

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

На правах рукописи

ЦЕПЕЛЕВ ВАЛЕРИЙ ЮРЬЕВИЧ

УДК 551.509.33

**СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К РАСПОЗНАВАНИЮ
МАКРОСИНОПТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ЗАДАЧЕ
ПРОГНОЗА ПОГОДЫ НА МЕСЯЦ ПО СЕВЕРО-ЗАПАДУ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Специальность 25.00.30 - метеорология,
климатология, агрометеорология

АВТОРЕФЕРАТ

Диссертации на соискание ученой степени
кандидата географических наук

Санкт-Петербург - 2005

2006 А
5015

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

ЦЕПЕЛЕВ ВАЛЕРИЙ ЮРЬЕВИЧ

УДК 551.509.33

**СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К РАСПОЗНАВАНИЮ
МАКРОСИНОПТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ЗАДАЧЕ
ПРОГНОЗА ПОГОДЫ НА МЕСЯЦ ПО СЕВЕРО-ЗАПАДУ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Специальность 25.00.30 - метеорология,
климатология, агрометеорология

АВТОРЕФЕРАТ

Диссертации на соискание ученой степени
кандидата географических наук

Санкт-Петербург - 2005

Работа выполнена в Российском Государственном
Гидрометеорологическом Университете

Научный руководитель	Доктор географических наук, Профессор Воробьев В.И.
Официальные оппоненты	Доктор географических наук, Профессор К.В.Кондратович Доктор физико-математических наук, Мещерская А.В.
Ведущая организация	Научно-исследовательский институт Арктики и Антарктики

Защита состоится «30» марта 2006 г. в _____ часов на заседании
Диссертационного совета Д.212.197.01 при Российском
Государственном Гидрометеорологическом Университете

по адресу:

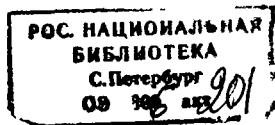
195196, г. Санкт-Петербург, Малоохтинский пр., д. 98.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Российского
Государственного Гидрометеорологического Университета.

Автореферат разослан « ____ » _____ 2006 г.

Ученый секретарь
Диссертационного совета

д.ф.м.н. А.Д. Кузнецов



ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы.

Для эффективной организации экономической деятельности в различных отраслях экономики необходимо знание прогноза погоды на месяц, сезон и год. За последние сто лет насчитывается множество попыток создать методы прогнозов погоды на сроки от одного месяца до года для различных регионов земного шара. В связи с недостаточным пониманием процессов и влияющих факторов в атмосфере на временных масштабах месяц и более, данный вид прогнозов пока еще имеет эффективность не достаточную для удовлетворения предъявляемых к нему требований. Главной причиной, по которой за последние десятилетия не произошло существенного прогресса в данной области, является существование практического и теоретического предела предсказуемости атмосферных процессов.

В России получил признание и распространение макроциркуляционный метод долгосрочного прогнозирования, при помощи которого разрабатываются прогнозы аномалий приземного атмосферного давления, температуры и осадков. Основы макроциркуляционного метода долгосрочных прогнозов погоды были разработаны в сороковых годах двадцатого века Г.Я. Вангенгеймом. В современном виде принципы метода были сформулированы А.А. Гирсом. В основу метода положены физические закономерности развития общей циркуляции атмосферы на пространстве всего Северного полушария.

В качестве развития идей Вангенгейма-Гирса, в РГГМУ под руководством Савичева А. И. был разработан синоптико-статистический метод долгосрочного прогноза погоды, который получил название «метода типовых макропроцессов». В последние десять лет метод интенсивно совершенствовался на базе внедрения новых идей по распознаванию и классификации крупномасштабных синоптических процессов Северного полушария.

В настоящей работе представлен современный подход к решению проблемы прогноза погоды на месяц, в котором реализована оригинальная методика распознавания макропроцессов с учетом их интенсивности. В методике впервые реализована концепция «ключевых районов» Северного полушария. Использование данной

концепции позволяет описать многофакторный процесс развития макропроцессов в пространстве и времени, используя ограниченные вычислительные ресурсы. Концепция «ключевых районов» полушария позволяет ускорить процесс классификации макропроцессов и с высокой степенью достоверности распознавать текущий макросиноптический процесс.

Метод реализован в форме программного комплекса, который позволяет разрабатывать прогнозы среднемесячных аномалий приземного давления, температуры и осадков по Северо-Западу РФ, прогнозировать развитие синоптических процессов и ход температуры на станциях внутри месяца, и оценивать вероятность осуществления прогнозов.

Важность и актуальность данной работы заключаются в том, что впервые удалось создать эффективно работающую, объективную методику распознавания во времени и пространстве, комплексных многофакторных синоптических процессов с целью подбора гомологов к текущему макросиноптическому процессу, и на базе ее разработать уникальный автоматизированный прогностический комплекс. В связи с постоянно увеличивающейся потребностью различных отраслей экономики в долгосрочных прогнозах погоды, как с месячным периодом осреднения, так и с детализацией внутри месяца по метеорологическим параметрам, комплекс является востребованным специалистами гидрометеорологической службы и география его использования постоянно расширяется.

Цель и задачи исследования.

