

*А.И. Савичев, В.Ю. Цепелев*

**ПРОГНОЗ ПОГОДЫ НА МЕСЯЦ  
ПО МЕТОДУ ТИПОВЫХ МАКРОПРОЦЕССОВ**

*A.I. Savichev, V.U. Cepelev*

**MONTHLY WEATHER FORECASTING BASED  
ON THE METHOD OF TYPICAL MACROPROCESSES**

*В настоящей статье представлен современный подход к решению проблемы прогноза погоды на месяц. Описана методика распознавания макропроцессов с учетом их интенсивности. Реализована концепция «ключевых районов» Северного полушария. Концепция позволяет с высокой степенью достоверности распознавать текущий макросиноптический процесс. Описан программный комплекс, позволяющий разрабатывать прогнозы среднемесячных аномалий приземного давления, температуры и осадков по Северо-Западу РФ на месяц вперед с заблаговременностью до 15 суток. В статье рассмотрена успешность прогнозов в сравнении с аналогичными прогнозами других центров.*

*Ключевые слова: долгосрочный прогноз, макроциркуляционный метод, гомолог, аналог, макросиноптический процесс, ключевые районы, типовой макропроцесс, циркуляция атмосферы.*

*In present article the modern approach for decision of the monthly weather forecast problem is presented. The macro synoptic process recognition technique is described. The concept of allocation and using of the "key areas" on the Northern hemisphere is realized. This concept allows to distinguish current macro synoptic process with a high degree of reliability. The contemporary program complex for monthly weather forecast development is described. The program complex allow to forecaster predict the monthly average anomalies of the sea level pressure, temperatures and precipitation for Northwest Region of the Russian Federation for a month forward. In article the success of forecasts in comparison with similar forecasts of other centers is considered.*

*Keywords: long range weather forecast, method of macrocirculation, gomolog, analog, macro synoptic process, key regions, typical macroprocess, atmospheric circulation.*

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 месяца и более данный вид прогнозов пока еще имеет эффективность, не достаточную для удовлетворения предъявляемых к нему требований. Динамическая неустойчивость атмосферы и внешние воздействия приводят к тому, что гидродинамический прогноз последовательных состояний атмосферы в настоящее время ограничен несколькими днями. Этот предел равный примерно двум неделям, Дж. Шукла рассматривал как предел предсказуемости процессов синоптических масштабов.

Синоптико-статистические методы долгосрочных прогнозов, как правило, нацелены на прогноз смены фаз циркуляционных режимов. В качестве одного из самых эффективных синоптико-статистических методов в России получил признание и распространение макроциркуляционный метод долгосрочного прогнозирования. Основы макроциркуляционного метода долгосрочных прогнозов погоды были разработаны в сороковых годах двадцатого века Г.Я. Вангенгеймом, а в современном виде 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 А.И. Савичева был разработан синоптико-статистический метод долгосрочного прогноза погоды, который получил название «метода типовых макропроцессов» (МТМП). В последние пятнадцать лет метод интенсивно совершенствовался на базе внедрения новых идей по распознаванию и классификации крупномасштабных синоптических процессов Северного полушария [Бобков, 2002, 2002а]. В настоящее время метод реализован в форме программного комплекса АРМ «Синоптик-Долгосрочник», который позволяет разрабатывать прогнозы среднемесячных аномалий приземного давления, температуры и осадков, прогнозировать развитие синоптических процессов и ход температуры на станциях внутри месяца и оценивать вероятность осуществления прогнозов. На базе метода удалось создать объективную методику распознавания, как во времени, так и в пространстве, комплексных многофакторных синоптических процессов с целью подбора года-гомолога к текущему макросиноптическому процессу. В связи с постоянно увеличивающейся потребностью различных отраслей экономики в долгосрочных прогнозах погоды, как с месячным периодом осреднения, так и с детализацией прогнозов внутри месяца по нескольким метеорологическим параметрам, АРМ является востребованным специалистами гидрометеорологической службы и география его использования постоянно расширяется.

