

*В.Д. Бойцов, А.Л. Карсаков, А.А. Аверкиев, Д.В. Густоев, И.П. Карпова*

**ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЧИВОСТИ  
ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК  
ПО НАБЛЮДЕНИЯМ НА РАЗРЕЗЕ «КОЛЬСКИЙ МЕРИДИАН»**

*V.D. Boitsov, A.L. Karsakov, A.S. Averkiev, D.V. Gustoev, I.P. Karpova*

**RESEARCH OF VARIABILITY  
HYDROPHYSICAL CHARACTERISTICS  
ON THE «THE KOLA MERIDIAN» CROSS-SECTION  
OBSERVATIONS**

*В работе представлены основные результаты исследований физико-химических и биологических процессов в Баренцевом море за последние 10 лет с использованием данных разреза «Кольский меридиан», наблюдения на котором проводятся уже 110 лет. Они были направлены на изучение пространственно-временной изменчивости характеристик состояния вод, разработку методов их прогноза, а также на оценку степени влияния параметров среды на биотические компоненты экосистем и создание методов прогноза биолого-промысловых показателей.*

*Ключевые слова: гидрофизические характеристики, изменчивость, водная масса, прогнозирование.*

*The paper provides main results of research into physical-chemical and biological processes in the Barents Sea during last 10 years using data from the Kola section where the observations have been made during the past 110 years. The investigations were aimed at study of the spatial-temporary variability in state characteristics of water, development of their forecasting methods as well as estimation of environmental influence on biotic components of ecosystems and establishment of methods for forecasting biological and fisheries indices.*

*Key words: hydrophysical characteristics, variability, water mass, forecasting.*

В 2009 г. исполнилось 110 лет с начала проведения океанографических наблюдений на разрезе «Кольский меридиан» Баренцева моря. Исследования на нем были начаты в мае 1900 г. в связи с необходимостью развития рыбного промысла на северо-западе России. Данные этого разреза представляют собой одну из самых продолжительных в мире серий океанографических наблюдений, на котором продолжают выполняться достаточно регулярные измерения характеристик состояния морских вод. Их прикладная направленность – одна из основных причин уникальности собранного материала по его длительности и дискретности. В настоящее время разрез «Кольский меридиан» выполнен более 1100 раз, а количество океанографических станций в базе данных Полярного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича (ПИНРО) превышает 10,5 тыс. (рис. 1).

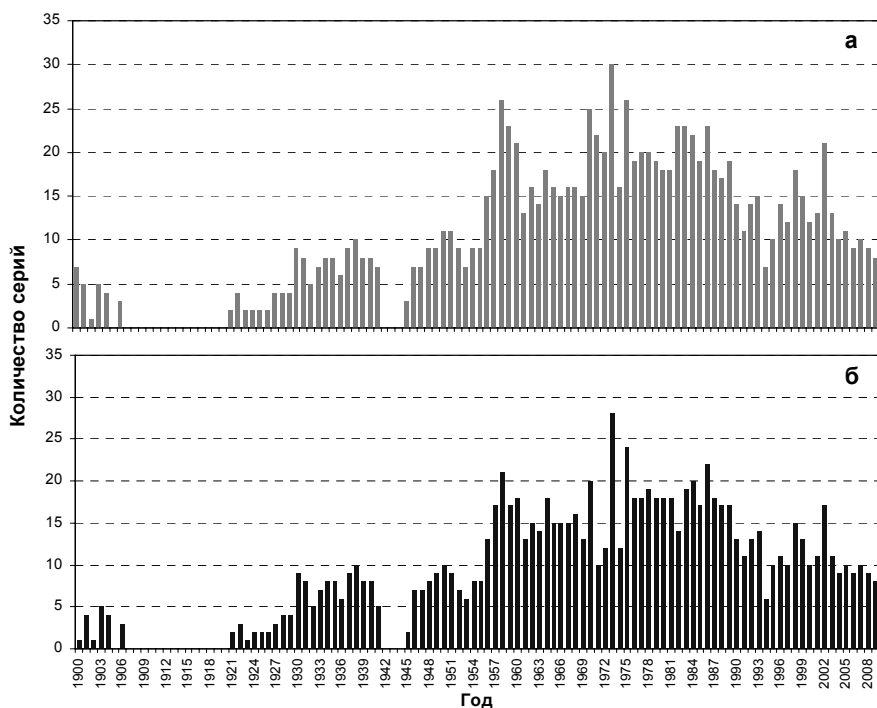


Рис. 1. Количество серий наблюдений за температурой (а) и соленостью (б) воды на разрезе «Кольский меридиан» в 1900–2009 гг.

В 1999 г. в ПИНРО состоялся международный симпозиум, посвященный 100-летию учреждения на конференции ИКЕС стандартного разреза «Кольский меридиан». В докладах, представленных на нем, подведены итоги многолетних исследований в Баренцевом море с применением данных этого разреза, а также рассмотрены особенности океанографических условий в Северной Атлантике и Северо-Европейском бассейне [100 years of oceanographic observations..., 2005]. В настоящей статье основное внимание уделено результатам изучения учеными ПИНРО и их коллегами физико-химических и биологических процессов Баренцева моря в течение 10 лет, прошедших после международного симпозиума, состоявшегося в Мурманске.

Разрез «Кольский меридиан» пересекает потоки атлантической воды, которые поступают через западную границу Баренцева моря в его южную, центральную и восточную части (рис. 2). Эти теплые воды на значительной акватории моря не дают зимой формироваться морскому льду, а наличие вертикальной циркуляции водных масс в холодный период приводит к восстановлению запасов питательных солей фотического слоя, что создает необходимые условия для развития начального звена трофической цепи – продуцентов органического вещества. Фитопланктон дает энергию последующим звеньям пищевой пирамиды, что определяет высокую биологическую продуктивность Баренцева моря.