Целью работы являлась объективизация «метода типовых макропроцессов». В соответствии с ней были поставлены следующие задачи:

- решение проблемы объективизации процесса выбора лучшего гомолога, на основе концепции «ключевых районов» Северного полушария и перевод прогностического «метода типовых макропроцессов» из разряда субъективных «экспертных оценок» в разряд автоматизированного программного комплекса;
- уточнение классификации макросиноптических процессов на основе объективной методики их сравнения;
- разработка методики детализации прогноза приземной температуры, давления и осадков внутри прогностического месяца;

- разработка методики оценки вероятности, осуществления прогноза среднемесячных аномалий приземного давления, температуры и осадков;

Научная новизна работы.

В работе получены следующие новые научные результаты:

- Впервые разработана эффективно работающая методика сравнения во времени и пространстве макросиноптических процессов Северного полушария по двум метеопараметрам, которая не только отличается простотой реализации, но и успешно применяется в оперативной работе по составлению прогнозов на месяц по Северо-Западу РФ;

- Разработана концепция «ключевых районов» Северного полушария, динамика аномалий приземного давления и температуры в которых, определяет дальнейшее развитие макроциркуляционных процессов на пространстве всего полушария в течение прогностического месяца;

- Впервые, в практике долгосрочного прогнозирования в России, разработан и внедрен в оперативную работу метод, оценки вероятности осуществления прогноза аномалий приземного давления, температуры и осадков на месяц.

Практическая ценность и реализация результатов работы.

Практическая значимость исследования определяется востребованностью специалистами гидрометеорологической службы созданного на его основе программного комплекса долгосрочного прогноза погоды. География использования комплекса, начиная с 1995 года, постоянно расширяется.

В 1995 году программный комплекс долгосрочного прогноза был внедрен в оперативную практику Ленинградского Центра по Гидрометеорологии и Мониторингу окружающей среды и научно-производственного предприятия «Комплексные системы» города Мурманска.

В 2000 году комплекс был адаптирован и внедрен в оперативную практику Сахалинского Управления Гидрометслужбы.

С 2002 года потребителями долгосрочных прогнозов погоды разработанных при помощи данного комплекса последовательно

стали Коми ЦГМС, Ярославское ЦГМС, Новгородское и Псковское ЦГМС, Карельское ЦГМС, Санкт-Петербургское ЦГМС-Р.

В настоящее время, прогнозы, разработанные при помощи комплекса, находятся на испытании в Мурманском ЦГМС, Архангельском ЦГМС, Средневожском и Верхневолжском УГМС.

Все потребители особенно подчеркивают качество и разнообразие прогностической продукции, полученной с помощью комплекса, по сравнению с продукцией долгосрочного прогнозирования, выпускаемыми Гидрометцентром РФ.

Апробация работы.

Результаты работы были представлены:

- на семинаре по Долгосрочному прогнозу погоды, который проходил 27-29 марта 2005 года в Ленинградском ЦГМС;
- в докладах на заседании кафедры синоптической метеорологии РГГМУ 30 мая и 13 декабря 2005 года;
- на семинаре по методам долгосрочных прогнозов погоды в Главной Геофизической обсерватории 14 июня 2005 года;
- на семинаре по методам долгосрочных прогнозов погоды в ААНИИ 27 февраля 2006 года

Основные результаты диссертации освещены в 4 публикациях.

Предложения, выносимые на защиту.

1. Объективная методика оценки степени схождения в пространстве и времени макросиноптических процессов Северного полушария и применение в задаче подбора гомологов.
2. Концепция «ключевых районов» Северного полушария.

Структура и объем диссертации.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложения. Она содержит 153 страницы, включая 24 рисунка, 1 таблицу и библиографию из 171 наименования.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении дается обоснование актуальности работы, сформулированы цели и задачи исследования, приведены основные

положения, выносимые на защиту, показана научная новизна и практическая значимость полученных результатов.

В первой главе рассмотрено современное состояние проблемы долгосрочного прогноза погоды, описаны основные подходы и методы решения задачи прогноза погоды на месяц и сезон. Рассмотрены современные методы прогнозов как отечественной, так и иностранных школ, представлены основные направления решения проблемы долгосрочного прогноза погоды – синоптическое, физико-статистическое и гидродинамическое.

В главе показаны два основных взгляда на причины изменений движения атмосферы, определяющие принципиально разные подходы к решению проблемы долгосрочных прогнозов погоды. В первом случае используется представление об океане, атмосфере и подстилающей поверхности как о замкнутой термодинамической системе, подвергающейся случайным воздействиям, возникающим вследствие стохастического характера системы. Во втором случае учитываются внесемные факторы, действующие прямым или косвенным путем на атмосферу. Сложность проблемы долгосрочного прогноза погоды не позволяет выбрать определенный путь ее решения. При текущем состоянии науки существует некоторый, сравнительно невысокий и не повышающийся в течение времени, предел уровня качества долгосрочных прогнозов погоды.

Во второй главе описана история создания и применения метода типовых макропроцессов, разработке современной и объективной версии, которого посвящено данное исследование. В основе метода типовых макропроцессов лежат синоптические и статистические методы, а в качестве базового, взят метод Вангенгейма-Гирса. Метод типовых макропроцессов базируется на анализе эволюции общей циркуляции атмосферы в предшествующий прогнозу период времени. В качестве рабочей гипотезы для разработки метода использовалось наличие причинно-следственной связи между формированием аномалий макропогоды в конкретном районе и особенностями преобразования макроциркуляционных синоптических процессов Северного полушария в четырех месяцах предшествующих прогностическому месяцу.