### **1. Метод типовых макропроцессов в задаче прогноза погоды на месяц**

В основе МТМП лежат синоптические и статистические методы. Метод базируется на анализе эволюции общей циркуляции атмосферы в предшествующий прогнозу период времени. Главная идея метода, впервые реализованная на практике Г.Я. Вангенгеймом, а затем дополненная и расширенная А.А. Гирсом, заключается в том, что макросиноптические процессы Северного полушария, приводящие к формированию крупных аномалий погоды одного знака над *ограниченным районом полушария*, имеют сходный характер развития в течение длительного промежутка 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, то есть учитывалась роль ближайшей истории развития макропроцессов.

Основным приемом, используемым для выделения прогностических связей, являлась генетическая классификация макропроцессов, которая заключается в объединении в группы нескольких макросиноптических процессов со сходным характером циркуляционных преобразований на пространстве Северного полушария в течение пяти месяцев, при этом пятый месяц рассматривается как прогностический. В общей сложности было проведено 12 скользящих классификаций, по одной для каждого календарного месяца. Классификация изначально проводилась на базах данных полей аномалий приземного давления и температуры с 1900 по 1970 г. методом экспертной оценки. Каждые несколько лет, с появлением новых данных, классификация уточнялась. На настоящий момент времени база данных, по которой проведена и уточнена классификация, охватывает период с 1900 по 2007 г.

В одну группу объединялись макросиноптические процессы с максимально подобными как по форме, так и по интенсивности полями среднемесячных аномалий приземного давления и температуры (рис. 1). Помимо этого, учитывался характер преобразования от месяца к месяцу среднемесячных полей аномалий метеопараметров и преобразование циркуляционного фона над Северным полушарием на протяжении пяти месяцев. Решающим признаком объединения макросиноптических процессов в одну группу являлась схожая географическая локализация полей среднемесячных аномалий метеопараметров одного знака над Северной Атлантикой и Европой в прогностическом месяце. Для количественной оценки принадлежности макропроцесса группе рассчитывался критерий подобия Багрова « $r$ ».

Макросиноптические процессы всех лет, входящих в одну группу, формируют типовой макросиноптический процесс (ТМП). Выделенные, в процессе классификации ТМП различаются между собой не только по средним месячным характеристикам в прогностическом месяце, но и по специфике преобразования макроциркуляционных процессов внутри прогностического месяца. Следовательно, для прогностического месяца каждого ТМП становится возможным построить средние карты полей приземного давления и температуры по периодам однородной циркуляции.

На картах повторяемости знака аномалии метеопараметров ТМП выделяются географические районы, в которых повторяемость одного и того же знака аномалии максимальна и превышает 65 %, причем значение повторяемости в 65 % получено как результат прогностических экспериментов. Такие районы получили название «ключевых районов» Северного полушария (рис. 2). Анализ географической локализации, размеров и закономерностей перемещения «ключевых районов» от месяца к месяцу цепочки в каждом ТМП показывает:

– «ключевые районы» имеют индивидуальные особенности в каждом отдельно взятом ТМП календарного месяца по своим размерам, географической локализации и динамике перемещения от месяца к месяцу цепочки;