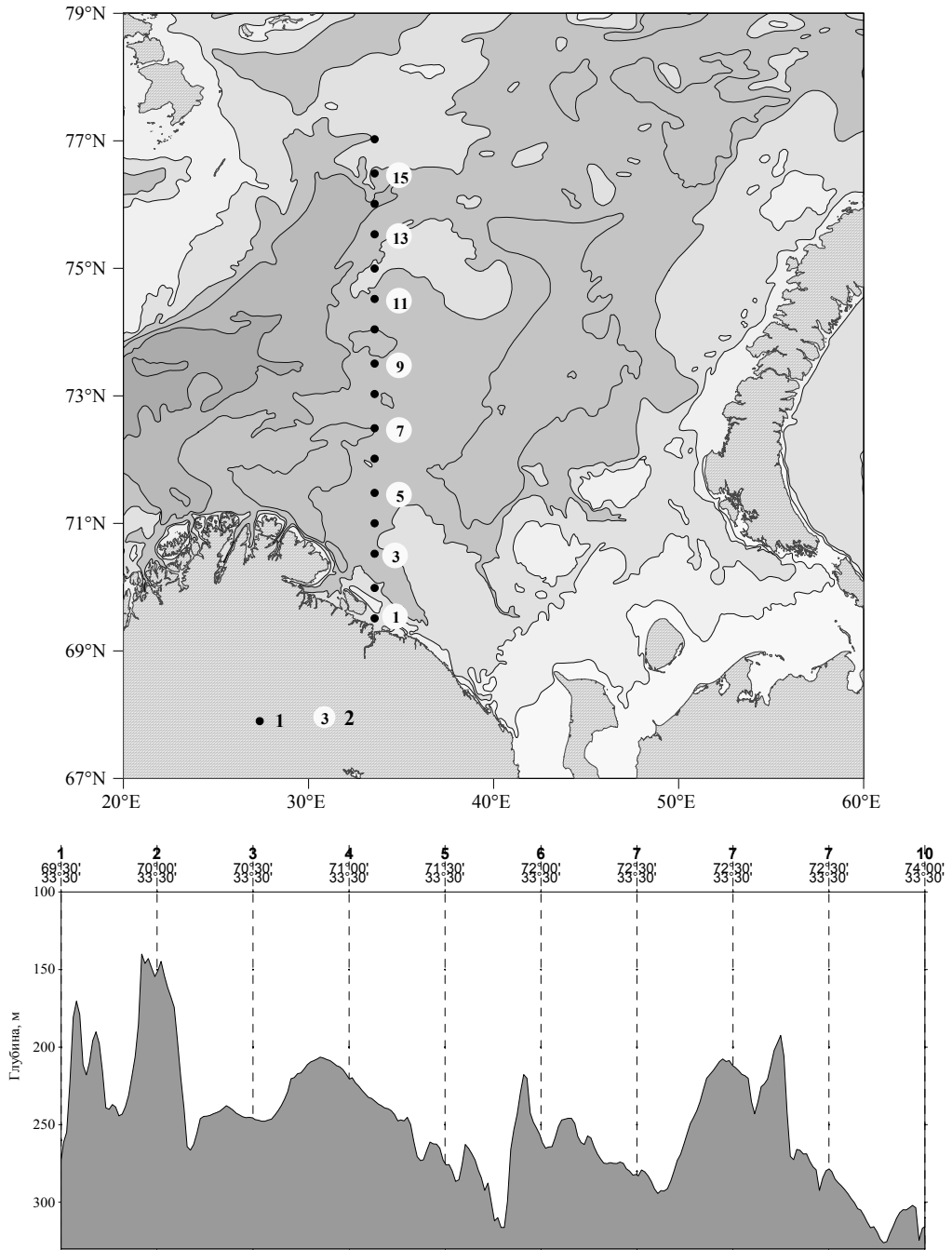


Рис. 2. Положение разреза «Кольский меридиан» в Баренцевом море (вверху) и топография дна на разрезе в пределах станции № 1–10 (внизу)

Данные наблюдений на разрезе «Кольский меридиан» позволяют контролировать динамику поступления теплых вод в арктические моря и поэтому используются для решения наиболее важных задач в области физической и промышленной океанографии. К их числу относятся исследования закономерностей сезонной, межгодовой и долгопериодной изменчивости физико-химических характеристик вод, разработка методов их прогноза различной заблаговременности. Эти данные также необходимы для оценки степени влияния абиотических факторов на формирование первичной продуктивности, численности и биомассы зоопланктона и бентоса, урожайности поколений рыб и их биологических параметров, распределение и особенностей миграций гидробионтов, формирование их промысловых скоплений, создание методов прогноза биолого-промысловых показателей.

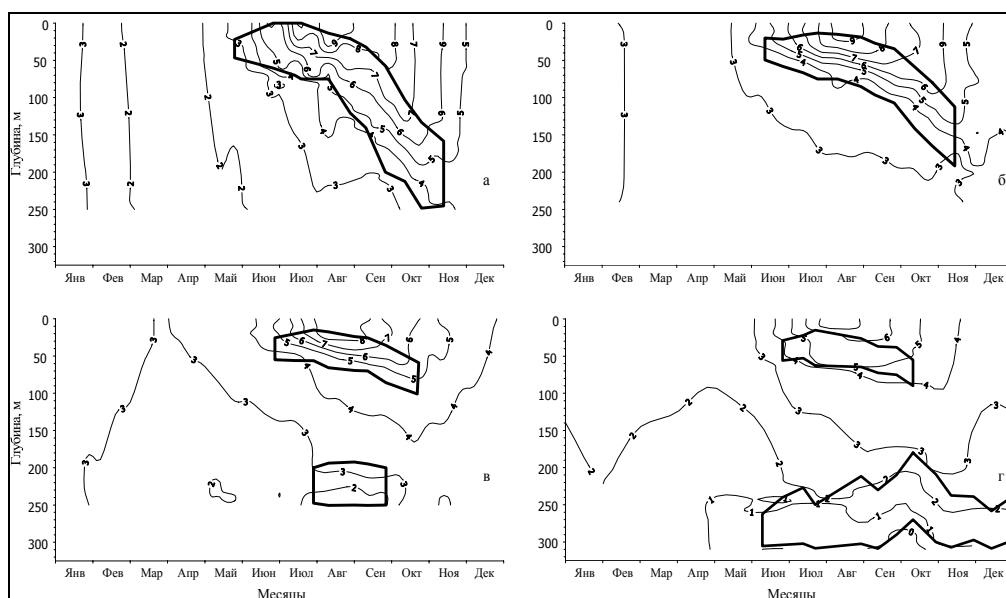


Рис. 3. Изменение термической структуры в течение года на разрезе «Кольский меридиан»: а – станция 1, б – станция 3, в – станция 6, г – станция 10 [Ившин, 2004]

Статистические характеристики сезонной изменчивости параметров состояния вод на разрезе «Кольский меридиан» являются наиболее надежными, поскольку рассчитаны по данным непрерывных наблюдений за более чем 50 лет [Карсаков, 2009]. Наличие месячных норм температуры и солёности воды на каждом стандартном горизонте станций разреза позволило исследовать вертикальную термохалинную и плотностную структуру вод (рис. 3), установить время наступления их климатических экстремумов, провести сравнение параметров их сезонного хода в теплые и холодные годы (рис. 4), определить границы вод разного генезиса (рис. 5), продолжительность гидрологических сезонов [Бойцов, 2006], а также получить некоторые другие важные научные и практические результаты.