Основой для достоверной классификации макропроцессов и методики распознавания служит применение в этих процедурах концепции «ключевых районов» Северного полушария.

Географические районы, в которых для данного типового макропроцесса повторяемость знака аномалии метеопараметра превышает пороговое значение равное семидесяти пяти процентам, получили название «ключевых районов» Северного Полушария.

«Ключевые районы» получены для каждого типового макропроцесса во всех календарных месяцах для аномалий приземного давления и температуры. «Ключевые районы» имеют индивидуальные особенности для каждого отдельно взятого типового макропроцесса календарного месяца в своих размерах, географической локализации и динамике перемещения в пространстве от месяца к месяцу.

Размеры «ключевых районов» зависят от однородности индивидуальных макропроцессов, которые составляют типовой макропроцесс. Чем выше подобие в распределении аномалий метеопараметров индивидуальных макропроцессов, составляющих типовой макропроцесс, тем большую площадь Северного полушария занимают «ключевые районы».

Схема локализации на пространстве Северного полушария и динамика «ключевых районов» от месяца к месяцу позволяет четко идентифицировать каждый, индивидуальный типовой макропроцесс (Рис.1).

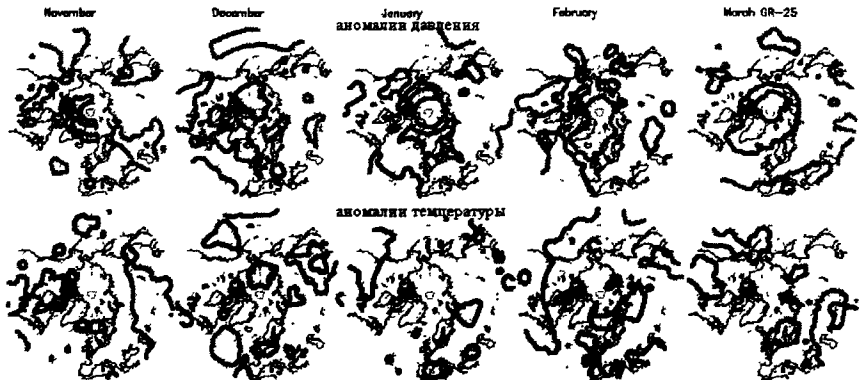


Рис.1. Карты «ключевых районов» Северного Полушария в полях аномалий приземного давления и температуры.

Использование «ключевых районов» в схеме распознавания

типовых макропроцессов позволяет изучать не полные поля аномалий метеопараметров Северного полушария, а только районы локализации очагов, высокой повторяемости знака аномалии макропроцесса.

«Ключевые районы» совместно с полями средних по типовым макропроцессам аномалий приземного давления и температуры являются индивидуальной характеристикой типового макропроцесса. Для полного описания каждого типового макропроцесса необходимо и достаточно использование данной характеристики.

В третьей главе рассмотрено применение трех алгоритма объективного распознавания макропроцессов. Для учета только самых значимых черт сравниваемых макропроцессов, сравнение полей аномалий проводится только в «ключевых районах» Северного полушария, что является важнейшим фактором позволяющим добиться высокой эффективности работы алгоритмов.

При помощи первого алгоритма (ρ) рассчитывается сходство полей аномалий метеопараметров макропроцессов по знаку аномалии.

Второй алгоритм предназначен для оценки конфигурации и интенсивности очагов сравниваемых полей аномалий метеопараметров (G). Для расчета алгоритма проводится сравнение направления градиентов из каждого узла сетки в ближайшие к нему узлы. Если направление градиента в двух сравниваемых полях совпадает или равно нулю, то значение параметра G увеличивается на единицу. Если направление градиентов противоположно, то значение параметра G уменьшается на единицу. Параметр G нормируют на общее количество градиентов, рассчитанных из данной точки и он может изменяться от минус единицы до плюс единицы. Максимальное значение параметра G , в среднем для всего поля, трактуется как максимальная аналогичность сравниваемых полей, по конфигурации и интенсивности очагов аномалий.

Третий алгоритм предназначен для оценки сходства в характере эволюции макропроцессов от месяца к месяцу (GG). Используется вышеописанный «метод градиентов», но принципиально отличной расчетной схемой. В алгоритме рассчитываются поля разности аномалий метеопараметров для двух соседних месяцев в цепочке развития макропроцесса. Расчет направлений градиентов проводится между двумя полями разности последовательно взятых пар месяцев. Максимальное значение среднего по всему полю параметра GG ,

равное плюс единице, соответствует максимальному сходству сравниваемых полей по перестройке структуры поля аномалий от месяца к месяцу.

Последовательное применение алгоритмов позволяет сужать круг поиска макропроцесса с максимальной степенью сходства к исследуемому макропроцессу от этапа к этапу. Тем не менее, для принятия окончательного решения о выборе наиболее близкого макропроцесса требуется экспертная оценка специалистом.

