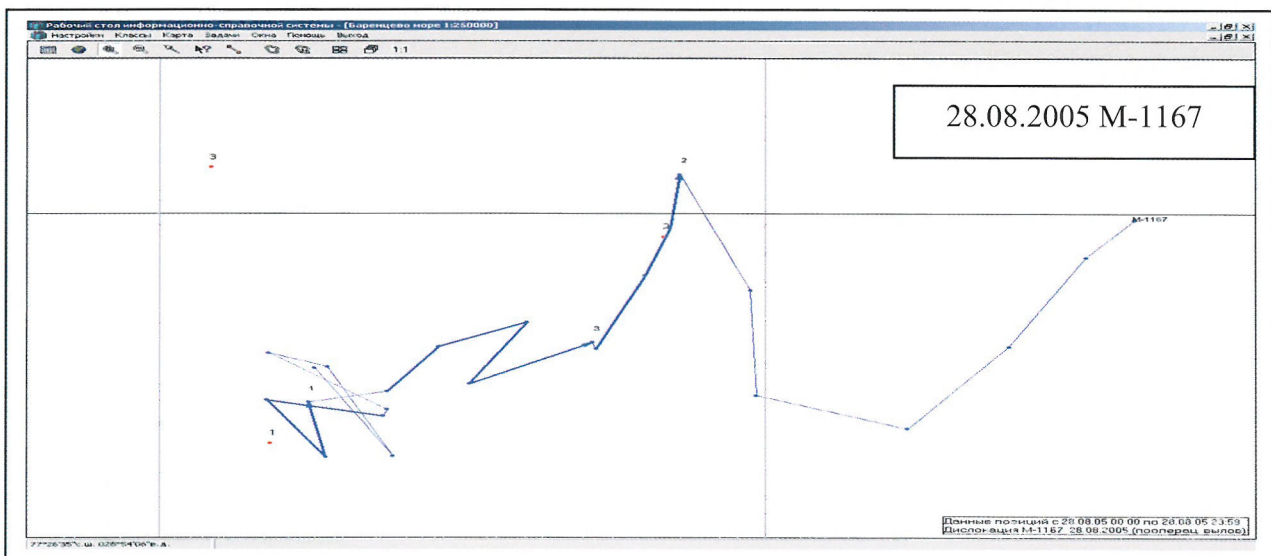
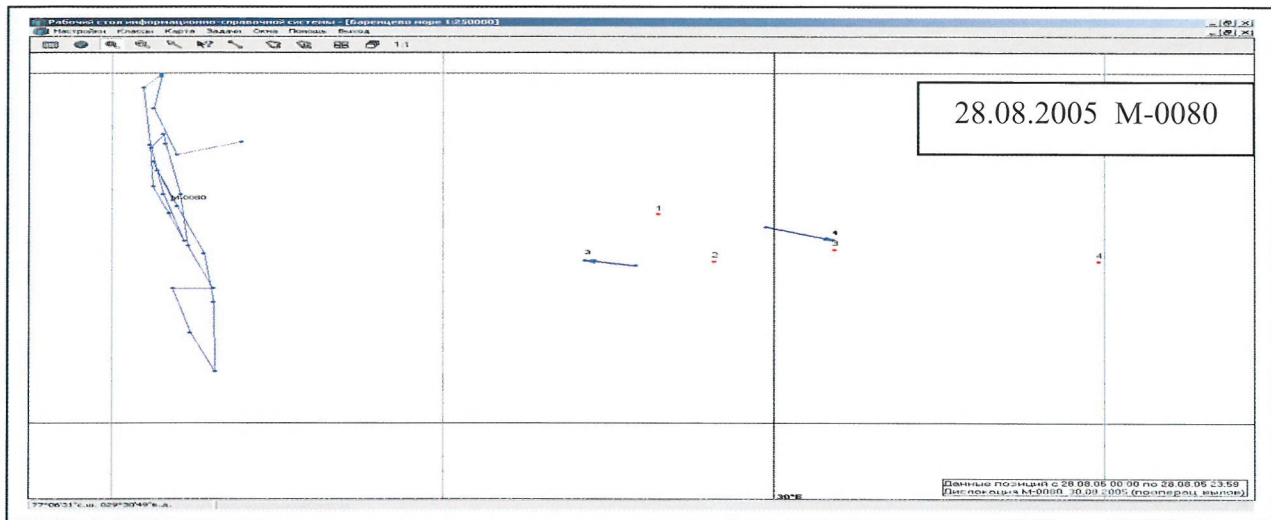


Рис. 4.1 Пример значительного расхождения данных пооперационного лова (ССД) и данных позиционирования: красные точки – координаты тралений; синие стрелки – вычисленные траектории по спутниковым данным. Промысел трески район Надежды

