

+

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ
ПРИ СОВЕТЕ МИНИСТРОВ СССР

Ордена Ленина Гидрометеорологический
научно-исследовательский центр СССР

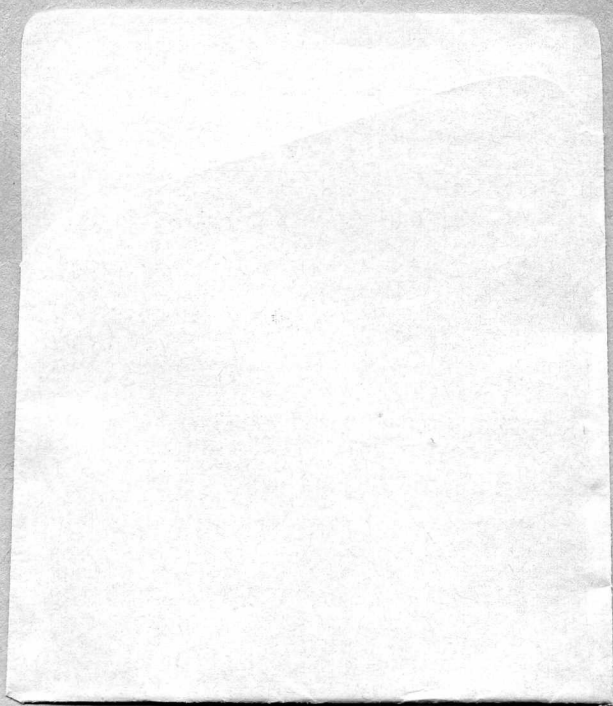
На правах рукописи

Авдеев Владимир Алексеевич

ОБЪЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ
СЕВЕРНОЙ АТЛАНТИКИ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
В РАСЧЕТАХ И ПРОГНОЗАХ

II.00.08 Океанология

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата географических наук



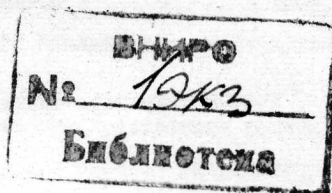
ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ
ПРИ СОВЕТЕ МИНИСТРОВ СССР

Ордена Ленина Гидрометеорологический
научно-исследовательский центр СССР

На правах рукописи

Авдеев Владимир Алексеевич
ОБЪЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ
СЕВЕРНОЙ АТЛАНТИКИ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
В РАСЧЕТАХ И ПРОГНОЗАХ
И.00.08 Океанология

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата географических наук



Москва - 1973

Работа выполнена в ордена Ленина Гидрометеорологическом научно-исследовательском центре СССР.

Научный руководитель:
кандидат географических наук А.И. Каракаш.

Официальные оппоненты:
доктор физико-математических наук С.А. Машкович,
кандидат физико-математических наук Е.В. Борисов.

Ведущее предприятие - Московское отделение Всесоюзного научно-исследовательского института гидрометеорологической информации (МО ВНИИГМИ).

Автореферат разослан 21 мая 1973 г.

Защита диссертации состоится 21 июня 1973 г. в 14 часов на заседании секции гидрологии Ученого совета ордена Ленина Гидрометеорологического научно-исследовательского центра СССР.

Отзывы в двух экземплярах просим направлять по адресу:
Москва, 123376, Большевикская ул., 9-13, Гидрометцентр СССР,
ученому секретарю.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Гидрометцентра СССР.

/ Ученый секретарь совета *МТарз* / А.А. Акулиничева /

Проблема быстрой и всесторонней обработки данных наблюдений, а также внедрение в оперативную практику численных методов прогнозов гидрометеорологических характеристик поставили задачу автоматизировать процесс обработки данных судовых наблюдений, поступающих с морей и океанов. С целью решения этой задачи как в СССР, так и за рубежом создаются новые средства исследования — автоматизированные системы сбора и обработки гидрометеорологической информации, использование которых требует разработки на ЭВМ соответствующих методов расчета гидрометеорологических полей океана. Неотъемлемой частью при этом является разработка методов объективного анализа, т.е. автоматического восстановления полей элементов по данным в пунктах наблюдений.