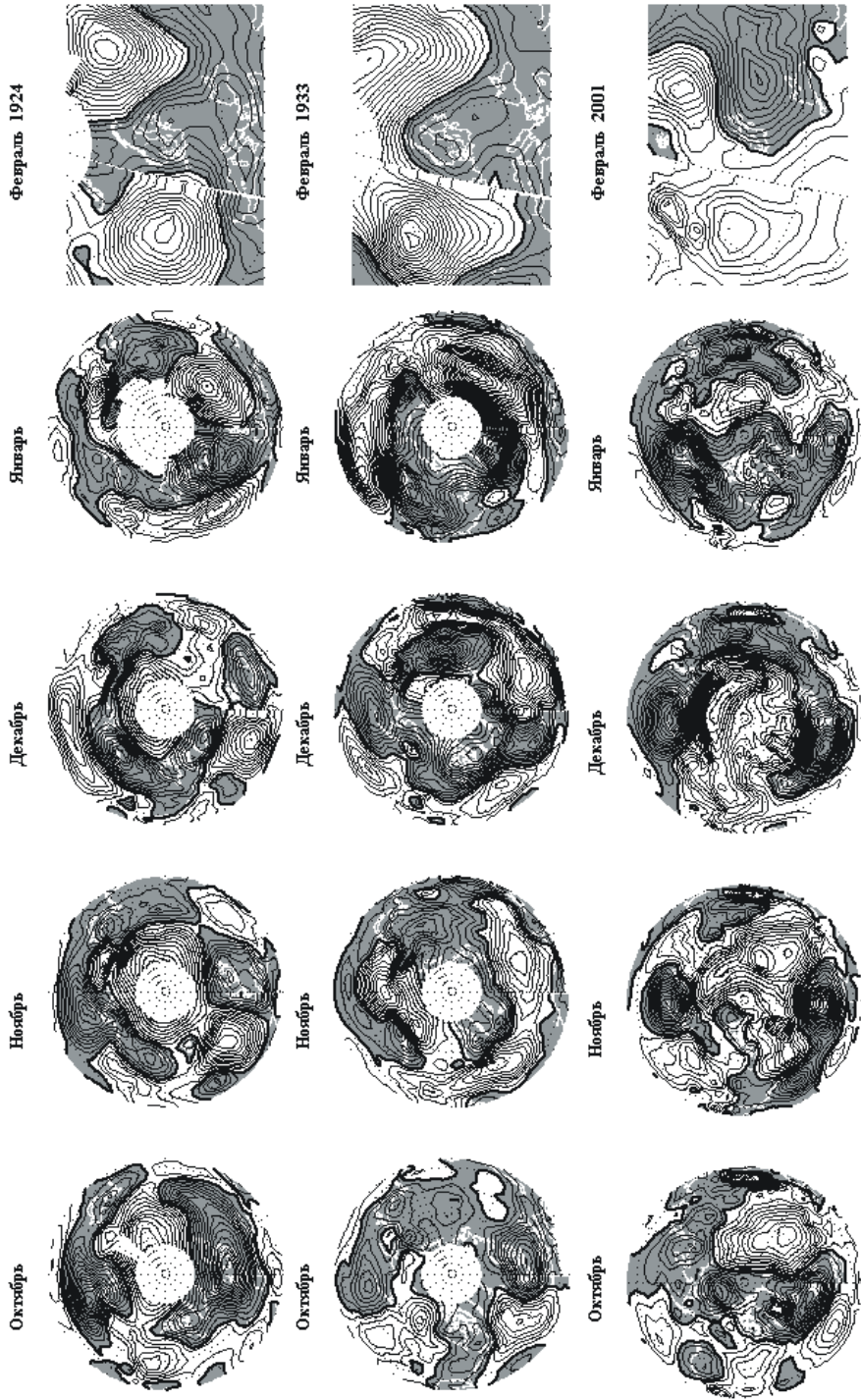


Рис. 1. Карты полей приземного давления для лет, составляющих февральский типовой макропроцесс № 25.