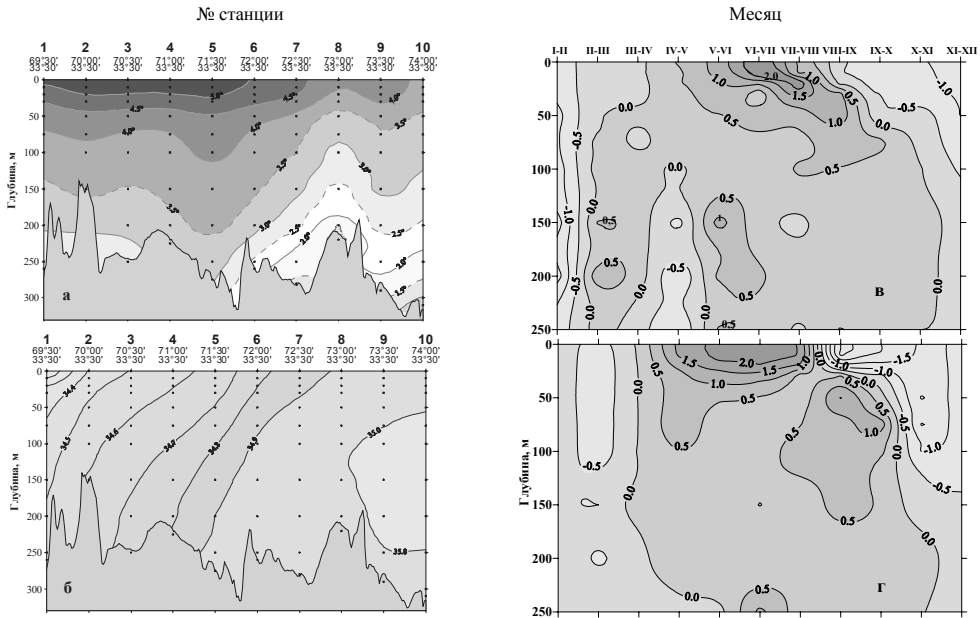


Рис. 4. Среднегодовая норма температуры (а) и солёности (б) воды [Карсаков, 2009] и изоплеты межмесячной разности температуры на станции 5 разреза «Кольский меридиан» в холодном 1987 г. (в) и теплом 2004 г. (з) [Бойцов, 2006]

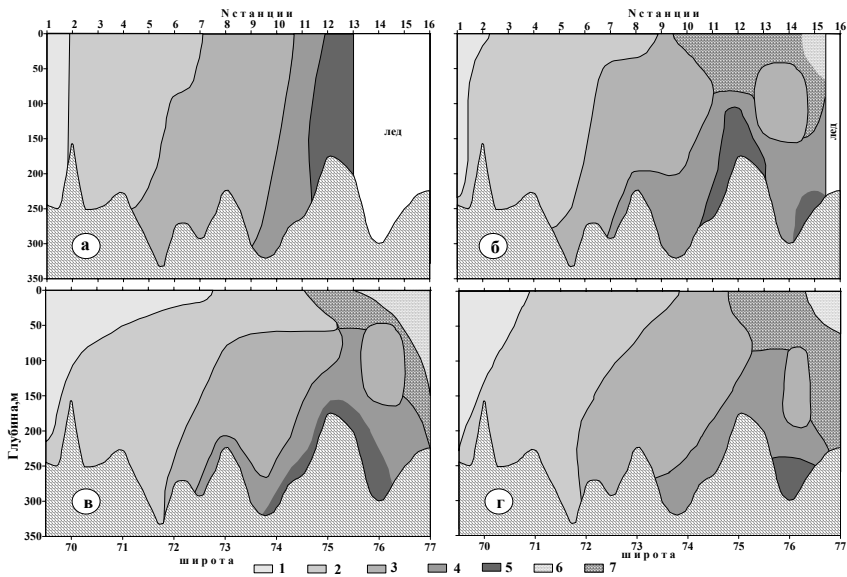


Рис. 5. Климатические границы водных масс на разрезе «Кольский меридиан» зимой (а), весной (б), летом (в) и осенью (з) [Бойцов, 2006]: 1 – прибрежная; 2 – прибрежная, смешанная с атлантической; 3 – атлантическая; 4 – атлантическая, смешанная с баренцевоморской; 5 – баренцевоморская; 6 – арктическая; 7 – атлантическая, смешанная с арктической и баренцевоморской

Поскольку разрез «Кольский меридиан» пересекает несколько водных масс, был проведен анализ сопряженности их температуры и солености между собой и с другими параметрами. Так, были выполнены расчеты коэффициентов корреляции между среднегодовыми значениями температуры, солености и ледовитости Баренцева моря. Наибольшая отрицательная статистическая связь с высоким уровнем значимости существует между этими параметрами на акватории разреза, где распределяются атлантические воды Центральной ветви Нордкапского течения, мало подверженные распреснению за счет смешения с прибрежными водами (рис. 6).