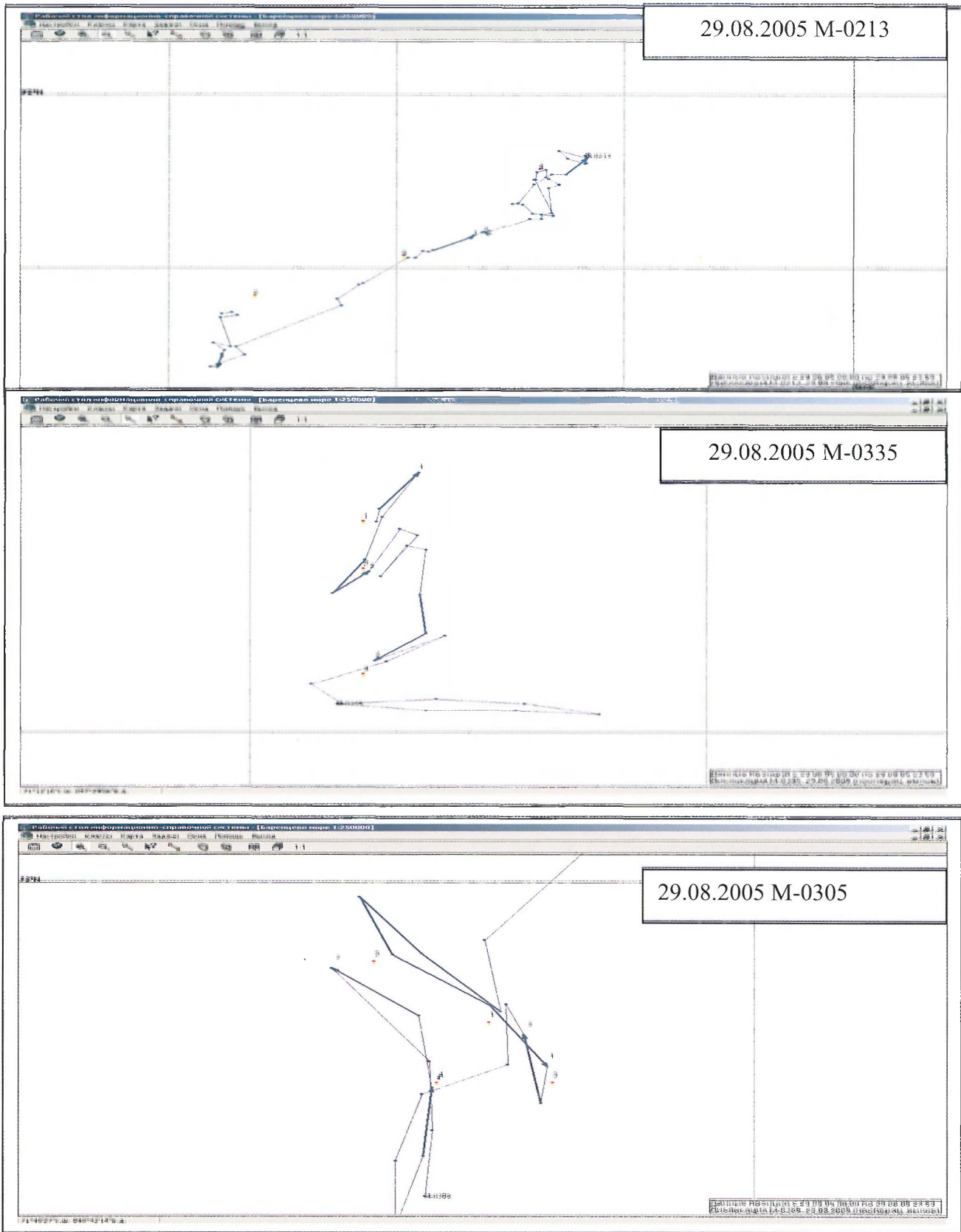


Рис. 4.4. Пример удовлетворительного соответствия данных пооперационного лова (ССД) и данных позиционирования: красные точки – координаты тралений; синие стрелки – вычисленные траектории по спутниковым данным Промысел трески район Новоземельского мелководья

4.2. Опыт применения локального адаптационного алгоритма восстановления полей плотности биомассы скоплений трески

По реальным данным мониторинга промысловых судов на облове трески и пикши проводились опытные расчеты количественной оценки биомассы скоплений на локальных акваториях за однородные периоды развития метеорологических макроциркуляционных периодов. Расчеты отдельно проводились для трех однотипных групп судов: СРТМ-К, СТМ, ПСТ. Для анализа отбирались только те суда, данные операционного вылова которых удовлетворительно совпадают с траекториями тралений определяемых по анализу данных спутникового позиционирования.

Для восстановления полей распределения плотности скоплений было разработано специальное программное обеспечение в соответствии с алгоритмом «скользящего средневзвешенного». Отличительной особенностью этого программного обеспечения, реализующего алгоритм восстановления поля, является возможность адаптирования данных на структуру траекторий тралений за счет изменения величины расстояния от точки до узла сетки – «радиуса весовых значений».

Развитием этого алгоритма на следующем этапе работ будет автоматическая настройка величины «радиуса весовых значений» в зависимости от структурных особенностей распределения поля плотности биомассы на трассах тралений и различных полей гидрофизических характеристик, влияющих на характер анизотропности полей плотности промысловых скоплений в каждом узле сетки. Ниже приводится описание указанного алгоритма восстановления:

восстанавливаемое значение элемента принимается равным

$$\xi_o = \sum_{i=1}^n p_i \xi_i, \text{ где}$$

ξ_i - значение элемента в каждой из n точек,

p_i - его вес, $\sum_{i=1}^n p_i = 1$.

Значение веса каждой из n точек, окружающих узел, считается обратно пропорциональным расстоянию от точки до узла. Таким образом, восстанавливаемое значение определяется выражением:

$$\xi_o = \sum_{i=1}^n \frac{\xi_i}{l_i \sum_{i=1}^n 1/l_i^k} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n 1/l_i^k} \sum_{i=1}^n \frac{\xi_i}{l_i} \quad (1)$$

где l_i - расстояние от узла до точек измерений;
 k – показатель степени от 1 до 3.

Расстояние между точками на поверхности Земного шара вычисляется по формуле:

$$l_i = R_3 \arccos (\sin \lambda_i \sin \lambda_j + \cos \lambda_i \cos \lambda_j \cos (\varphi_j - \varphi_i)),$$

где $R_3 = 6371$ км - радиус Земли;

(φ_i, λ_i) и (φ_j, λ_j) - географические координаты точек, выраженные в радианах, причем западная долгота и южная широта должны задаваться со знаком “минус”.

При расчетах по формуле (1) число точек, окружающих узел, может быть любым.

Количественные характеристики промысла трески на основе этого алгоритма даны в таблице 4.1.

Приведенные в настоящем отчете результаты исследований и разработок использования реальных данных мониторинга деятельности промыслового флота, в частности, для важнейшей задачи оперативной оценки плотности и биомассы скоплений трески и пикши в Баренцевом море позволяют, во-первых, повысить эффективность научных ресурсных исследований, а во-вторых, приблизиться к решению проблемы рационального использования морских биоресурсов, особенно в российской экономической зоне.

4.3. Методология расчета доступного промыслового запаса трески на основе синоптического мониторинга промысла

В дополнение к выше приведенным видам исследований, направленным на оценку промыслового запаса, Программой предусматривается использование для этой цели данных об интенсивности лова контрольного промыслового судна, либо серии промысловых судов, а также данных о протраленных объемах воды. Исходной информацией для этого служат постоянно обновляемые результаты работы добывающего флота (судна), в чем и состоит преимущество таких, корректируемых в течение года оценок, в отличие от «разовых», получаемых по результатам стандартных ихтиологических учетных съемок. Интенсивность промысла и ее взаимосвязь с состоянием и величиной запаса дает возможность оценить величину его доступного промыслового изъятия. Наиболее приемлемые методические подходы к этому известны из работ Ф.И.Баранова, А.И. Трещева, Э.А. Карпенко, Ю.В. Кадильникова.