Если к настоящему времени получены значительные результаты разработки и внедрения в оперативную практику методов объективного анализа метеорологических полей (исследования С.Л. Белоусова, Е.П. Борисенкова, В.В. Быкова, Л.С. Гандина, Е.М. Добрышмана, С.А. Машковича, Я.М. Хейфица), то в области анализа полей гидрологических характеристик морей и океанов проведено небольшое количество численных экспериментов по данным экспедиционных наблюдений. К ним относятся работы В.И. Беляева, А.И. Ермоленко, А.И. Жилиной, Ю.В. Николаева, В.Ф. Суховой, в основном посвященные объективному анализу поля температуры воды. Результаты исследований показали возможность использования объективного анализа для восстановления полей гидрологических характеристик.

В реферируемой диссертационной работе предпринята попытка разработки схемы автоматической обработки судовой гидрометеорологической информации, которая включает первичную обработку информа-

ции, поступающей по каналам связи в ЭВМ, и объективный анализ полей температуры воды и воздуха в северной части Атлантического океана. При этом основной целью ставилась возможность использования данной схемы как для оперативной, так и для режимной обработки данных судовых наблюдений. Поскольку в основу схемы объективного анализа положен метод оптимальной интерполяции, впервые примененный Л.С. Гандиным для анализа метеорологических полей, была исследована статистическая структура температуры поверхности воды Северной Атлантики.

Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения и списка литературы.

В первой главе приводится краткий обзор отдельных элементов гидрометеорологического режима исследуемой области, рассматриваются вопросы формирования полей температуры воды и воздуха и их взаимосвязь с атмосферной циркуляцией, течениями и волнением. Знание этих сведений необходимо для более подробного изучения закономерностей распределения температуры воздуха с привлечением накопленного за последние годы материала об этих характеристиках, а также при разработке схемы автоматической обработки и контроля гидрометеорологической информации.

На формирование температурных условий Северной Атлантики оказывает влияние большая меридиональная протяженность, определяющая наличие многих климатических зон, свободный водообмен с Северным Ледовитым океаном и водообмен со Средиземным морем. Меридиональная протяженность определяет также значительные различия теплового баланса поверхности океана. Поэтому в данной главе на основании работ А.С. Каганского, А.Н. Крындина, А.М. Муромцева, С.Т. Пагань

и других авторов рассмотрены особенности распределения температуры воды и воздуха для различных районов исследуемой области и характер их суточных, сезонных, годовых и многолетних изменений.

Данные распределения температуры воды и воздуха показывают примерно одинаковый характер изменения этих величин как в пространстве, так и во времени. Общая тенденция заключается в увеличении средних изменений этих характеристик от низких широт к высоким. Наибольшая их изменчивость наблюдается в прибрежных районах и в северо-западной части Северной Атлантики, характеризующейся сложной динамикой вод вследствие сходимости холодного Лабрадорского течения с теплой системой Гольфстрима - Северо-Атлантического течения. Например, за сутки наибольшие изменения температуры воды и воздуха в зимний период составляют соответственно 1,6 и 2,9°, в летний период 1,2 и 1,9°. Максимальная изменчивость температуры между сутками значительно меньше среднесуточных изменений и составляет для воды 0,7° зимой и 0,5° летом, а для воздуха соответственно 2,6 и 1,1°.

Особенности характера изменения средних месячных и многолетних значений по пространству аналогичны распределению изменений по меньшим периодам, а именно: наибольшие значения свойственны западным районам, наименьшие - восточным. Среднеквадратические отклонения месячных температур воды сопоставимы с изменениями между сутками и колеблются в пределах от 0,5 до 1,1°, что равно 10-20% средней годовой амплитуды.

Пространственные различия в распределении рассматриваемых характеристик определяются рядом причин. Главная из них - особенности атмосферной циркуляции, обуславливающие в северо-западных

районах океана преобладание холодных масс воздуха и воды полярного происхождения, в западных и юго-западных районах довольно высокие значения температур благодаря теплomu течению Гольфстрим и вторжению тропических воздушных масс, которые движутся в направлении течения, а в восточных - переносы теплого воздуха и воды из субтропиков и тропиков. Вследствие этого в западной части Северной Атлантики формируются более изменчивые и градиентные поля, чем на востоке.

В рассматриваемой главе также освещается вопрос о взаимосвязи полей температур с атмосферной циркуляцией, течениями и волнением на основе работ Н.А. Белинского, М.А. Валериановой, М.Г. Глаголевой, А.И. Дуванина, И.М. Соскина и других авторов. Отмечается, что данные закономерности могут быть использованы для прогностических целей.