Наличие продолжительных рядов температуры воды на разрезе «Кольский меридиан» позволяет исследовать спектральную структуру ее межгодовых колебаний. Чем период наблюдений больше, тем репрезентативнее оценки спектральной плотности основных энергонесущих циклов, присутствующих в скрытой форме в изменчивости показателя теплосодержания водных масс, особенно в низкочастотной части спектра. Оценка параметров нелинейного тренда в многолетних колебаниях температуры воды была выполнена по данным за весь период наблюдений, который составил 108 лет. Частотный состав колебаний среднегодовой температуры воды различных слоев с удаленным трендом рассчитан по наиболее достоверным данным за 1951–2007 гг. (рис. 7). С глубиной значительных изменений в спектральной структуре межгодовых колебаний температуры воды Мурманского течения не выявлено. Различия существуют во вкладе некоторых составляющих в ее изменчивость. В верхнем 50-метровом слое, где происходит поглощение основной части солнечной энергии и ее последующее перераспределение в нижележащие слои, наибольший вес в дисперсию температуры воды на разрезе «Кольский меридиан» вносит 14–17-летний цикл. С глубиной его период несколько увеличивается, но уменьшается вклад в общую изменчивость температуры воды. Удельный вес 10–11 и 8-летней вариации напротив достигает своего максимума в ее изменениях в слое 150–200 м. В диапазоне средних частот статистически значимым является ритм 5–6 лет (рис. 7). В короткопериодной части спектра температуры воды на разрезе «Кольский меридиан» доминируют два пика спектральной плотности, период которых составляет 37 и 30 месяцев. Межгодовые колебания температуры воды на разрезе "Кольский меридиан" в слое 0–50 м вносят около 31 %, в слое 50–200 м – 38 %, а в слое 150–200 м – около 50 % в ее суммарную дисперсию [Бойцов, 2009]. Представленные выше оценки частотной структуры колебаний температуры слоя 0–200 м на разрезе в целом согласуются с результатами, полученными ранее [Аверкиев, 2005] и уточняют их, в первую очередь, в низкочастотной части спектра.

С использованием более чем 100-летнего массива данных температуры воды Мурманского течения были проведены расчеты уровня сопряженности при различных временных сдвигах выделенных долгопериодных циклов в ее колебаниях с индексами космогеофизических сил и параметров циркуляции атмосферы над Северной Атлантикой и Северо-Европейским бассейном [Бойцов, 2007].

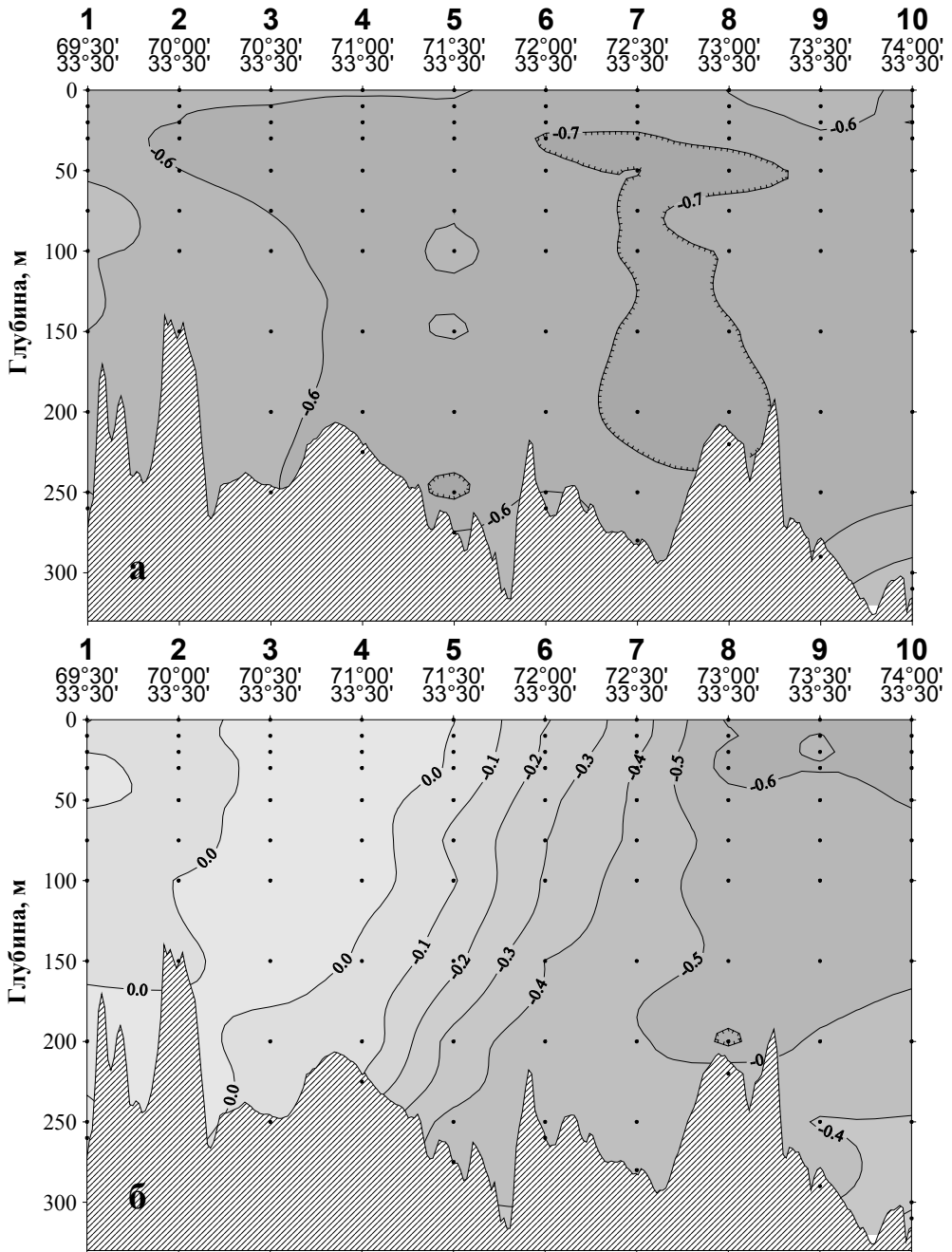


Рис. 6. Распределение коэффициентов корреляции между изменениями среднегодовой температуры (а), солёности (б) воды на разрезе "Кольский меридиан" и общей ледовитости Баренцева моря в 1951–2005 гг. [Карсаков, 2009]