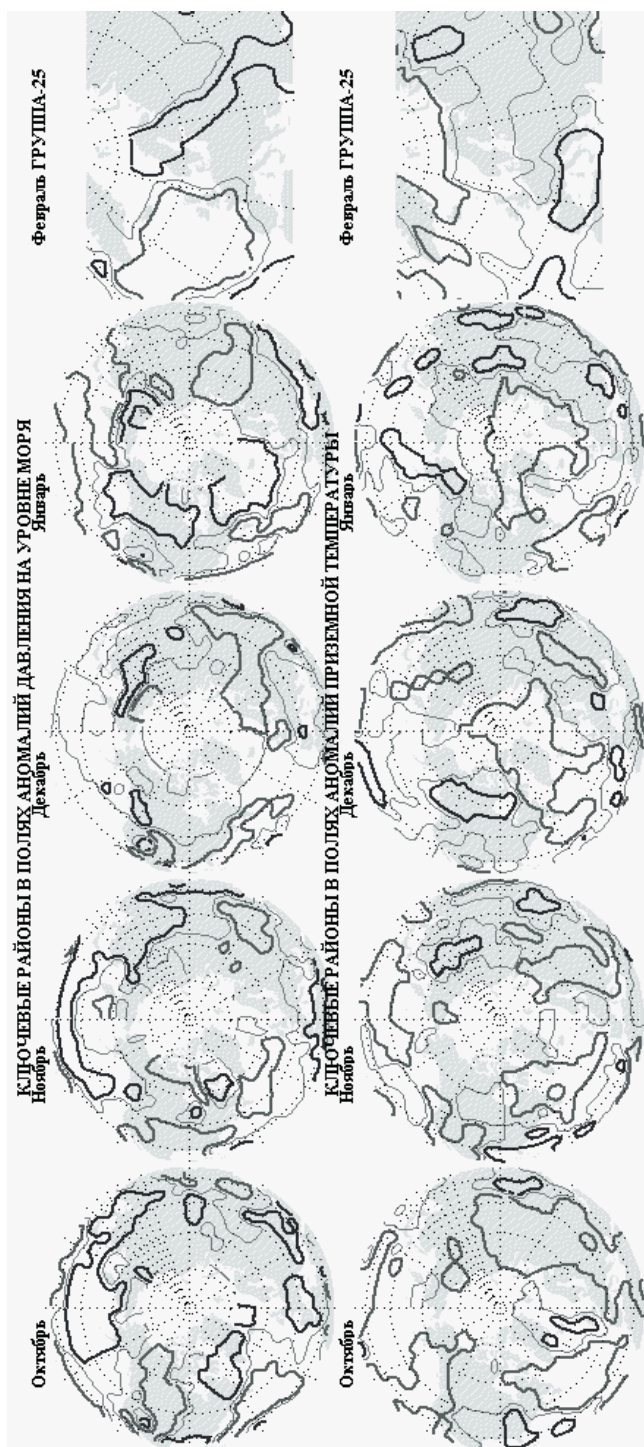


Рис. 2. Карты «ключевых районов» Северного полушария в полях приземного давления и температуры для февральского типового макропроцесса № 25.

– размеры «ключевых районов» зависят от однородности макропроцессов, составляющих ТМП. Чем однороднее макропроцессы в ТМП, тем большую площадь Северного полушария занимают «ключевые районы»;

– на Северном полушарии невозможно выделить фиксированный географический район, синоптические процессы в котором определяли бы развитие макропроцессов на всем Северном полушарии. «Ключевые районы» полушария мигрируют от одного ТМП к другому. Схема расположения и их динамика позволяет четко идентифицировать каждый, индивидуальный ТМП;

– «ключевые районы» не являются навсегда зафиксированными характеристиками ТМП. Их характеристики изменяются при изменении состава ТМП;

– использование «ключевых районов» в методике распознавания ТМП позволяет изучать не полные поля аномалий метеопараметров на всем Северном полушарии, а только те районы полушария, в которых локализованы очаги повышенной повторяемости знака аномалии ТМП;

– «ключевые районы» совместно с полями средних по ТМП аномалий приземного давления и температуры являются индивидуальной характеристикой ТМП. Для полного описания каждого ТМП необходимо и достаточно использование данной характеристики.

Каждый ТМП представляет модель развития синоптических процессов на полушарии и не имеет точных аналогов среди индивидуальных макросиноптических процессов Северного полушария за весь период наблюдений. Характеристики ТМП в четырех месяцах, предшествующих прогностическому месяцу, можно рассматривать как «комплексный предиктор». Этот предиктор используется в процедуре месячного прогноза полей аномалий давления, температуры и осадков.