Количественные характеристики промысла трески в Баренцевом море по выбранным районам (направлениям миграции), использованные в алгоритмах расчета ее биомассы в 2005 году

весна

Район	Характеристики	март		апрель		май	
		01-15	16-31	01-15	16-30	01-15	16-31
1	Кол-во квадратов	44	83	101	140	110	35
	Кол-во тралений	303	483	653	2505	1895	166
	Сумма часов траления	2110,90	3325,30	4655,60	12059,20	8484,20	826,10
	Среднее на час траления, т	0,30	0,35	0,35	0,55	0,57	1,13
2	Кол-во квадратов	0	1	3	15	46	9
	Кол-во тралений	0	1	3	19	146	25
	Сумма часов траления	0,00	6,50	32,00	48,60	1270,80	238,00
	Среднее на час траления, т	0,00	0,00	0,07	0,11	0,19	0,32
3	Кол-во квадратов	160	198	159	223	211	200
	Кол-во тралений	997	1764	1248	1132	2078	4717
	Сумма часов траления	4383,30	7509,90	5611,80	4882,50	9221,50	23036,70
	Среднее на час траления, т	0,23	0,25	0,27	0,15	0,28	0,50

лето

Район	Характеристики	июнь		июль		август	
		01-15	16-30	01-15	16-31	01-15	16-31
1	Кол-во квадратов	31	50	83	67	24	39
	Кол-во тралений	285	809	943	178	139	123
	Сумма часов траления	1312,60	3408,90	4037,70	1373,30	2025,20	1696,10
	Среднее на час траления, т	2,71	1,34	0,95	0,43	0,07	0,06
2	Кол-во квадратов	3	3	21	68	74	131
	Кол-во тралений	4	6	71	524	450	1084
	Сумма часов траления	24,70	56,20	927,00	2374,60	1733,30	4569,80
	Среднее на час траления, т						

	Среднее на час траления, т	0,10	0,08	0,10	1,34	1,51	0,90
3	Кол-во квадратов	286	239	200	207	218	329
	Кол-во тралений	4070	2552	1984	2479	2546	2002
	Сумма часов траления	19995,10	12775,90	9974,10	12022,70	12129,40	9292,50
	Среднее на час траления, т	0,34	0,43	0,60	0,31	0,21	0,21

осень

Район	Характеристики	сентябрь		октябрь		ноябрь	
		01-15	16-30	01-15	16-31	01-15	16-30
1	Кол-во квадратов	36	67	12	20	128	90
	Кол-во тралений	111	189	42	51	680	929
	Сумма часов траления	557,90	1395,70	540,10	337,90	3451,10	5121,20
	Среднее на час траления, т	0,11	0,15	0,03	0,24	0,23	0,60
2	Кол-во квадратов	129	128	102	119	126	74
	Кол-во тралений	1009	1178	442	1506	1546	1053
	Сумма часов траления	4628,00	5251,00	2319,40	8910,00	12025,70	5776,10
	Среднее на час траления, т	0,54	0,31	0,40	0,65	0,49	0,29
3	Кол-во квадратов	302	185	177	227	200	160
	Кол-во тралений	1839	1133	1007	1178	1115	1405
	Сумма часов траления	9448,20	5775,60	4676,90	6453,10	6079,00	7956,40
	Среднее на час траления, т	0,24	0,14	0,20	0,19	0,21	0,46

Ранее выполнявшиеся расчеты величины доступного запаса, для массовых промысловых рыб, таких как минтай, ставрида и др. показали высокую сходимость результатов расчетов полученных с использованием статистических материалов промысла и оценкой численности этих видов рыб полученных другими методами (Карпенко и др., 1998). Обычно расчет доступного промыслового запаса выполняется с использованием статистической базы данных результатов работы экспедиций, состоящих из большого количества промысловых судов и ведущих лов на обширной акватории. Но имеющиеся методики оценки доступного промыслового запаса через интенсивность промысла, по нашему мнению, позволяют сделать эти расчеты и по результатам работы одного промыслового судна на относительно небольшой акватории.

Конечной целью данного расчета является выявление потенциального (доступного) промыслового запаса основных объектов лова Баренцева моря. Под доступным промысловым запасом понимается часть общего запаса объекта, которая подлежит возможному изъятию промыслом на начало лова.

Площадь устья трала рассчитывается по формуле:

$$\omega = \frac{\pi}{4}(b \times h) \quad (1)$$

где; b - горизонтальное раскрытие трала, м;
 h - вертикальное раскрытие трала, м.

Объем воды обловленный судном находится как:

$$U_1 = 1,852 \omega V \bar{t} m \tau \quad (2)$$

где; ω - площадь устья трала, м²;
 V - средняя скорость траления, узл.;
 \bar{t} - средняя продолжительность траления, час;
 m - количество тралений за судосутки лова;
 τ - количество судосуток на лову.

Объем обитания объекта лова составляет:

$$U_0 = S \times H \quad (3)$$

где: S - общая площадь района промысла, км²;
 H - средняя высота развития косяков объекта промысла, м.

Под интенсивностью лова подразумевается отношение обловленного объема всеми тралами за промысловый сезон к сезонному (путинному) промысловому ареалу обитания объекта лова (Баранов, 1960; Трещев, 1974):

$$I = \frac{\Sigma U_1}{U_0} \quad (4)$$

При расчете доступного запаса за основу принималась гипотеза пересечения зон действия тралов, так как очевидно, что на промысле, с целью получить максимальный улов и обловить наиболее плотную часть скоплений, траектории тралений могли частично пересекаться или совпадать. Интенсивность вылова для случая пересечения зон действия тралов определяется по формуле Ю.В. Кадильникова (1988, 2001):

$$v_1 = 1 - \exp\left\{-I\left[1 - (1 - \varphi)^N\right]\right\} \quad (5)$$

где φ - коэффициент уловистости трала;

N - количество судов ведущих промысел.

В случае непересечения зон действий тралов, интенсивность вылова определяется по формуле Ф.И. Баранова (1960):

$$v_2 = 1 - \exp(-I\varphi) \quad (6)$$

В действительности при облове скоплений не реализуется ни одна из гипотез, т.е. часть зон действия тралов пересекаются, а часть не пересекается. Определить взаимосвязь общей действительной интенсивности вылова с величинами рассчитанным по формулам (5) и (6), позволяет двухфакторный регрессионный эксперимент (Урбах, 1975). Расчеты, выполненные ранее (Карпенко и др., 1998), показали, что действительная (общая) интенсивность вылова составляет:

$$v = 0,7v_1 \quad (7)$$

В этом случае доступная первоначальная промысловая часть запаса находится как:

$$P_0 = \frac{P_{i\dot{a}u}}{v} \quad (8)$$

где: $P_{i\dot{a}u}$ - общий вылов за период промысла.

5. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ БИОМАССЫ ПРОМЫСЛОВОГО ЗАПАСА ТРЕСКИ БАРЕНЦЕВА МОРЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ

Известно, что главная особенность отечественного промысла заключается в эксплуатации в определенное время года преимущественно неполовозрелой части промыслового стада на путях миграции трески в районы нагула или зимовки.

Промысел ведется круглогодично. В I, II и IV кварталах вылавливается в среднем по 20-25% общего годового вылова трески, а III квартале - 30-35%. Промысел ведется ежедневно практически на всей акватории Баренцева моря. Последнее обстоятельство дает принципиальную возможность постановки задачи организации непрерывного мониторинга запаса трески в синоптическом масштабе изменчивости с использованием данных уловов промысловых судов (ССД).

Важно отметить, что в последнее десятилетие произошли по истине революционные изменения, по крайней мере, в двух важных направлениях развития рыбопромысловых и ресурсных исследований. Это, прежде всего, развитие методов спутникового слежения за состоянием уровня поверхности океана, что дает качественно новую возможность – следить за состоянием погоды термодинамических и в будущем биопродукционных процессов в океане. И второе – спутниковое слежение за траекториями перемещения промысловых судов, и как следствие, принципиальная возможность объективного определения координат и времени трасс тралений.

Использование этих наблюдений в интересах проведения съемок запасов совместно с данными промысловых судов в значительной степени повышает степень достоверности результатов, прямым образом влияя на решение соответствующих задач (см. таблицу 1.1).

Учитывая особенности влияния термодинамической изменчивости основных квазистационарных течений на характер распределения трески в течение годового жизненного цикла (см. п.2, п.3) для оптимизации проведения расчетов биомассы трески в период нагульных миграций (апрель-ноябрь) были проведены исследования, изложенные ниже.

Выделены «независимые» районы нагульного ареала для периода прямых и обратных миграций. Под «независимыми» будем понимать районы нагула, в которых нагуливающаяся рыба в течение нагула не переходит в другие сопредельные районы. Очевидно, что совокупность таких «независимых» районов не должна пересекаться и одновременно должна покрывать весь нагульный ареал трески. Вторым условием должно являться требование приуроченности этих районов к структуре основных ветвей течений (что следует из изложенных в п.2 особенностей нагульных миграций трески).

Характер особенностей нагульных миграций отнерестовавшей трески позволяет выявить три таких «независимых» нагульных района:

- 1 район определяющийся ветвью Западно-Шпицбергенского течения;
- 2 район – Северной и Центральной ветвями Нордкапского течения;
- 3 район – Основной и Прибрежной ветвями Мурманского течения (см. рис. 2.1).

Другой концептуальной особенностью в постановке задачи по определению количественной оценки общего запаса, является учет неравномерности распределения биомассы скоплений во времени и в пространстве в период нагула (см. п.1). Иначе говоря, общую оценку биомассы запаса трески можно получить как сумму трех максимальных оценок биомассы, полученных в течение синоптического мониторинга по 3 выделенным «независимым» районам нагула. Далее будем называть их «естественными независимыми районами нагула».

Весь период наблюдений разобьем на 15-дневные синоптические однородные периоды. Для каждого из них на основе алгоритмов расчета биомассы (см. п.4) выполним вычисления по данным ежедневных траловых операций промысловых судов. Результаты расчетов приведены в таблице 5.1.

Соответствующие поля распределения биомассы трески для каждого 15-дневного периода приводятся на рис. 5.1-5.3. Неравномерность распределения биомассы трески во времени по 3 выбранным районам показана на графике (рис. 5.4).

Анализ проведенных расчетов оценки биомассы запасов трески позволяет сделать следующие выводы:

- используемый период осреднения в 15 суток, максимально приближенный к продолжительности однородного синоптического периода, дает возможность с достаточной достоверностью получать количественные оценки биомассы по 3 выделенным районам Баренцева моря. Данный период позволяет выделить основные закономерности распределения биомассы трески в Баренцевом море на фоне ее годового цикла (зимовка, нерестовые и посленерестовые миграции, нагул, обратные миграции);

- полученные данные распределения биомассы трески во времени позволяют сделать вывод о наличии двух годовых пиков (*максимумов*) в каждом из 3 районов: *первый максимум* приходится на летний период, когда подходящая посленерестовая треска смешивается с перезимовавшей неполовозрелой и пропускающей нерест рыбой, образуя наиболее плотные промысловые скопления; *второй максимум* совпадает по времени с массовой осенней возвратной миграцией рыбы. Причем, необходимо отметить, что летние максимумы в каждом из 3 районов превышают осенние на 40-50%, также то, что эти пики в разных районах по времени не совпадают (сдвиги между ними составляют от полумесяца до двух месяцев);

- изменчивость промыслового ареала в пределах выбранного временного однородного синоптического периода осреднения по всем районам Баренцева моря незначительна, что дает возможность использования в расчетах данных судовых суточных донесений и данных спутникового позиционирования флота.

Таблица 5.1

Количественная оценка биомассы трески в Баренцевом море по трем объективно выделенным районам (направлением миграций) по данным суточных судовых донесений и спутникового позиционирования в марте-ноябре 2005 г. (тонны)

Район	март		апрель		май	
	01-15	16-31	01-15	16-30	01-15	16-31
1	112 190,3	238 129,6	277 706,8	606 419,9	484 647,5	303 311,6
2	0,0	54,7	1 673,2	12 524,7	66 292,7	21 988,2
3	347 022,9	461 752,7	400 067,0	307 589,9	553 645,8	941 967,2
ИТОГО	1 614 679,8					

Район	июнь		июль		август	
	01-15	16-30	01-15	16-31	01-15	16-31
1	654 471,4	518 123,2	586 226,9	217 491,5	13 559,7	18 534,6
2	2 242,4	1 723,8	15 743,8	656 121,1	748 957,6	772 532,1
3	911 304,6	998 026,7	1 134 243,6	612 935,5	435 515,5	646 393,4
ИТОГО	2 561 247,1					

Район	сентябрь		октябрь		ноябрь	
	01-15	16-30	01-15	16-31	01-15	16-30
1	27 883,2	73 704,3	3 069,6	31 907,9	223 085,5	425 386,3
2	461 345,1	277 403,5	267 290,8	520 940,6	455 378,4	166 088,3
3	709 428,1	261 933,0	361 212,7	421 199,0	419 139,9	739 835,4
ИТОГО	1 686 162,3					

Наибольшая географическая устойчивость районов промысла приходится на периоды максимального расчетного значения биомассы трески в них;

- приведенное в отчете разделение Баренцева моря для расчета биомассы на 3 района, связанное как с географическим положением районов промысла, так и с динамикой вод позволяет говорить о том, что, во-первых, это деление объективно, а во-вторых, в каждом из районов считается «своя» рыба;

- исходя из вышеперечисленных положений суммарная биомасса трески может быть рассчитана сложением максимальных значений за 15- дневные интервалы каждого из 3 районов. Итоговое значение биомассы в 2 561 тыс. тонн получилось сложением абсолютных максимумов соответственно за первую половину июня в 1 районе, вторую половину августа во 2 районе и первую половину июля в 3 районе (табл. 5.1, 5.2);

- полученные расчетные оценки биомассы запасов трески являются *объективным нижним уровнем ее реальных значений*. Дальнейшие исследования в этой области с привлечением спутниковой информации для дисперсной оценки распределения тралений внутри промысловых квадратов, массовых гидроакустических данных с промысловых судов с научными наблюдателями на борту и др. приведут, по нашему мнению, к еще большей объективности в оценке величины запасов.