Во второй главе приводится современное состояние и перспективы автоматизации исследований морей и океанов.

Большую работу по автоматизации океанографических исследований осуществляют в СССР Морской гидрофизический институт, институты Гидрометеорологической службы и Академии наук СССР. К настоящему времени создано несколько автоматизированных систем сбора, передачи, накопления и обработки гидрометеорологических данных.

1. Судовые комплексы, к которым относятся измерительные приборы, связанные с судном при помощи кабеля или троса.
2. Автономные измерительные комплексы, устанавливаемые в океане на заякоренных буйах с блоками регистрации информации, находящимися внутри прибора.
3. Автономные буйковые станции с серией подвешенных приборов, ведущих измерения гидрометеорологического комплекса и

передающих информацию по радио.

4. Автоматические измерительные комплексы береговых гидрометеорологических станций.
5. Дистанционные комплексы измерения с самолетов и искусственных спутников Земли.
6. Системы сбора, передачи и накопления гидрометеорологической информации, передаваемой подвижными судами по радиоканалам в виде закодированных телеграмм.

Автоматическая обработка информации, получаемой с помощью первых трех систем, осуществляется как в судовом вычислительном центре (первичная обработка), так и в береговом (полная обработка).

Обработка данных береговых гидрометеорологических станций, спутниковой информации и данных судовых наблюдений осуществляется централизованно различными категориями гидрометеорологических центров - от регионального до глобального, и обычно строится на основе некоторого оптимального варианта, обеспечивающего выполнение необходимых требований практики при существующих условиях сбора данных и имеющейся вычислительной технике.

Анализ возможности использования перечисленных выше систем для оперативного применения данных наблюдений в целом по океану показывает, что в настоящее время в этом плане основной является система сбора, передачи и накопления гидрометеорологической информации, передаваемой подвижными судами по радиоканалам в виде закодированных телеграмм. Данные наблюдений других комплексов измерений могут быть использованы лишь частично, что связано с нерегулярностью и проведением наблюдений в отдельных ограниченных районах (для первых четырех систем) или недостаточной информативностью и точностью (при дистанционном измерении гидрометеорологиче-

ских элементов с самолетов и искусственных спутников Земли).

Перспективы дальнейшего развития изучения Мирового океана связаны с созданием Объединенной глобальной системы океанических станций (ОГСОС), включающей в себя три составные части:

- а) глобальную систему наблюдений – сеть наблюдательных станций: суда, буи, обитаемые и необитаемые платформы и вышки, береговые станции, специально оборудованные самолеты и искусственные спутники Земли;
- б) глобальную систему сбора, обработки и хранения данных – центры сбора, обработки и хранения данных наблюдений;
- в) глобальную систему телеуправления и связи – средства телеуправления и связи, обеспечивающие управление автоматическими средствами ОГСОС, сбор и обмен информацией.

Данные, которые собираются и будут в дальнейшем поступать из системы ОГСОС, позволят перейти к качественно новому этапу гидрометеорологического обеспечения народного хозяйства и новому этапу теоретических и эмпирических исследований океана и атмосферы. Поэтому разработка методов автоматической обработки данных наблюдений имеет огромное значение. Эти вопросы рассматриваются в четвертой и пятой главах реферируемой работы.

Третья глава посвящена исследованию статистической структуры поля поверхностной температуры воды северной части Атлантического океана.

Изучение статистической макроструктуры полей гидрологических характеристик морей и океанов значительно отстает от аналогичных исследований по метеорологическим полям. Это связано с большими трудностями получения гидрологической информации как в пространстве, так и во времени. Океанологам для изучения статистической

структуры гидрологических полей часто приходится использовать данные, которые относятся к различным срокам наблюдений, поэтому они условно относятся к какому-либо одному моменту: к середине сезона, середине месяца или к середине любого другого отрезка времени.

Знание данных по статистической структуре необходимо для целей объективного анализа, решения вопроса о том, как часто и на каких расстояниях следует проводить наблюдения в океане. В связи с этим были проведены расчеты статистических характеристик пространственного распределения температуры поверхности воды исследуемой области.

В качестве исходных данных использовались карты температуры воды на поверхности, составленные по судовым сообщениям, поступающим в Гидрометцентр СССР. Информация о температуре воды наносилась на карту в течение пяти суток, таким образом данные были отнесены к небольшому отрезку времени. Составление таких карт связано с тем, что количество информации становится достаточным для анализа поля температуры с учетом незначительных изменений ее за этот период.