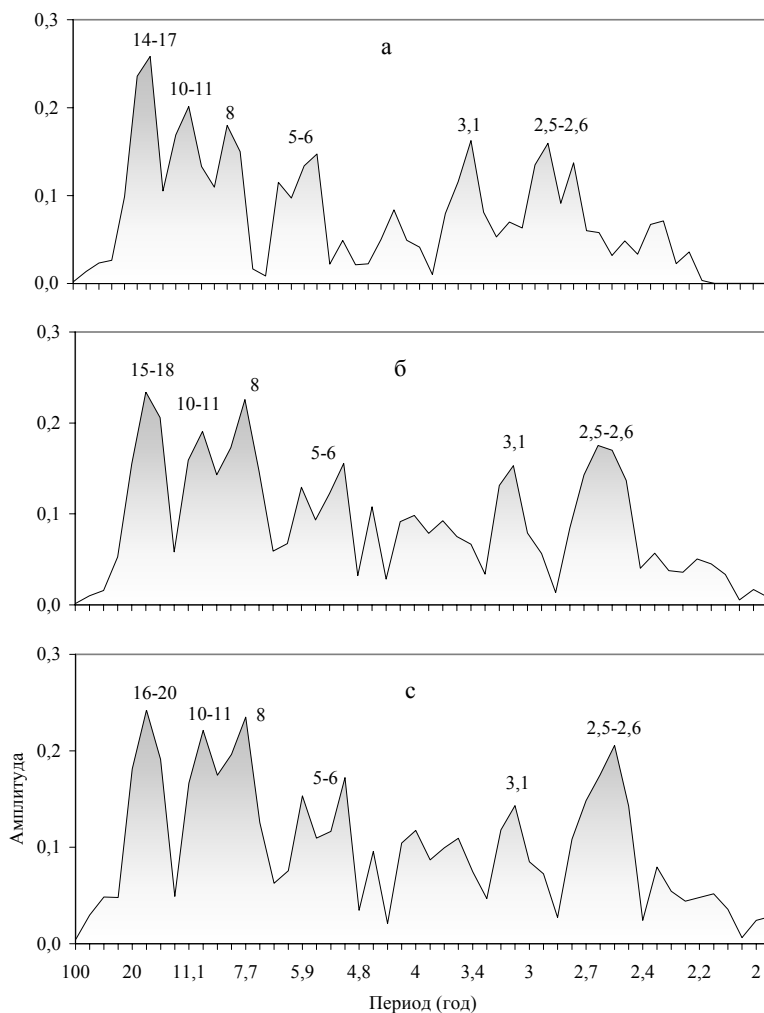


Рис. 7. Спектры колебаний среднегодовой температуры воды слоя 0–50 (а), 50–200 (б) и 150–200 м (в) на разрезе «Кольский меридиан» по данным за 1951–2007 гг. Над максимумами спектральной плотности указаны периоды циклических составляющих (количество лет)

Выполнена ретроспектива временного ряда средних годовых значений температуры воды слоя 0–200 м на разрезе «Кольский меридиан» до 1840 г. [Карпова, 2001], позволившая увеличить длину исходного ряда к настоящему времени до 170 лет (рис. 8). Долгопериодная составляющая температуры воды хорошо отражает вековые изменения климата в этом регионе.

По среднемесячным данным температуры воды на 3–7 станциях разреза «Кольский меридиан» были выделены наиболее продолжительные теплые и холодные периоды в Баренцевом море в 1951–2009 г. С 1999 г. на протяжении



132 месяцев температура воды Мурманского течения была выше нормы. Только в январе и феврале 2003 г. она приблизилась к ней (рис. 9). В 2004–2007 гг. в течение практически всех месяцев температура была аномально высокой. С ноября 2005 г. по июнь 2007 г., т.е. 20 месяцев подряд температура воды слоя 0–200 м на 1 °С превышала норму. Рекордным в этом отношении является 2006 г., когда ее среднегодовая аномалия во всех слоях составила 1,1–1,2 °С. В 2007 г. температура лишь на 0,1–0,2 °С оказалась ниже предыдущего года. В 2008–2009 гг. теплосодержание вод Баренцева моря по данным разреза «Кольский меридиан» несколько уменьшилось, но оставалось на уровне теплых и аномально теплых лет.

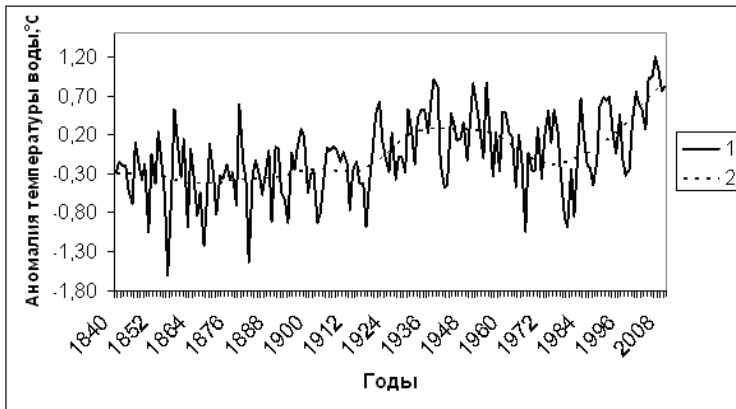


Рис. 8. Среднегодовые аномалии температуры воды слоя 0–200 м на 3–7 станциях разреза «Кольский меридиан» (1) и долгопериодная составляющая (2) за 1840–2009 гг.

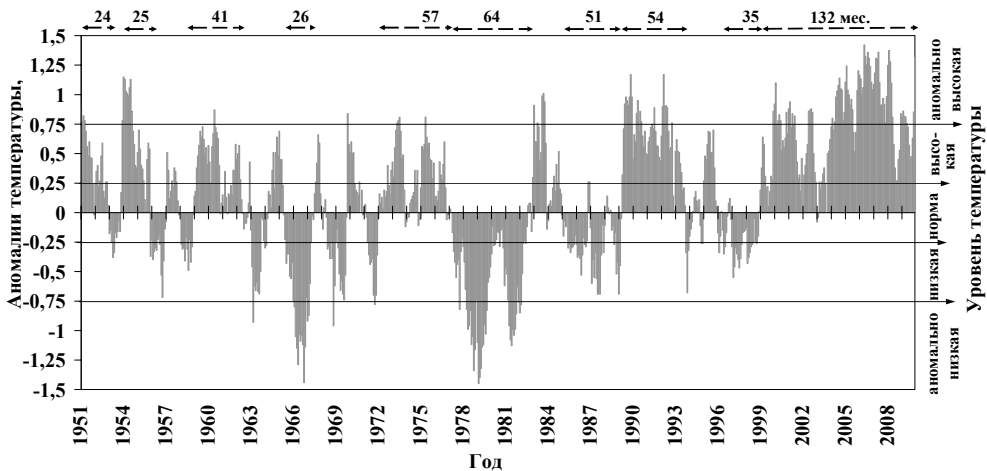


Рис. 9. Среднемесячные аномалии температуры воды слоя 0–200 м на 3–7 станциях разреза "Кольский меридиан" в 1951–2009 гг. и величина уровня теплосодержания вод по 5-балльной шкале. Стрелки сверху – границы периодов и количество месяцев с положительными и отрицательными аномалиями температуры воды

Имеющиеся с начала XX в. ряды наблюдений температуры воды на разрезе «Кольский меридиан», температуры воздуха на некоторых метеостанциях на побережье Баренцева моря и его ледовитости были использованы для расчета индекса, с помощью которого исследовались долгопериодные колебания климата [Бойцов, 2008], что необходимо для изучения причин потепления и похолодания в Северо-Европейском бассейне.