Таблица 5.2

Количественная оценка биомассы трески в Баренцевом море по трем объективно выделенным районам (направлениям миграций) по данным ССД и спутниковому позиционированию в марте-ноябре 2005 г. (тонны)

Объективно выделенные районы (направления миграций)	Периоды абсолютных максимумов	Величины абсолютных максимумов биомассы
1	01-15 июня	654 471,4
2	16-31 августа	772 532,1
3	01-15 июля	1 134 243,6
ИТОГО:		2 561 247,1

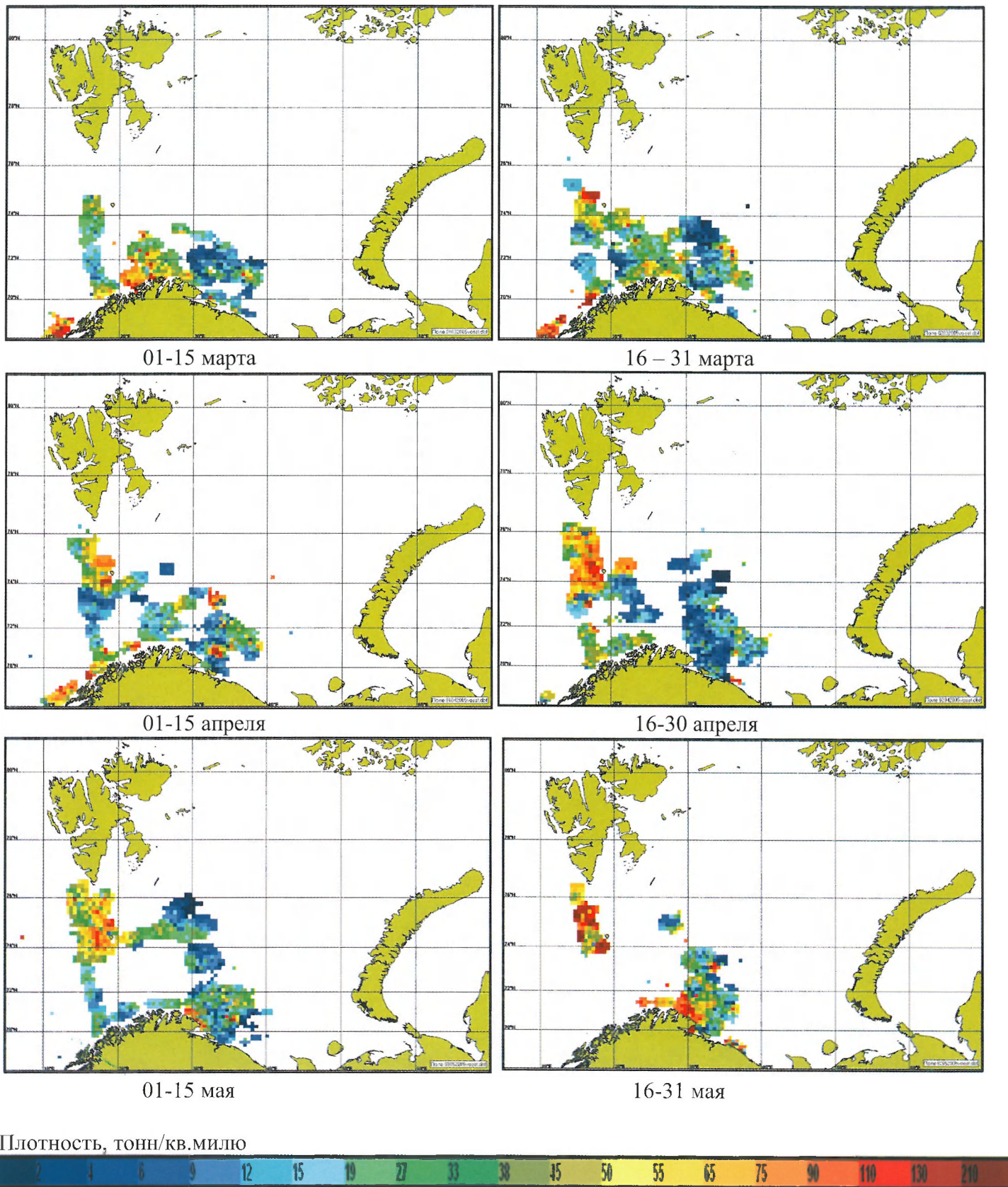
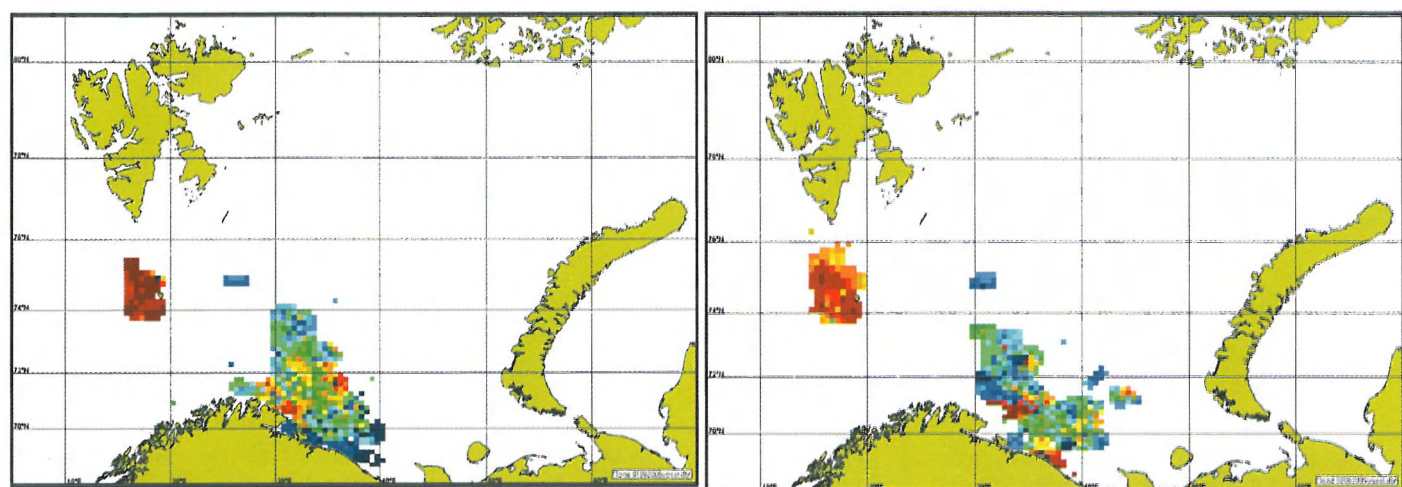
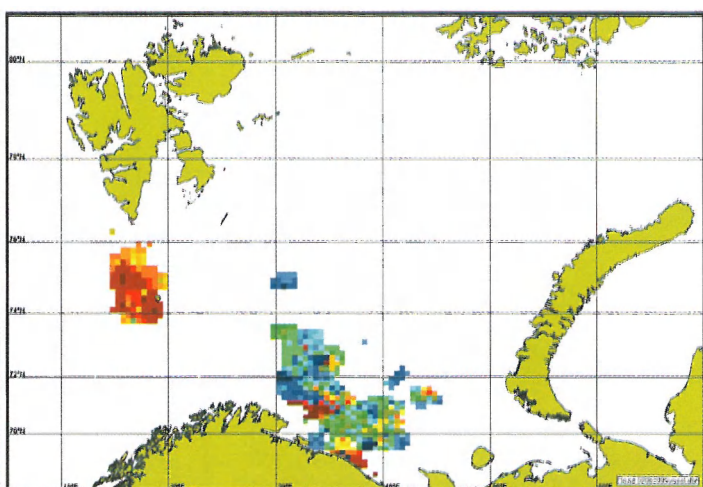