Для исследования пространственной макроструктуры поля поверхностной температуры воды использовались 42 карты за холодную часть года и 66 карт за теплую.

Основными характеристиками, при помощи которых изучалась статистическая структура поля температуры воды на поверхности, являлись автокорреляционные и структурные функции. Расчеты выполнялись не для самих анализируемых значений, а для отклонений их от нормы. При этом исследовалось влияние отдельных факторов (огра-

ниченность выборки, замена норм, полученных по данной выборке, на среднемноголетние значения, точность определения расстояния между точками) на ошибки в вычислениях корреляционной и структурной функций.

Результаты расчетов показали, что решающую роль при вычислениях корреляционной и структурной функций играют ошибки, возникающие при определении расстояния между точками на картах любой картографической проекции. Ошибки могут превосходить в два раза действительное расстояние. Поэтому при вычислении расстояний был рассчитан и введен масштабный множитель для используемой карты меркаторской проекции.

Поскольку северная часть Атлантического океана простирается на огромные расстояния, как по меридиану, так и по параллели, и имеет различные климатические условия, была предпринята попытка выяснить вопрос об однородности и изотропности поля температуры поверхности воды в целом для исследуемой области и по отдельным ее районам. С этой целью статистические характеристики определялись соответственно следующим вариантом расчета с использованием следующих пунктов Северной Атлантики: 1) всего исследуемого района; 2) расположенных в северной части; 3) расположенных в южной части; 4) ориентированных в меридиональном направлении; 5) имеющих широтное направление.

Кроме этого, рассчитывались корреляционные функции с исключением данных отдельных районов с целью оценить вклад, вносимый различными районами исследуемой области в результат вычисления статистических характеристик.

На основании проведенных исследований удалось установить,

что в северной части Атлантического океана можно четко выделить три больших района с различными значениями статистических характеристик, а именно: северная и южная части и район около берегов Америки. Для каждого района поле поверхностной температуры воды можно считать однородным и анизотропным. Анизотропность поля характеризуется большими коэффициентами корреляции в широтном направлении по сравнению с коэффициентами корреляции в меридиональном направлении для всего диапазона расстояний. Наибольшими значениями коэффициентов корреляции характеризуется южная часть исследуемой области, наименьшими – западная. Разность значений коэффициентов корреляции между этими районами, например, для расстояния, равного 1000 км, составляет 0,3.

Анализ результатов расчета статистических характеристик для холодной и теплой части года в области наибольших градиентов температуры (район Ньюфаундлендской банки) показал, что наблюдается хорошая согласованность функций вплоть до 400 км. Далее с увеличением расстояния корреляционные функции для холодной части года имеют более высокие значения, что можно объяснить меньшей изменчивостью температуры в это время.

Сравнение полученных результатов с результатами других авторов для различных сезонов, отдельных районов и кораблей погоды показало хорошее соответствие между ними. Следует также отметить небольшое расхождение статистических характеристик температуры воды и воздуха.

Четвертая глава посвящена описанию разработанной схемы обработки судовой гидрометеорологической информации, являющейся составной частью алгоритма первичной обработки аэрологических и

синоптических данных наблюдений.

По данным исследований, объем информации, поступающей за сутки в Гидрометцентр СССР, равен 3,45 млн десятичных цифр. В настоящее время наблюдается тенденция как к увеличению потока информации, так и к увеличению спроса использовать эту информацию при различного рода численных расчетах на ЭВМ. Поэтому оперативная и режимная обработка данных не может производиться достаточно эффективно без автоматизации процесса сортировки и раскодирования гидрометеорологической информации.

За последние несколько лет был разработан ряд алгоритмов раскодирования гидрометеорологической информации, осуществляющих за один просмотр всей поступающей информации и выделение сообщений какого-либо одного вида. Опыт использования таких алгоритмов учитывался при разработке системы первичной обработки, описанной в рассматриваемой главе.

В начале этой главы дается анализ качества и количества данных судовых наблюдений, поступающих в Гидрометцентр СССР по линиям связи. Приводятся различные виды ошибок в информационных телеграммах и объем сообщений, поступивших в срок и опоздавших, который показал, что процент опоздавших телеграмм в среднем довольно высокий и может достигать 50% всей информации за срок наблюдения. Это накладывает определенные требования к автоматической обработке первичной информации, а именно: сохранение результатов по отдельным видам информации и срокам наблюдений с целью дальнейшего использования их в оперативных и режимных расчетах.