Многолетние данные ПИНРО по гидрохимии Баренцева моря, в том числе и на разрезе «Кольский меридиан» позволили исследовать сезонную и межгодовую динамику гидрохимических элементов, рассчитать уровень первичной продуктивности [Несветова, 2002], а также оценить роль условий среды в функционировании его экосистем [Титов, 2001].

В лаборатории промысловой океанографии ПИНРО совместно с сотрудниками Российского государственного гидрометеорологического университета (РГГМУ) разработан ряд методик прогноза месячных, квартальные и среднегодовых значений температуры воды Мурманского течения. Их наиболее полный обзор представлен в работах А.С.Аверкиева, Д.В. Густоева, И.П. Карповой, Е.И. Серякова [2005], Ю.А. Бочкова [2005] и В.Д. Бойцова [2006].

Разработка методов прогноза океанографических показателей весьма не простая задача, поскольку развитие гидрометеорологических процессов носит сложный характер с большим набором прямых и обратных связей, которые часто имеют нелинейный вид. Поэтому параметры прогностических моделей со временем могут быть неадекватны описываемым явлениям, что побуждает исследователей вносить в них коррективы или разрабатывать новые. Так, отдельные, хорошо зарекомендовавшие себя прогностические модели, в которых использовался большой набор независимых переменных, имели низкую оправдываемость в осенне-зимний период, когда часто происходит смена ранее наблюдавшегося типа развития гидрометеорологических процессов на новый, определяющий характер их развития в течение последующих сезонов [Крылова, Серяков, 1975; Методические рекомендации по статистико-вероятностному..., 1989]. Данные наблюдений показали, что смена знака аномалий температуры воды слоя 0–200 м на разрезе «Кольский меридиан» чаще всего происходила в ноябре–феврале. Поэтому, чтобы учесть особенности сезонной динамики циркуляции атмосферы и температуры воды Баренцева моря, была разработана комбинированная методика прогноза теплосодержания водных масс на разрезе «Кольский меридиан» для января–марта. В ней используется комплексирование результатов расчета с помощью автопрогноза, динамико-статистический метод и метод подбора аналога [Карсаков, Гузенко, Никифоров, 2001].

В разработанной методике прогноза среднемесячной температуры воды слоя 0–200 м на разрезе "Кольский меридиан" с заблаговременностью 1–2 месяца с помощью косвенной оценки основных составляющих теплового баланса водных масс осуществляется поиск года-аналога, в котором абсолютные значения предикторов и их динамика в предшествующий период имели наименьшие

различия в год прогнозирования. На основе результатов спектрального анализа межгодовых колебаний температуры воды Мурманского течения предложен аддитивный метод прогноза среднегодовой температуры воды слоя 0–200 м с заблаговременностью 1 и 2 года. Его проверка показала значительное превышение оправдываемости методических прогнозов по сравнению с климатологическими прогнозами [Бойцов, 2006].

Последнее десятилетие в РГГМУ продолжены работы по совершенствованию и внедрению методики сверхдолгосрочного прогнозирования, основанной на статистико-вероятностной аппроксимации особенностей внутренней, квазипериодической структуры временных серий с периодом осреднения от месяца до года [Аверкиева, Густоева, Карповой, Серякова, 2005]. Кроме того, проводятся исследования по возможности применения метода главных компонент для прогноза температуры воды на разрезе «Кольский меридиан» [Малинин, Гордеева, 2003].

На протяжении 24 лет составляются оперативные прогнозы средней годовой температуры воды в слое 0–200 м на станциях 3–7 разреза «Кольский меридиан» с заблаговременностью один и два года с использованием пакета программ «Призма» [Аверкиев, Булаева, Густоев, Карпова, 1997]. Проведенная оценка оправдываемости этих прогнозов за 1986–2009 гг. показала следующие результаты: оправдываемость по знаку аномалии одношаговых прогнозов составила 83 %, двухшаговых – 71 %; оправдываемость по величине относительно среднего квадратического отклонения для одношаговых прогнозов составила 79 %, для двухшаговых – 64 %. Таким образом, оправдываемость этой методики превысила оправдываемость климатических прогнозов в первом случае на 29 %, во втором – на 17 %.

Начиная с 2005 г., прогнозы составляются на каждый месяц с заблаговременностью один, два года и на период теоретической максимальной заблаговременности – четыре года. Оправдываемость опытных прогнозов за 2009 г. представлена в таблице. Как видно из таблицы, оправдываемость прогнозов, составленных в 2008 г., достигает 100 % по знаку аномалии и численному значению; составленных в 2007 г. (с двухгодичной заблаговременностью) – 100 % по знаку и 92 % по численному значению.

За весь период опытного использования методики (четыре года) оправдываемость сверхдолгосрочных прогнозов среднемесячной температуры воды слоя 0–200 м Мурманского течения на разрезе «Кольский меридиан» на 2006–2009 гг. составила 98 % по знаку аномалии и 95 % по численному значению.

Опытное прогнозирование среднемесячных значений температуры воды на разрезе «Кольский меридиан» с заблаговременностью 3 и 4 года начато в 2008 г., однако такие прогнозы эпизодически составлялись в 2004 и 2005 гг. Несмотря на малую статистическую обеспеченность их оправдываемость достаточно велика и составила 91 % по знаку аномалии и 67 % по численному значению.