В процессе составления прогноза четыре исходных месяца текущего макропроцесса сравнивают с комплексным предиктором всех ТМП этого же месяца (рис. 3). Сравнение проводится с последовательным расчетом индексов аналогичности, которые были специально разработаны в рамках автоматизации МТМП по следующим метеопараметрам: аномалиям приземного давления и температуры, аномалиям температуры поверхности воды Северной Атлантике и индексам Вангенгейма-Гирса. Описание индексов аналогичности не входит в рамки данной статьи. При этом сравнение полей аномалий метеопараметров проводится только по «ключевым районам» полушария. Так как «ключевые районы» однозначно описывают каждый из типовых макропроцессов, то высокое значение параметра сходства показывает близость полей аномалий типового и текущего макропроцессов в тех районах Северного полушария, которые характерны только для данного типового макропроцесса. В качестве «действующего» макропроцесса выбирается тот типовой макропроцесс, который имеет максимальную степень сходства с текущим макропроцессом.

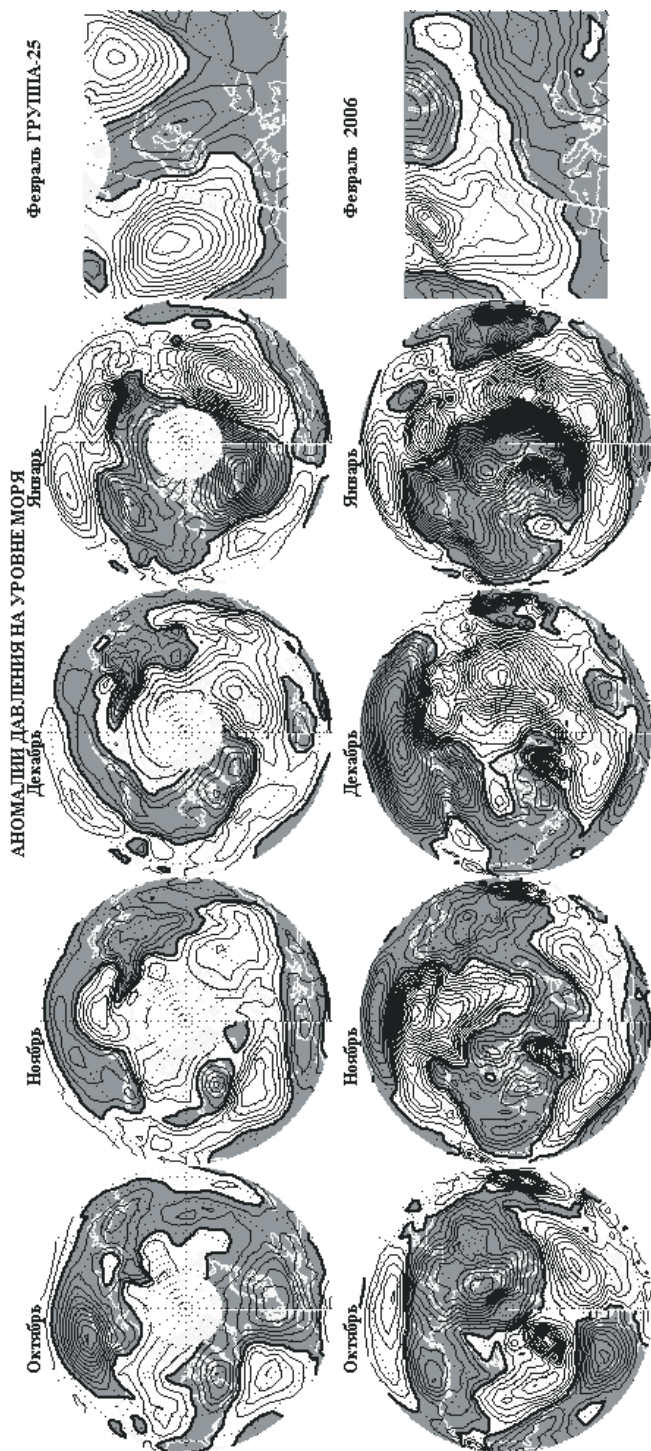


Рис. 3. Карты сравнения текущего макропроцесса февраля 2006 г. и типового февральского макропроцесса № 25 о полях аномалий приземного давления.