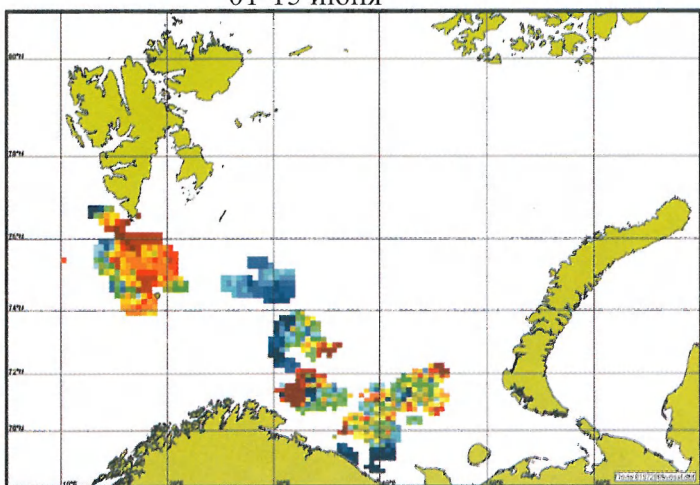
Рис. 5.1. Восстановленное поле плотности биомассы трески с марта по май 2005 г. по данным пооперационного лова ССД и спутникового позиционирования