К основным преимуществам предлагаемых алгоритмов можно отнести высокое быстроедействие и эффективность, а так же низкую требовательность к мощности вычислительного комплекса. Особо следует отметить эффективность применения алгоритмов. После просеивания тремя последовательными процедурами, в 90% случаев прогнозисту приходится выбирать всего лишь из двух лучших макропроцессов, то есть объем рассматриваемого материала снижается в два с половиной раза.

В разделе два третьей главы рассмотрен метод, который был использован для выделения прогностических связей. С этой применялся прием генетической классификации макропроцессов, заключающийся в объединении в группы нескольких макросиноптических процессов со сходным типом циркуляционных преобразований. Классификация проводилась на материалах наблюдений полей аномалий приземного давления и температуры с 1900 по 2004 годы для каждого календарного месяца в отдельности. В классификации использовались базы данных среднемесячных аномалий метеопараметров, климатических норм, ежедневных наблюдений и такие вспомогательные базы данных, как индексы Северо-Атлантического колебания и индексы солнечной активности. Длина цепочки преобразования макропроцессов была принята равной пяти месяцам. Конечной целью классификации являлось выявление конечного набора таких типовых сценариев преобразования циркуляционных процессов Северного полушария, которые бы описывали весь возможный набор типов преобразований, что предшествует выбранному для прогноза календарному месяцу. При проведении классификации была подтверждена гипотеза о существовании ограниченного количества устойчивых типов преобразования макроциркуляционных процессов. Основной проблемой классификации являлась необходимость учета не только

степени пространственного сходства индивидуальных среднемесячных полей аномалий в сравниваемых цепочках развития макропроцессов, но и оценка степени сходства преобразования полей от месяца к месяцу. Ключевыми признаками объединения макросиноптических процессов в один тип являлась как схожая географическая локализация полей среднемесячных аномалий метеопараметров в прогностическом месяце над Северной Атлантикой и Европой, так и аналогичное развитие макропроцессов на пространстве Северного полушария в течение пяти месяцев. Макросиноптические процессы всех лет, входящих в один тип, формируют типовой макросиноптический процесс.

На первом этапе классификации создавалось несколько групп (ядер) из наиболее четко выраженных макропроцессов. К этим ядрам проводился подбор макропроцессов с максимальным суммарным критерием подобия по ρ , G и GG . Расчеты проводились только для «ключевых районов» Северного полушария. В исследовании решена задача классификации макропроцессов в пятимесячном цикле их развития на основе объективной методики сравнения цепочек преобразования среднемесячных, полушарных полей аномалий метеопараметров. Впервые для макроциркуляционного метода достигнуто высокое качество классификации с минимальным участием эксперта.

В разделе подчеркивается, что основным ограничением, которое накладывается на метод типовых макропроцессов, является длина базы данных, на которой выделяются типовые макропроцессы. В связи с тем, что типовые макропроцессы формируются из тех макропроцессов, которые осуществились в прошлом, по методу типовых макропроцессов невозможно дать прогноз процесса, который осуществился впервые за последние сто лет.

В третьем разделе главы три так же изложена методика разработки прогноза погоды на месяц в вероятностной форме по Северо-Западу РФ. Поле вероятности прогноза аномалии метеопараметра рассчитывают как процент соответствия осредненного поля метеопараметра «прогностического ансамбля», к осредненному полю метеопараметра «оценочного ансамбля».

$$P = \frac{A}{B} \times 100\%$$

Р – рассчитанная в каждой точке поля вероятность;

А – количество всех прогностических реализаций, входящих в «прогностический ансамбль», в которых значение метеопараметра имеет положительный (отрицательный) знак;

В – количество всех прогностических реализаций, входящих в «оценочный ансамбль», в которых значение метеопараметра имеет положительный (отрицательный) знак.

На картах вероятности прогноза прогностические поля аномалий приземного давления, температуры и осадков построены только в тех районах, где вероятность осуществления знака прогностической аномалии превышает 60%. В текстовой интерпретации прогностических карт, которая рассылается потребителям, подчеркивается высокая вероятность осуществления прогноза в выделенных районах.

В четвертом разделе третьей главы описана автоматизированная методика долгосрочного прогноза погоды по Северо-Западу РФ, которая была разработана и введена в оперативную эксплуатацию на основе алгоритмов и подходов изложенных выше. Методика реализована в виде программного комплекса «рабочее место синоптика-долгосрочника».

При составлении прогноза с использованием программного комплекса распознается действующий типовой макропроцесс. Для этого проводятся расчеты индексов сходства между всеми типовыми макропроцессами данного месяца и текущим макропроцессом. Расчеты проводятся с последовательным использованием описанных выше трех индексов аналогичности в «ключевых районах» Северного полушария по аномалиям приземного давления и аномалиям температуры. Кроме того, для распознавания действующего типового макропроцесса рассчитываются три индекса сходства по полям аномалий температуры воды в Северной Атлантике от экватора до семидесятого градуса северной широты без выделения «ключевых районов» и первый индекс сходства по индексам циркуляции «Вангенгейма-Гирса».