Использование в процедуре прогноза характеристик типового макропроцесса позволяет предсказывать основные, самые значимые черты текущего макропроцесса. Такой подход к подбору действующего макропроцесса принципиально отличает данный метод от метода подбора аналогов.

В качестве прогноза первого приближения принимаются циркуляционные и погодные характеристики «действующего» ТМП (рис. 4). В процессе разработки прогноза составляются карты развития синоптических процессов по периодам однородной циркуляции и средние карты приземного давления и температуры по этим периодам. Периоды однородной циркуляции выделяются методом экспертной оценки (рис. 5).

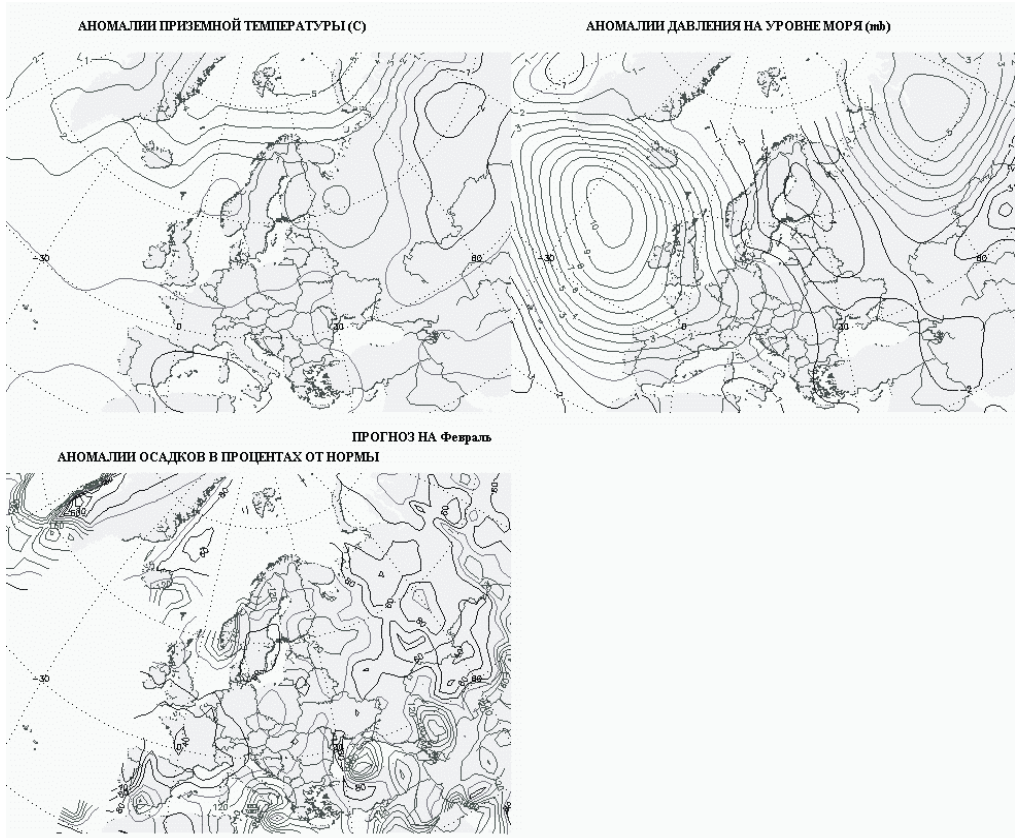


Рис. 4. Карты прогностических аномалий приземного давления, температуры и осадков на февраль.