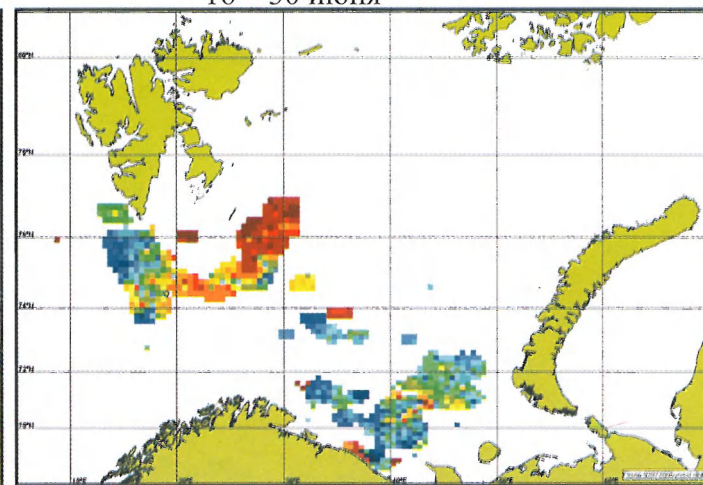
01-15 июня



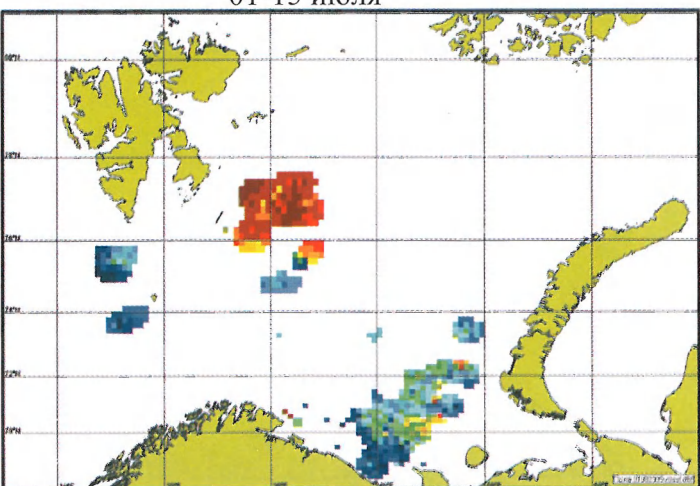
16 – 30 июня



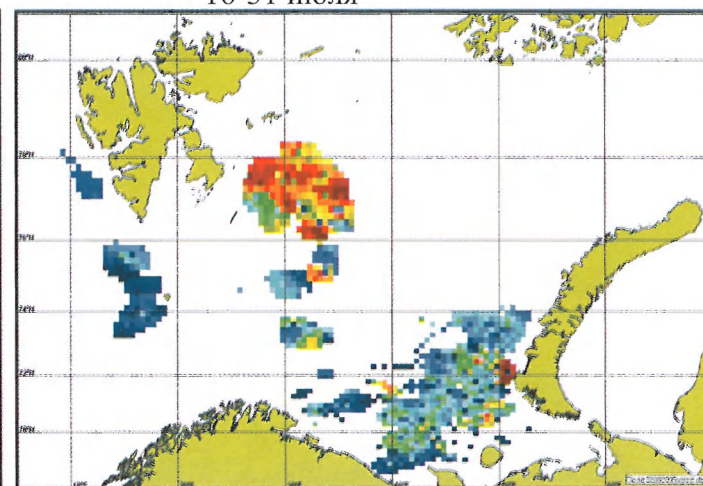
01-15 июля



16-31 июля



01-15 августа

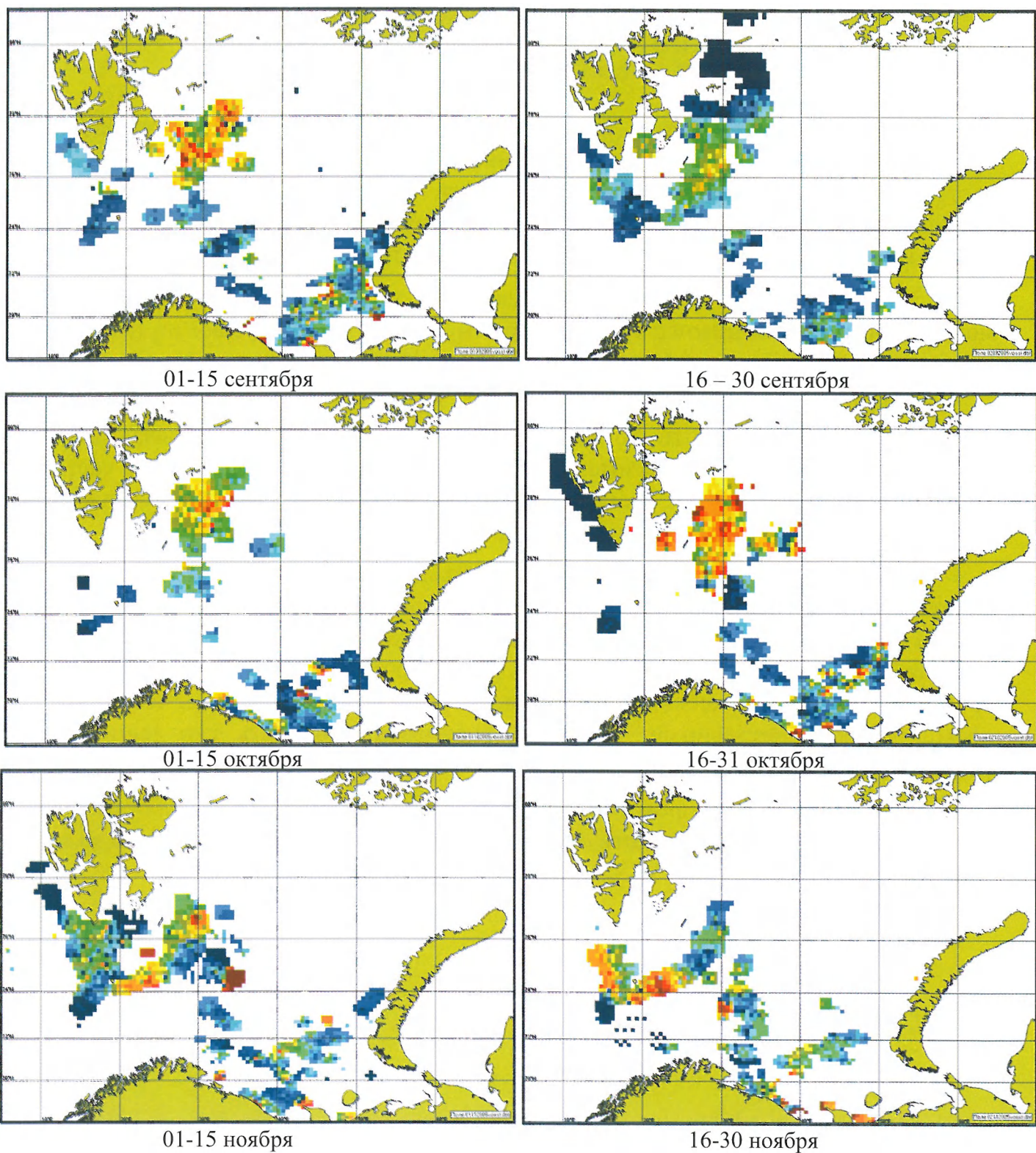


16-31 августа

Плотность, тонн/кв.милю



Рис. 5.2. Восстановленное поле плотности биомассы трески с июня по август 2005 г. по данным пооперационного лова ССД и спутникового позиционирования



Плотность, тонн/кв.милю



Рис. 5.3. Восстановленное поле плотности биомассы трески с сентября по ноябрь 2005 г. по данным пооперационного лова ССД и спутникового позиционирования

6. ПУТИ РАЗВИТИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕТОДОЛОГИИ СИНОПТИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ЗАПАСОВ ТРЕСКИ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

Оценивая результаты проведенных исследований и разработок программных средств методологии синоптического мониторинга оценки состояния запасов трески Баренцева моря, можно сформулировать ряд критических замечаний, наметить пути развития и совершенствования разрабатываемых методологических подходов и технологий.

В настоящий момент реализована технология синоптического мониторинга оценки нижней границы промыслового запаса трески по данным ежедневных траловых операций промысловых судов.

Критический анализ результатов проведенных исследований и разработок показывает, что по данным промысловых усилий добывающего флота оценивается только промысловый запас, который составляет лишь часть общего запаса трески. При этом, в настоящий момент, не учитывается часть запаса, состоящая из «маломерной рыбы».

Важным моментом развития методологии синоптического мониторинга количественных оценок биомассы запасов трески станет дополнительная оценка гидроакустической плотности скоплений, которая будет проводиться на промысловых судах, оснащенных специальным программным обеспечением по обработке гидроакустической информацией в реальном масштабе времени. Это позволит более детально и надежно оценивать плотность скоплений на участках вне зоны тралений.

В 2005 году уже проведена предварительная апробация разработанных программно-технических средств оценки гидроакустической плотности на ряде промысловых судов.