**Оправдываемость опытных прогнозов среднемесячной температуры воды слоя 0–200 м основной ветви Мурманского течения на разрезе «Кольский меридиан» на 2009 г.**

Прогноз, составленный в 2007 г.				Прогноз, составленный в 2008 г.			2009 г.
Месяц	Значение, °С	Сигма, °С	Оправдываемость: величина/знак	Значение, °С	Сигма, °С	Оправдываемость: величина/знак	Факт., °С
Январь	4,63	0,52	+/+	4,87	0,52	+/+	4,61
Февраль	4,31	0,58	+/+	4,45	0,58	+/+	4,21
Март	4,02	0,56	+/+	4,14	0,56	+/+	3,88
Апрель	3,80	0,56	++	3,84	0,56	+/+	3,70
Май	3,75	0,60	+/+	3,86	0,60	+/+	3,81
Июнь	4,12	0,60	+/+	4,09	0,60	+/+	4,25
Июль	4,95	0,58	+/+	4,90	0,58	+/+	4,70
Август	5,50	0,59	+/+	5,56	0,59	+/+	5,10
Сентябрь	5,55	0,55	+/+	5,55	0,55	+/+	5,37
Октябрь	5,32	0,57	+/+	5,53	0,57	+/+	5,51
Ноябрь	5,44	0,53	+/+	5,51	0,53	+/+	5,53
Декабрь	4,98	0,47	-/+	5,10	0,47	+/+	5,56

В настоящее время в ПИНРО и в РГГМУ продолжают исследования по разработке новых и усовершенствованию уже имеющихся методов прогноза океанографических характеристик состояния вод с использованием данных разреза «Кольский меридиан». Расчеты параметров будущего состояния морской среды с месячной заблаговременностью используются при прогнозировании распределения объектов промысла, сроков их миграций, а годовые и перспективные прогнозы необходимы для оценки изменений численности пополнений промысловых популяций и экосистем (рис. 10). Насколько нам известно, подобного рода многолетние исследования по поиску формализованных методов прогноза абиотических условий с последующим использованием их результатов для заблаговременной оценки биолого-промысловых показателей в других институтах отрасли и в других странах не проводятся, что определяет уникальность разработок ПИНРО и РГГМУ.

Освоение биологических ресурсов Баренцева моря в течение уже 70 лет сопровождается изучением влияния условий среды на биотические компоненты экосистем. При этом данные разреза «Кольский меридиан» в этих исследованиях использовались наиболее часто [Бойцов, Несветова, Ожигин, Титов, 2005].

В последние годы были разработаны модели прогноза численности пополнения основных промысловых видов рыб Баренцева моря. Как известно, температура оказывает прямое, а через некоторые гидрометеорологические процессы и опосредованное воздействие на выживание икры и личинок рыб, т.е. на формирование урожайности их годовых классов. Кроме того, изменчивость температуры влияет на сроки развития и пространственное распределение кормового зоопланктона. Поэтому при изучении влияния факторов среды на динамику ве-

личины пополнения рыб чаще всего использовались данные температуры воды на разрезе «Кольский меридиан». Так, в предложенных методиках его средняя температура различных слоев применяется при расчетах ряда индексов, характеризующих физические «возмущения» в среде и скорости протекания некоторых процессов. Они вместе с гидрохимическими параметрами вошли в качестве предикторов в многомерные прогностические модели динамики пополнения атлантической сельди, мойвы и трески Баренцева моря [Титов, 2003]. Температура воды разреза «Кольский меридиан» является основным предиктором в вероятностном методе прогноза индекса численности годовых классов северо-восточной арктической трески на стадии пелагической молоди [Бойцов, 2005] и в методике прогноза численности ее поколений, вступающих в промысел [Бойцов, 2009].

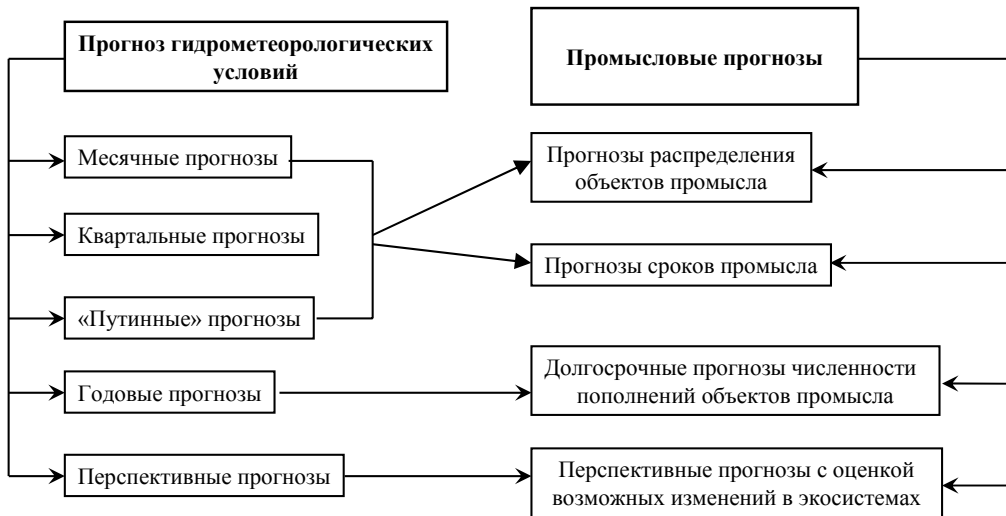


Рис. 10. Использование данных разреза «Кольский меридиан» в прогностической деятельности ПИНРО

Температура воды разреза «Кольский меридиан» часто используется в качестве показателя теплового состояния водных масс всей южной части Баренцева моря, так как существует высокая сопряженность ее колебаний с температурой воды на других разрезах. Исследования показали, что теплосодержание вод Мурманского течения весной во многом определяет положение северо-восточной границы распределения баренцевоморской трески летом, что позволило включить этот показатель в модель при разработке метода прогноза границ этой части нагульного ареала рыбы [Гузенко, 2007].

На пространственное распределение ранних стадий и промысловых скоплений рыб на акватории Баренцева моря могут оказывать влияние особенности циркуляции водных масс. Это подтвердили результаты сопоставления расходов воды через стандартные разрезы моря, в том числе и разрез «Кольский меридиан», с площадью разноса сеголеток норвежской весенне-нерестующей сельди [Трофи-

мов, Прохорова, 2005]. Установлено, что при увеличении интенсивности переноса атлантических вод Мурманским течением часто происходит смещение ареала и границы наибольших скоплений пинагора к востоку [Трофимов, Русаев, 2005].