Температура поверхности океана используется в расчетах с понижающим коэффициентом, который эмпирически получен на экспериментальном материале с учетом анализа литературы,

посвященной степени влияния температурных аномалий в Северной Атлантике на погоду в Европе с различными временными сдвигами. Исходя из анализа литературы и эмпирических исследований, для зимы и лета выбраны различные понижающие коэффициенты. Летние температурные аномалии воды имеют большее влияние на погоду в Европе зимой, чем зимние аномалии на погоду в летние месяцы. Экспериментально полученный понижающий коэффициент для зимних месяцев составляет 0.4, а для летних месяцев 0.2.

Параметр аналогичности по индексам циркуляции Вангенгейма-Гирса используется с постоянным, не зависящим от сезона понижающим коэффициентом 0.2, который так же получен в результате экспериментов. Параметр аналогичности, полученный по полям аномалий давления и температуры, принимается с одинаковым весом, который равен единице для всех месяцев цепочки.

Поля аномалий метеопараметров лучшего типового макропроцесса принимаются в качестве прогностических полей прогноза на месяц. Каждый индивидуальный макропроцесс вносит свой вклад в прогностическое поле в соответствии со своим весом, за который принимается средняя мера сходства по трем параметрам аналогичности между каждым индивидуальным макропроцессом, входящим в типовой макропроцесс и текущим макропроцессом. Для уточнения развития синоптических процессов внутри прогностического месяца, методом экспертной оценки производится разбивка синоптических процессов по периодам однородной циркуляции и для каждого периода строятся карты средних прогностических полей приземного давления и температуры. На заключительном этапе разработки прогноза строятся карты полей вероятности осуществления прогностических аномалий приземного давления, температуры и осадков (Рис.2).

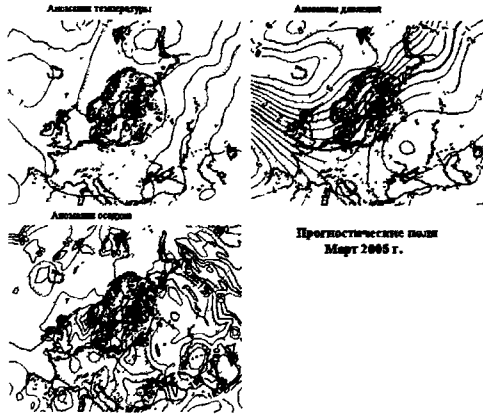


Рис.2.Карты прогностических аномалий приземного давления, температуры и осадков на март 2005 года.

В четвертой главе приведены результаты оценки качества прогнозов погоды на месяц по Северо-Западу РФ, разработанные по вышеописанной методике. По рекомендации ВМО для долгосрочных прогнозов погоды было предложено оценивать аномалии приземной температуры и осадков. В данном исследовании дополнительно оценивалась успешность прогноза аномалий приземного давления. В качестве меры оценки качества прогнозов были использованы - коэффициент корреляции аномалий, отношение средних квадратических ошибок методического и климатического прогнозов, средняя квадратическая ошибка прогноза, мера мастерства методического прогноза по отношению к климатическому прогнозу. Кроме того, были получены традиционные оценки качества прогнозов по параметру - p и относительная ошибка прогноза - Q .

Район, по которому получены оценки прогноза ограничен следующими координатами:

45° - 70° северной широты, 10° з.д. - 50° в.д.

Оценка прогнозов полей среднемесячных аномалий приземного давления, температуры и осадков выполнялась путем сравнения прогностических значений с результатами объективного анализа за период с января 1975 по декабрь 2000 года.

Основные выводы, которые были сделаны по результатам испытаний метода «типовых макропроцессов» заключаются в следующем.

1. Метод прогноза позволяет удовлетворительно предсказывать среднемесячные аномалии полей приземного давления, температуры и осадков с заблаговременностью до 15 дней.

2. Качество прогнозов знака аномалии и прогноза конфигурации полей аномалий устойчиво превышает качество климатического прогноза.

3. Качество прогнозов значений среднемесячных аномалий по мере мастерства ниже уровня качества климатических прогнозов. Это говорит о том, что, в отличие от знака аномалии, прогноз величины находится на недостаточном уровне.

4. Относительная ошибка прогноза метеорологических полей по предложенной методике устойчиво ниже относительной ошибки климатического прогноза.

5. Отчетливо проявляется тенденция улучшения качества прогнозов полей аномалий приземного давления и температуры, на протяжении последних 25 лет (Рис.3, Рис.4). Качество прогноза полей аномалий осадков находится на постоянном уровне.

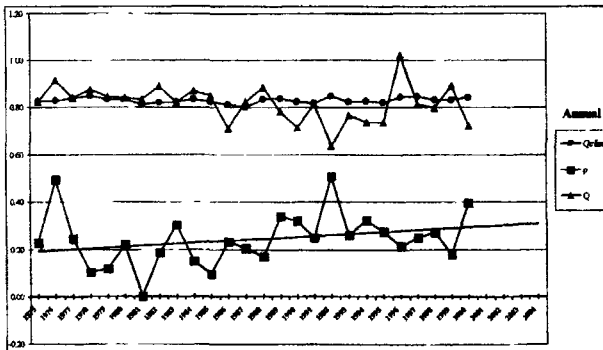


Рис.3. Среднегодовые оценки качества прогнозов средних месячных аномалий полей приземного давления по p и Q , в сравнении с Q климатического прогноза.