Далее рассматривается схема первичной автоматической обработки гидрометеорологических данных. Исходной информацией являются

телеграммы, поступающие в телетайпном коде по линиям связи непосредственно в ЭВМ. Вся информация накапливается на магнитной ленте и перераспределяется согласно принятому формату (исключены служебные телетайпные знаки, сформированы группы телеграмм, которые объединяются в строку).

Расшифровка данных начинается с поиска заголовка сводки. Если заголовок сводки найден, управление передается программе расшифровки соответствующего вида информации, в частности, программе обработки судовых сообщений.

При любом обращении к программе расшифровки судовых наблюдений поиск морских телеграмм происходит в каждой строке исходной информации по определенным признакам, а также по координатам и времени наблюдения. Кроме этого, производится смысловой контроль элементов внутри телеграммы, который используется как дополнительное средство для более уверенного опознавания сообщений и для исключения ложных телеграмм.

В процессе работы программы расшифровки судовых гидрометеорологических данных информация каждой телеграммы размещается в определенной последовательности в макете. В зависимости от принадлежности сообщения к основному или дополнительному сроку наблюдения макет телеграммы заносится на соответствующее поле макетов. По мере заполнения полей макетов они записываются из оперативной памяти машины на магнитную ленту. Перед записью для хранения и дальнейшего использования осуществляется исключение повторных сообщений.

Результаты опытной эксплуатации системы автоматической обработки показали, что она может быть использована для оперативной работы. Внедрение системы позволит получать необходимую информацию

для дальнейшего использования ее как в оперативных, так и режимных задачах гидрометобеспечения народного хозяйства.

В пятой главе описывается разработанная схема автоматической обработки, включающая объективный анализ и получение осредненных значений по квадратам температуры воды и воздуха в Северной Атлантике.

В основу схемы объективного анализа был положен метод оптимальной интерполяции, широко используемый для анализа метеорологических полей, и, как показали численные эксперименты, может с успехом применяться для анализа гидрологических полей. Поскольку метод оптимальной интерполяции позволяет, используя сведения об автокорреляционной функции, предварительно оценить точность значений анализируемого элемента в узле, были проведены расчеты среднеквадратических ошибок интерполяции температуры воды для трех районов Северной Атлантики (северной и южной частей и района Ньюфаундлендской банки).

Среднеквадратическая ошибка рассчитывалась для точки из вершин правильного треугольника, квадрата и шестиугольника. Положение точки менялось в пределах от одного из узлов соответствующей фигуры до ее центра. Аналогичные расчеты повторялись при увеличении площади фигуры.

Анализ полученных результатов позволил установить следующие закономерности:

- наибольшее изменение ошибок интерполяции наблюдается для первых нескольких сотен километров, далее происходит незначительное увеличение их значений;
- для небольших расстояний (до 200 км) ошибка почти не меня-

ется в зависимости от количества станций, участвующих в интерполяции;

- увеличение количества станций более четырех несущественно уменьшает величину ошибки во всем пределе расстояний;

- расположение точки, на которую производится интерполяция, незначительно меняет ошибку в том случае, если точка не выходит за пределы треугольника, квадрата или шестиугольника;

- наибольшие значения среднеквадратических ошибок наблюдаются в районе Ньюфаундлендской банки, наименьшие - в южном районе Северной Атлантики.

Полученные данные могут быть использованы в качестве рекомендаций о постановке сети автоматических буйковых станций или кораблей при экспедиционных работах, а также для выбора шага сетки при объективном анализе.

При разработке схемы обработки судовой гидрометеорологической информации, описываемой в данной главе, учитывались следующие требования:

- исходная информация должна вводиться в ЭВМ через автоматизированную систему сбора и первичной обработки, а также должен быть предусмотрен ввод с перфоносителей;

- схема должна обеспечивать обработку информации по различным районам исследования;

- возможность выполнения расчетов для любых регулярных сеток в зависимости от требований поставленных задач;

- выдача результатов должна осуществляться без дополнительной обработки для их практического применения.