В настоящее время данные разреза «Кольский меридиан» доступны в Интернете на сайте ПИНРО ([www.pingo.ru](http://www.pingo.ru)). Используя их, наши коллеги из норвежского института морских исследований в Бергене (БИМИ) пришли к заключению, что температура воды на разрезе является репрезентативной для оценки изменений климата на акватории распределения атлантических вод. Она является хорошим индикатором влияния условий среды на выживание и рост молоди трески, пикши и сельди [Оттерсен, Одланнсвик, Луенг, 2005].

В последние годы измерения параметров среды на большинстве других стандартных разрезах Баренцева моря проводятся достаточно редко. Поэтому для решения многих важных научных и прикладных задач физической и промысловой океанографии могут быть использованы только данные векового океанографического разреза «Кольский меридиан». Поэтому представленные в работе результаты исследований особенностей океанографических условий моря, колебаний климата, оценки влияния абиотических условий на распределение и динамику численности промысловых видов показывают важность этих данных в комплексных экосистемных исследованиях и необходимость продолжения наблюдений на разрезе «Кольский меридиан» в объеме, необходимом для получения достоверных данных о состоянии вод Баренцева моря.

### **Литература**

1. *Аверкиев А.С., Булаева В.М., Густоев Д.В., Карпова И.П.* Методические рекомендации по использованию метода сверхдолгосрочного прогнозирования гидрометеорологических элементов (МСПГЭ) и программного комплекса «Призма». – Мурманск: Изд. ПИНРО, 1997. – 40 с.
2. *Аверкиев А.С., Густоев Д.В., Карпова И.П., Серяков Е.И.* Исследование и долгосрочное прогнозирование тепловых процессов на разрезе «Кольский меридиан» // 100 лет океанографических наблюдений на разрезе "Кольский меридиан" в Баренцевом море. – Мурманск: Изд. ПИНРО, 2005, с. 15–31.
3. *Бойцов В.Д.* Вероятностный метод прогноза урожайности поколений северо-восточной арктической трески Баренцева моря // Рыбное хозяйство, 2005. № 2, с. 42–44.
4. *Бойцов В.Д.* Изменчивость температуры воды Баренцева моря и ее прогнозирование. – Мурманск: Изд. ПИНРО, 2006. – 292 с.
5. *Бойцов В.Д.* Космогеофизические факторы и межгодовые колебания температуры воды Баренцева моря // Рыбное хозяйство, 2007, № 1, с. 57–60.
6. *Бойцов В.Д.* Долгопериодные колебания температуры воздуха в Северной Атлантике и Северо-Европейском бассейне // Изв. РГО, 2008, т. 140, вып. 2, с. 6–11.
7. *Бойцов В.Д.* Изменчивость температуры воды Баренцева моря и ее воздействие на биотические компоненты экосистемы: Автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. – СПб., 2009. – 49 с.
8. *Бойцов В.Д., Несветова Г.И., Ожигин В.К., Титов О.В.* Разрез «Кольский меридиан» и промыслово-океанографические исследования Баренцева моря // 100 лет океанографических наблюдений на разрезе "Кольский меридиан" в Баренцевом море. – Мурманск: Изд. ПИНРО, 2005, с. 32–46.

9. Бочков Ю.А. Крупномасштабные колебания температуры воды на разрезе «Кольский меридиан» и их прогнозирование // 100 лет океанографических наблюдений на разрезе "Кольский меридиан" в Баренцевом море. – Мурманск: Изд. ПИНРО, 2005, с. 47–64.
10. Гузенко В.В. Термохалинный режим восточной части Баренцева моря и его влияние на распределение промысловых рыб: Автореф. дис.... канд. геогр. наук. – СПб., 2007. – 23 с.
11. Ившин В.А. Вертикальная термохалинная и плотностная структура вод Баренцева моря. – Мурманск: Изд. ПИНРО, 2004. – 99 с.
12. Карпова И.П. О ретроспективе температуры воды на разрезе «Кольский меридиан» // Тимонов Всеволод Всеволодович. К 100-летию со дня рождения/Научные статьи и воспоминания. – СПб, изд. РГГМУ, 2001, с. 55–59.
13. Карсаков А.Л. Океанографические исследования на разрезе «Кольский меридиан» в Баренцевом море за период 1900–2008 гг. – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2009. – 139 с.
14. Карсаков А.Л., Гузенко В.В., Никифоров А.Г. Комплексный метод прогнозирования температуры воды на разрезе "Кольский меридиан" // Материалы конференции молодых ученых, посвященной 80-летию ПИНРО. – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2001, с. 3–13.
15. Крылова В.В., Серяков Е.И. Оценка оправдываемости различных методов оперативных прогнозов температуры воды // Сб. науч. тр. ЛГМИ, 1975, вып. 56, с. 134–142.
16. Малинин В.Н., Гордеева С.М. Физико-статистический метод прогноза океанографических характеристик (на примере Северо-Европейского бассейна). – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2003. – 164 с.
17. Методические рекомендации по статистико-вероятностному прогнозированию океанологических характеристик. – Мурманск, 1989. – 93 с.
18. Несветова Г.И. Гидрохимические условия функционирования экосистемы Баренцева моря. – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2002. – 294 с.
19. Титов О.В. Системный подход к анализу естественных многолетних изменений экосистемы Баренцева моря. – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2001. – 119 с.
20. Титов О.В. Многолетние изменения гидрохимического режима и экосистемы Баренцева моря: Автореф. дис. .... д-ра геогр. наук. – СПб., 2003. – 48 с.
21. Трофимов А.Г., Прохорова Т.А. Влияние динамики вод на распределение 0-группы сельди в Баренцевом море // Мат-лы XIII Междунар. конф. по промысловой океанологии. – Калининград: Изд-во АтлантНИРО, 2005, с. 267–271.
22. Трофимов А.Г., Русяев С.М. Роль гидродинамических условий в распределении нагульных скоплений пинагора Баренцева моря // Мат-лы XIII Междунар. конф. по промысловой океанологии. – Калининград: Изд-во АтлантНИРО, 2005, с. 271–275.
23. Ottersen G., Edlandsvik B., Loeng H. The Kola section – an indicator of Barents Sea climate // 100 years of oceanographic observations along the Kola Section in the Barents Sea. – Papers of the international symposium. – Murmansk: PINRO, 2005, p. 236–251.
24. 100 years of oceanographic observations along the Kola Section in the Barents Sea. – Papers of the international symposium. – Murmansk: PINRO, 2005. – 314 pp.