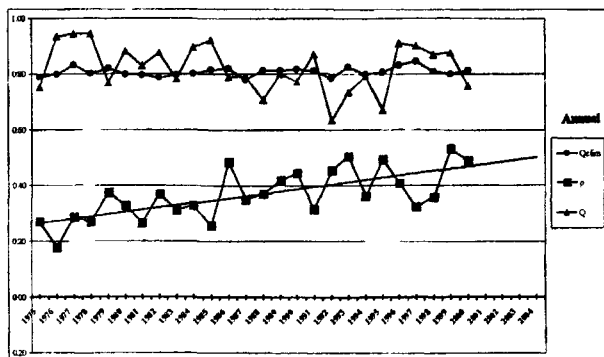


Рис.4. Среднегодовые оценки качества прогнозов средних месячных аномалий полей приземного давления по ρ и Q , в сравнении с Q климатического прогноза.

6. Годовой ход качества прогнозов имеет следующие особенности - в среднем наиболее успешные прогнозы полей аномалий приземного давления и температуры разрабатывались в холодный период года с ноября по март и в августе, а наименее успешные прогнозы разрабатывались с мая по июль (Рис.5., Рис.6). Прогноз полей аномалий осадков так же наименее успешен с мая по июль и в сентябре, а наиболее успешен с ноября по март и в августе.

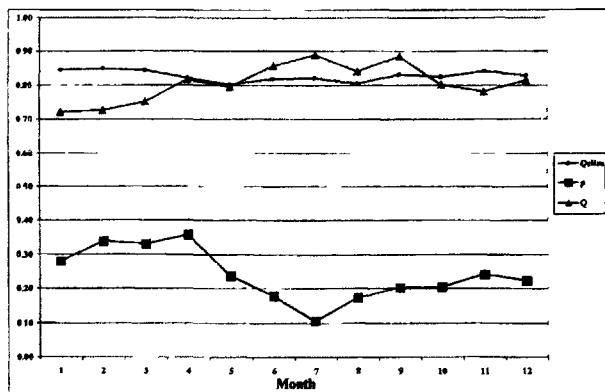


Рис.5. Годовой ход оценки качества прогнозов средних месячных аномалий полей приземного давления по ρ и Q , в сравнении с Q климатического прогноза.

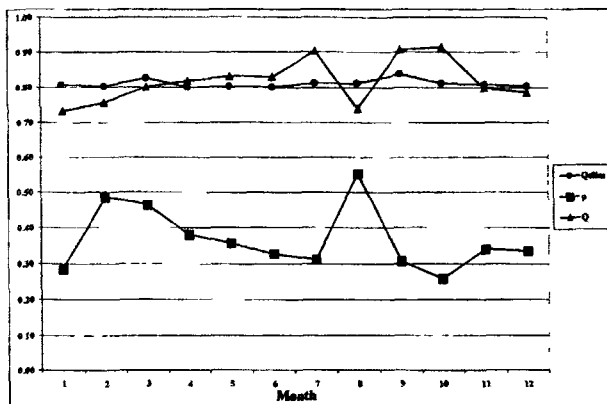


Рис.6. Годовой ход оценки качества прогнозов средних месячных аномалий полей приземной температуры по P и Q , в сравнении с Q климатического прогноза.

7. В холодный период года, поля высоких значений, оценок качества прогнозов аномалий метеорологических величин, располагаются над внетропической частью центральной и восточной Европы и в частности над Северо-Западом РФ, а низких значений - над западной и юго-западной частью Европы и над Атлантикой. В теплый период года локализация полей высоких значений оценок качества прогнозов перемещается в сторону Атлантики, а над центральной и восточной Европой располагаются поля низких значений оценок (Рис.7., Рис.8.).



Рис.7. Географическое распределение в феврале коэффициента корреляции аномалий (R) и отношения средней квадратической

ошибки методического и климатического прогнозов (SS) для аномалий приземного давления.

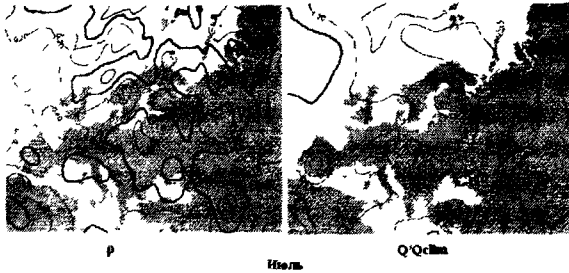


Рис.8. Географическое распределение в июле коэффициента корреляции аномалий (R) и отношения средней квадратической ошибки методического и климатического прогнозов (SS) для аномалий приземного давления.

В заключении приводятся основные выводы.

1. В связи с отсутствием значительного прогресса в прогнозировании на сроки более двух недель с использованием гидродинамических методов прогнозов, синоптические и физико-статистические методы остаются важным инструментом в прогнозе погоды на месяц и более.

2. На Северном полушарии можно выделить так называемые «ключевые районы», географическая локализация и особенности развития макросиноптических процессов в которых, индивидуальны для каждого типового макропроцесса.

3. Использование понятия «ключевых районов» в процедуре распознавания и классификации макропроцессов позволяет в 90% случаев уверенно распознавать макропроцесс.