Литература

- Агеноров В.К. О динамике вод Баренцева моря // Гидрометеиздат. 1946.
- Баранов Ф.И. Об оптимальной интенсивности рыболовства // Избранные труды. М.: Пищевая промышленность, 1971. Т. 3. С.115-129.
- Марти Ю.Ю. Миграции морских рыб // М., Пищевая пром-сть. 1980. 248 с.
- Маслов Н.А. Связь физических и биологических факторов с сезонными миграциями трески // Тр. ПИНРО. 1968. Вып.23. С.68-85.
- Нансен Ф. Шпицберген // Перев. Собр.соч. Т. IV, Главсевморпуть. 1938.
- Новицкий В.П. Постоянные течения северной части Баренцева моря // Тр. ГОИН. Вып.64. Л., 1961. С.3-31.
- Кадильников Ю.В. Об оценке запасов промысловых объектов методом траловых съёмок // Доступность морских промысловых объектов для орудий лова и технических средств наблюдений. Сб. тр. АтлантНИРО. — Калининград: АтлантНИРО, 1988. — С-30-43.
- Карпенко Э.А., Дудов В.И., Гюльбадамов П.С. Определение интенсивности вылова, коэффициентов уловистости и уточнение состава популяции // Техника промышленного рыболовства. Вопросы теории, практики промысла и поведения гидробионтов: Сб. научных трудов. М.: ВНИРО, 1993. С. 82-90.
- Котенев Б.Н., Кухаренко К.Г., Леонтьев С.Ю. Экосистемные основы поиска изучения и освоения океанических промысловых ресурсов // Матер. Межд. научно-практ. конф. «Повышение эффективности использования водных биологических ресурсов Мирового океана». М., ВНИРО. 2005. С.22-26.
- Кочиков В.Н. Проблемы оценки запасов и управления рыболовством на старте XXI века // ВНИЭРХ. Инф.пакет: Биопром. и эконом. вопр. Мирового рыбол. Вып.2. 2001. С.32.
- Трещев А.И. Интенсивность рыболовства. М.: Пищевая промышленность. 1983. 236 с.
- Треска Баренцева моря: биология и промысел // Мурманск, изд-во ПИНРО. 2003. 296 с.
- Тьелмеланд С., Эриксен Е. Значимость международного сотрудничества в достижении большей эффективности эксплуатации совместных рыбных запасов // Актуальные проблемы и направления развития отраслевой системы мониторинга деятельности российского промыслового флота // Матер. Межд. научно-практ. конф. «Повышение эффективности использования водных биологических ресурсов Мирового океана». М., ВНИРО. 2005. С.26-28.
- Урбах В.Ю. Статистический анализ в биологических медицинских исследованиях. М.: Медицина, 1975.
- Шатохин Б.М., Мишкин В.М., Ванюшин Г.П., Котенев Б.Н. и др. Методология оценки биомассы и распределения нагульных скоплений далеко мигрирующих видов и их поведение в синоптическом масштабе изменчивости как основа рыбопромыслового прогнозирования. Материалы Всероссийской Конференции «Пути решения проблем изучения, освоения и сохранения биоресурсов Мирового Океана в свете морской доктрины Российской Федерации на период до 2020 года». Москва, Изд. ВНИРО, 2002, стр. 44-57.

- Шатохин Б.М., Мишкин В. М., Ванюшин Г. П., Котенев Б. Н. и др. Синоптический метод определения биомасс пелагических рыб (на примере скумбрии СВА). Рыбное хозяйство № 5, 2002. С.23-26.
- Шатохин Б.М. Исследование экологической роли уровенной поверхности океана и бифуркационных механизмов формирования зон повышенной рыбопромысловой продуктивности // Тез. док. научно-практ. конф. «О приоритетных задачах рыбохозяйственной науки в развитии рыбной отрасли России до 2020 года». М., изд-во ВНИРО, 2004 . С.54-57.
- Штокман В.Б. О некоторых заблуждениях в физической океанографии // «Природа», №10. 1951.
- Tretyak V.K., Korzhev V.A., Yaragina N.A. Trophic relations of the Barents Sea cod and their dynamics // ICES C.M. 1991/G:22.-28 pp.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
1. Общая постановка задач мониторинга биомассы скоплений трески по промыслово-биологическим и гидроакустическим данным добывающих судов	7
2. Основные факторы влияния изменчивости условий внешней среды на жизненный цикл северо-восточной арктической трески и ее роль в экосистеме Баренцева моря.....	11
2.1. Общие закономерности влияния крупномасштабных океанографических факторов на особенности жизненного цикла северо-восточной арктической трески	11
2.2. Экологическая роль трески в трофической цепи Баренцева моря	18
3. Характерные особенности пространственно-временного распределения, миграций и поведения трески в 2006 г.	21
4. Алгоритмическая и программная реализация методики количественной оценки промыслового запаса трески Баренцева моря.....	30
4.1. Проведение исследований и разработка программных средств построения траекторий тралений промысловых судов по данным спутникового позиционирования	30
4.2. Опыт применения локального адаптационного алгоритма восстановления полей плотности биомассы скоплений трески	35
4.3. Методология расчета доступного промыслового запаса трески на основе синоптического мониторинга промысла	36
5. Постановка задачи количественной оценки биомассы промыслового запаса трески Баренцева моря и результаты расчетов	41
6. Пути развития и совершенствования методологии синоптического мониторинга состояния запасов трески Баренцева моря.....	48
Литература	49

CONTENTS

Introduction	5
1. General statement of problems of biomass monitoring of cod aggregations on the fishing -biological and hydro-acoustical data of fishery	7
2. Main factors of influencing of variability of environmental conditions on a life cycle of northeast arctic cod and its role in Barents Sea ecosystem	11
2.1. Over-all regularity of influence of large-scale oceanographic factors on peculiarities of a life cycle of northeast arctic cod	11
2.2. An ecological role of cod in trophic chains of the Barents Sea.....	18
3. Spatial and temporal peculiarities of the cod distribution, migrations and behaviour in 2006	21
4. Algorithmic and program implementation of procedure of a quantitative assessment of fishing cod biomass in the Barents Sea.....	30
4.1. Carrying out of research and development of software of construction of trawling paths according to satellite positioning.....	30
4.2. Experience of application of local adaptable algorithm of restoring of fields of density of cod aggregation biomass.....	35
4.3. Methodology of calculation of an available fishing cod biomass on the basis of fishing synoptic monitoring	36
5. A statement of task of a quantitative assessment of the Barents Sea fishing cod biomass and results of calculations	41
6. Directions of development and improvement of methodology of synoptic monitoring of the state of Barents Sea cod stocks	48
References.....	49

**СИНОПТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ЗАПАСОВ ТРЕСКИ
В БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ В 2005 Г. НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
СОВРЕМЕННЫХ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ
ИЗУЧЕНИЯ БИОРЕСУРСОВ**

Подписано в печать 14.03.06. Формат 60 x 84 ¹/₈
Объем 6,75 п.л. Тираж 100 экз. Заказ № 177

Издательство ВНИРО
107140, Москва, Верхняя Красносельская,17

Тел.: (095) 264-65-33
Факс: (095) 264-91-87

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