В описываемой схеме одновременно производится горизонтальный

контроль и объективный анализ, а также вычисление средних значений по квадратам полей температуры воды и воздуха. Такой подход позволяет значительно сократить время счета на ЭВМ по сравнению с временем, необходимым для отдельной обработки каждого из четырех полей. При этом имеется возможность осуществлять тот или иной вид обработки в зависимости от поставленной задачи путем введения некоторого признака.

Процедура автоматической обработки данных состоит из следующих этапов: 1) ввод исходной информации и расстановка ее в памяти машины в определенной последовательности; 2) контроль исходной информации, обнаружение и устранение ошибок в исходных данных; 3) расчет средних значений по заданным квадратам; 4) вычисление значений анализируемых элементов в узлах регулярной сетки по данным наблюдений на неравномерно расположенных станциях, для чего производится "поиск" ближайших к узлу станций и вычисление значений анализируемого элемента в узле методом оптимальной интерполяции.

Для проведения описанных выше расчетов приходится использовать значительное количество исходной информации по всей Северной Атлантике, поэтому была разработана система хранения и поиска данных, которая позволяет не только компактно размещать, но и достаточно быстро и удобно выбирать необходимую для обработки информацию.

Выдача результатов работы программы автоматической обработки гидрометеорологической информации осуществляется на алфавитно-цифровом печатающем устройстве в виде карт полей анализируемых элементов и полей разности температуры воды и воздуха. Одновременно производится перфорация результатов для их использования в после-

дующих расчетах и автоматического расчерчивания с помощью двухкоординатного регистрирующего построителя.

В шестой главе анализируются результаты обработки методом объективного анализа полей температуры воды и воздуха в северной части Атлантического океана. Приводится оценка результатов прогнозов температуры воды, выполненных по данным объективного анализа и по данным, проанализированным океанологом. Излагаются результаты поквadratной обработки температурных полей.

На основании данных пространственного распределения количества наблюдений по акватории Северной Атлантики, среднеквадратической ошибки интерполяции и однородности полей среднеклиматических значений была произведена оценка оптимального шага сетки интерполяции. Для большей части океана следует использовать шаг сетки $2^{\circ} \times 2^{\circ}$, а в западной части $1^{\circ} \times 1^{\circ}$, что связано с различной пространственной изменчивостью анализируемых элементов.

Объективный анализ гидрометеорологических характеристик выполнялся с учетом анизотропности полей для двух вариантов расчета. В одном случае анализировались данные отклонений от норм (ΔT), а в другом - нормы принимались равными нулю, т.е. анализировались сами значения температуры воды и воздуха (T). Такой подход был проведен с целью:

- выяснить, насколько действительно среднеклиматические значения для двухградусных (или одноградусных) квадратов могут приниматься единными для всех наблюдений, входящих в тот или иной квадрат;

- проверить возможность использования метода оптимальной интерполяции для истинных значений, так как часто среднеклимати-

ческие значения определены по различным площадям и временным масштабам или вообще отсутствуют.

Сравнение результатов объективного анализа для двух вариантов расчета с фактическими значениями показали, что для температуры воды в большинстве случаев ошибки сопоставления не превосходят ошибку наблюдения, равную $0,5^{\circ}$. Среднее абсолютное значение расхождения составляет $0,3^{\circ}$, максимальное — достигает 1° .

Аналогичные расчеты для температуры воздуха имеют большие величины. Среднее значение равно $0,6^{\circ}$, максимальное составляет 2° . Такое различие между результатами анализов температуры воды и воздуха определяется различной изменчивостью этих характеристик.

Полученные результаты позволили установить следующее: во-первых, значения норм репрезентативны по отношению к наблюдениям, входящих в двухградусный или одноградусный квадрат, в зависимости от района; во-вторых, метод оптимальной интерполяции пригоден при обработке истинных значений рассматриваемых здесь элементов. Последнее утверждение имеет важное практическое значение, заключающееся в том, что на основании сравнения результатов анализов двумя различными способами (с учетом норм и без них) можно оценивать поле среднеклиматических значений. Например, если в каком-либо районе ошибка между расчетами по действительным значениям и отклонениям от нормы значительна, то поле норм в этом районе или ошибочно или не репрезентативно для выбранного шага сетки.

В рассматриваемой главе также приводятся карты распределения температуры воды, полученные методом поквadratного осреднения. Отмечается, что точность этих карт ниже точности расчетов объективного анализа.