4. Предложено использовать три простых алгоритма выбора ближайших типовых макропроцессов с учетом концепции «ключевых районов» Северного полушария. При помощи первого алгоритма выбираются типовые макропроцессы с максимальным сходством полей аномалий метеопараметров. Второй алгоритм предназначен для оценки конфигурации и интенсивности очагов сравниваемых полей аномалий метеопараметров, а третий предназначен для оценки сходства в характере эволюции макропроцессов от месяца к месяцу. Последовательное применение алгоритмов впервые позволило с

высокой степенью уверенности в автоматическом режиме выявлять макросиноптические процессы наиболее близкие к текущему.

5. Предложен и успешно испытан в оперативной практике метод, позволяющий оценить вероятность осуществления прогноза аномалий метеопараметров по Северо-Западу РФ.

6. Предложенный метод прогноза позволяет удовлетворительно предсказывать среднемесячные аномалии полей приземного давления, температуры и осадков с заблаговременностью до 15 дней.

7. Выявлена тенденция улучшения качества прогнозов полей аномалий приземного давления и температуры, на протяжении последних 25 лет.

8. Наиболее успешные прогнозы метеорологических полей аномалий приземного давления и температуры по Северо-Западу РФ разрабатывались в холодный период года с ноября по март и в августе, а наименее успешные прогнозы разрабатывались с мая по июль. Прогноз полей аномалий осадков наименее успешен с мая по июль и в сентябре, а наиболее успешен с ноября по март и в августе.

Результаты диссертации опубликованы в следующих работах:

1. А.А.Бобков, В.Ю. Цепелев

Атмосферные предпосылки формирования крупномасштабных аномалий температуры поверхности Тихого Океана. Известия Русского Географического Общества, т.134, вып.5, стр. 37-44, 2002

2. А.А.Бобков, А.И. Савичев, В.Ю. Цепелев

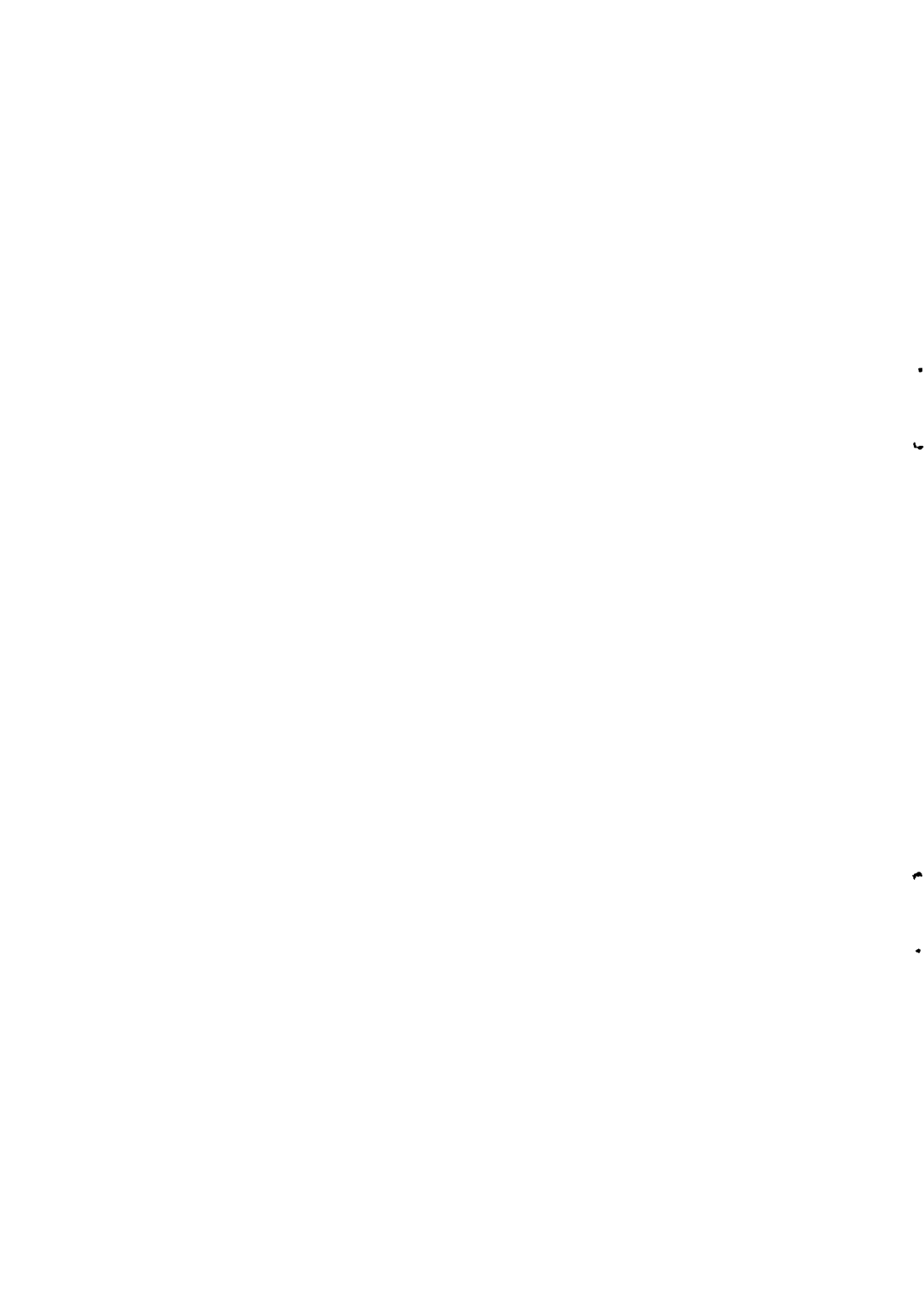
Некоторые результаты изучения процессов формирования крупномасштабных аномалий в среднемесячных полях температуры поверхности моря по северо-западной части Тихого Океана. Вестник Санкт-Петербургского Университета, Сер.7, Вып. 2, №15, стр.75-84, 2002

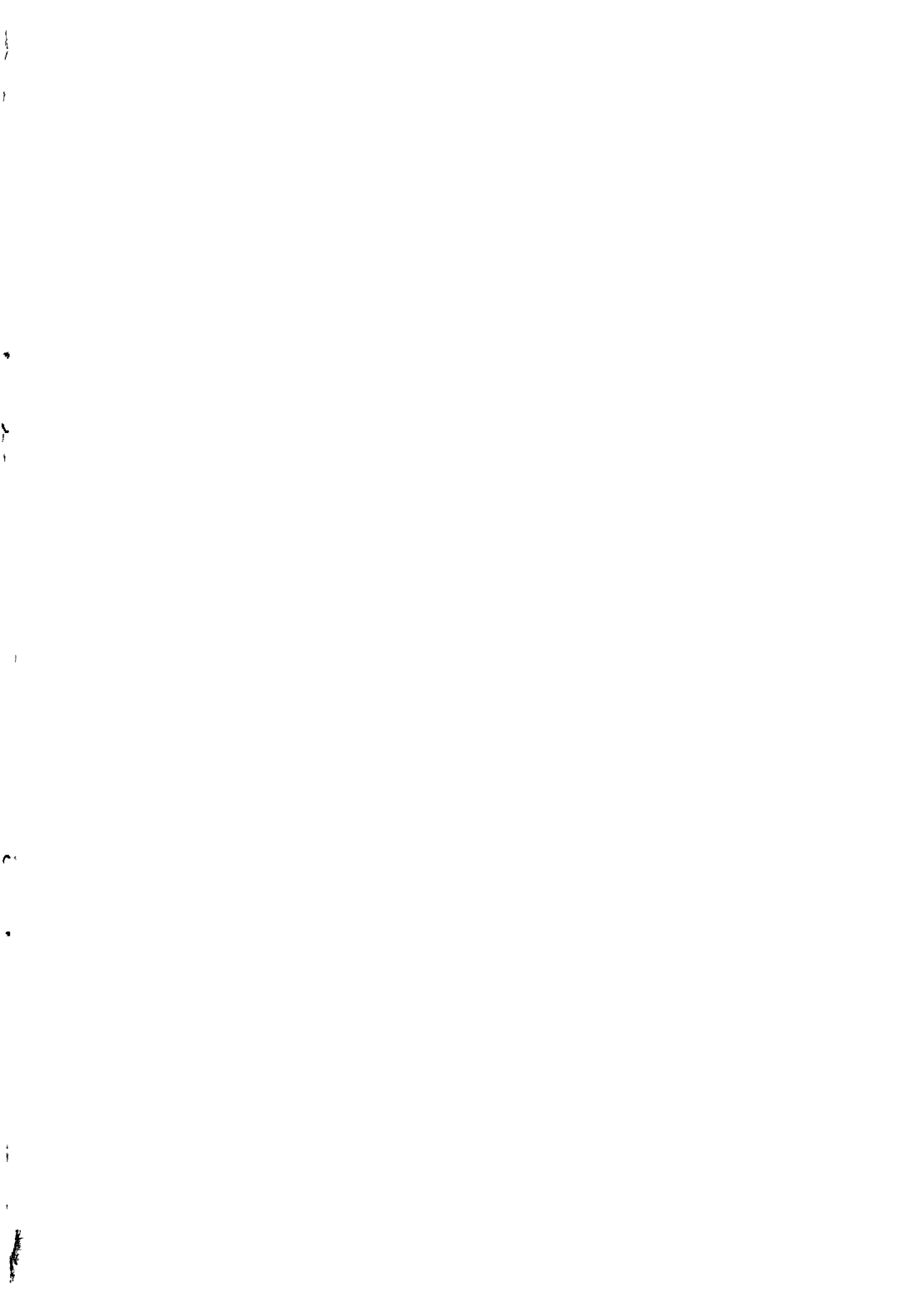
3. А.А.Бобков, В.Ю. Цепелев, Г.В. Шевченко

Об анемобарической обусловленности «обращения» течения Соя в проливе Лаперуза. Вестник Санкт-Петербургского Университета, Сер.7, Вып. 2, стр.99-107, 2004

4. А.А. Бобков, Н.В. Усов, В.Ю. Цепелев

Гидрометеорологические факторы, влияющие на формирование аномалий температуры воды у мыса Картеш. Вестник Санкт-Петербургского Университета, Сер.7, Вып. 2, стр.115-119, 2005





2006A
5015

№ - 5015