Данные о фактическом распределении как температуры воды, так и температуры воздуха входят в схемы расчетов и прогнозов температуры воды, толщины верхнего изотермического слоя и т.д. В связи с этим была предпринята попытка оценить возможность применения данных объективного анализа в прогностических расчетах. При этом использовалась схема прогноза температуры поверхности воды в холодную часть года, разработанная Г.Н. Милейко и применяемая в оперативной практике в отделе морских гидрологических прогнозов Гидрометцентра СССР.

Сопоставление результатов прогнозов по фактическим значениям и данным объективного анализа показало их хорошее соответствие. Средняя абсолютная величина расхождения составляет $0,12^{\circ}$, максимальная $0,4^{\circ}$. Рассчитанная средняя ошибка между истинными значениями и предвычисленными на каждый шаг прогноза также невелика и не превосходит точности определения температуры поверхности воды в океане.

В заключении диссертации на основе полученных результатов исследования макроструктуры температуры воды на поверхности и испытания предложенной схемы автоматической обработки гидрометеорологических данных сделаны следующие выводы:

1. Пространственное распределение статистических характеристик существенно меняется в зависимости от широты и долготы, т.е. наблюдается анизотропность поля температуры.

2. Можно выделить три больших района - северная и южная части и район с большой пространственной изменчивостью температуры (у берегов Америки), в которых значения корреляционных и структурных функций имеют свои характерные особенности.

3. Статистические характеристики для различных сезонов имеют аналогичный ход и близкие величины до значительных расстояний.

4. Наибольшие ошибки в вычислениях возникают за счет неправильного измерения расстояния между точками, поэтому необходимо при расчетах корреляционных и структурных функций вводить масштабный множитель.

5. Полученные результаты вычислений корреляционных функций хорошо согласуются с расчетами других авторов, выполненными для отдельных районов и кораблей погоды.

6. Результаты опытной эксплуатации алгоритма первичной обработки гидрометеорологической информации, включающей разработанную схему обработки судовых наблюдений, показали возможность реализации этого алгоритма для оперативных целей.

7. Метод оптимальной интерполяции температуры воды и воздуха при шаге сетки $2^{\circ} \times 2^{\circ}$ может быть применен для большей части Северной Атлантики. В районах значительной изменчивости анализируемых элементов шаг сетки должен быть уменьшен до $1^{\circ} \times 1^{\circ}$.

8. В условиях сравнительно густой сети наблюдений достаточно производить интерполяцию по данным четырех станций, более или менее равномерно окружающих рассматриваемый узел.

9. Анализ результатов объективного анализа по предложенной схеме показал возможность его использования как для анализа полей отклонений от норм, так и для истинных значений температурных полей в Северной Атлантике. Сопоставление анализов, проведенных двумя этими способами расчета, позволяет оценивать поля среднеклиматических значений анализируемых элементов.

10. Карты температуры воды и воздуха, полученные методом объ-

ективного анализа, по сравнению с картами осредненных значений по квадратам имеют преимущества не только в точности, но и в степени освещенности результатами расчетов всей акватории Северной Атлантики.

II. Оценки прогнозов температуры воды на поверхности, проведенные на основании сравнения результатов прогнозов по данным субъективного и объективного анализов, показали, что расхождения между ними лежат в пределах ошибок измерений.

Результаты диссертационной работы были доложены:

- на конференции молодых ученых Гидрометцентра СССР и на Всесоюзной конференции молодых ученых и специалистов Гидрометеослужбы СССР, Москва, март 1970 г.;

- на конференциях молодых ученых Гидрометцентра СССР (март 1972 г., апрель 1973 г.).

Основное содержание диссертационной работы опубликовано в следующих статьях.

1. Инфракрасные радиометры для океанографии. - "Мировое рыболовство", 1969, вып. 3-4.
2. О системе автоматической раскодировки метеорологической информации. - Труды Гидрометцентра СССР, 1969, вып. 39 (в соавторстве с К.А. Семендяевым, О.М. Кастиным, З.Ф. Гладкой).
3. Исследование статистической макроструктуры температуры воды на поверхности в северной части Атлантического океана. - Труды Всесоюзной конференции молодых ученых Гидрометеослужбы СССР, Л., Гидрометеоиздат, 1972.
4. Автоматизация обработки океанографических данных. - "Промысловая океанология", 1972, сер. 9, вып. 3 (в соавторстве с А.Д. Шильмовер).

ГМУ, 5. v. 73r. 30к. 846 . ТИР. 160 жб.