Основным достижением МТМП является впервые осуществленная на практике и хорошо зарекомендовавшая себя процедура формализации алгоритма по подбору лучшего ансамбля лет-гомологов. Важным преимуществом алгоритма является использование принципа «ключевых районов», который позволил упростить методику подбора аналогичного типового макропроцесса.



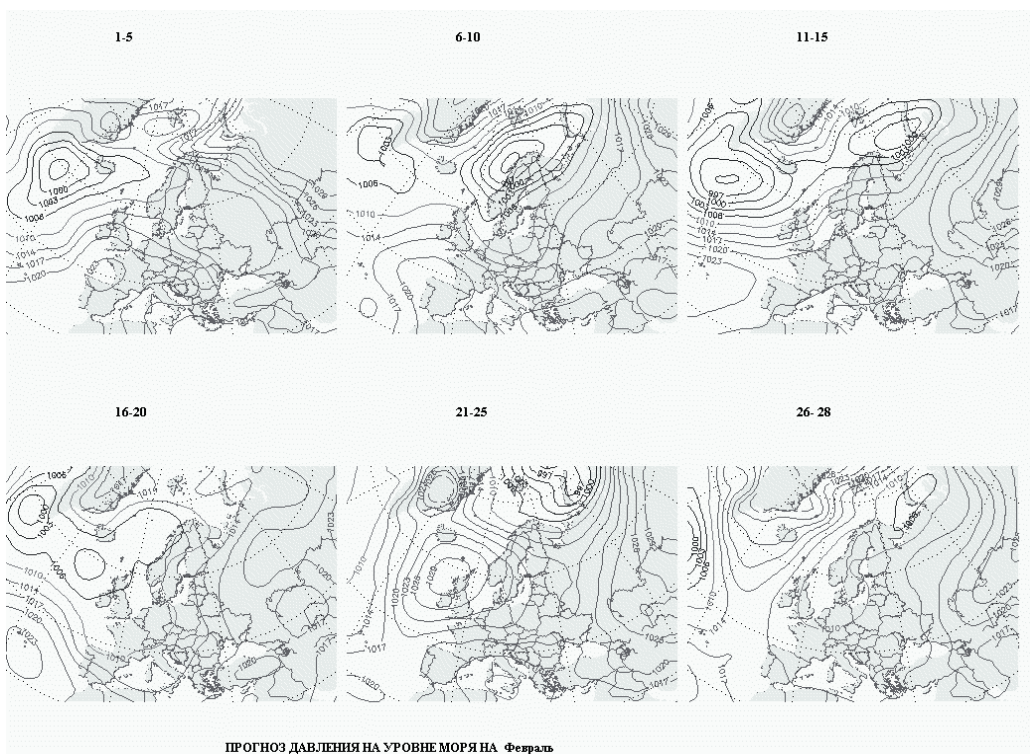


Рис. 5. Прогностические средние карты полей приземного давления, осредненные по периодам однородной циркуляции для февральского типового макропроцесса № 25.

Главным ограничением, которое накладывает на МТП, является длина базы данных, по которой производится классификация макропроцессов и выделяются типовые макропроцессы. В связи с тем, что ТМП формируются из тех макропроцессов, которые осуществились в прошлом, по МТП невозможно дать прогноз впервые осуществившегося процесса. Таким образом, для того чтобы выявить максимально большее количество сценариев, по которым идет развитие макропроцессов в текущую циркуляционную эпоху, необходимо максимизировать длину ряда данных наблюдений. В противном случае мы будем время от времени сталкиваться с редкими, но аномальными сценариями развития макропроцессов, которые невозможно предсказать. С увеличением длины базы данных качество прогнозов, разрабатываемых по МТП, будет, несомненно, улучшаться. Этот вывод подтверждает устойчивый тренд на кривой качества прогнозов, который наблюдался с 1975 по 2000 г. (рис. 6). Для относительно полного описания набора макропроцессов, при условии стабильного климата, необходимо иметь базу данных длиной не менее 300 лет.

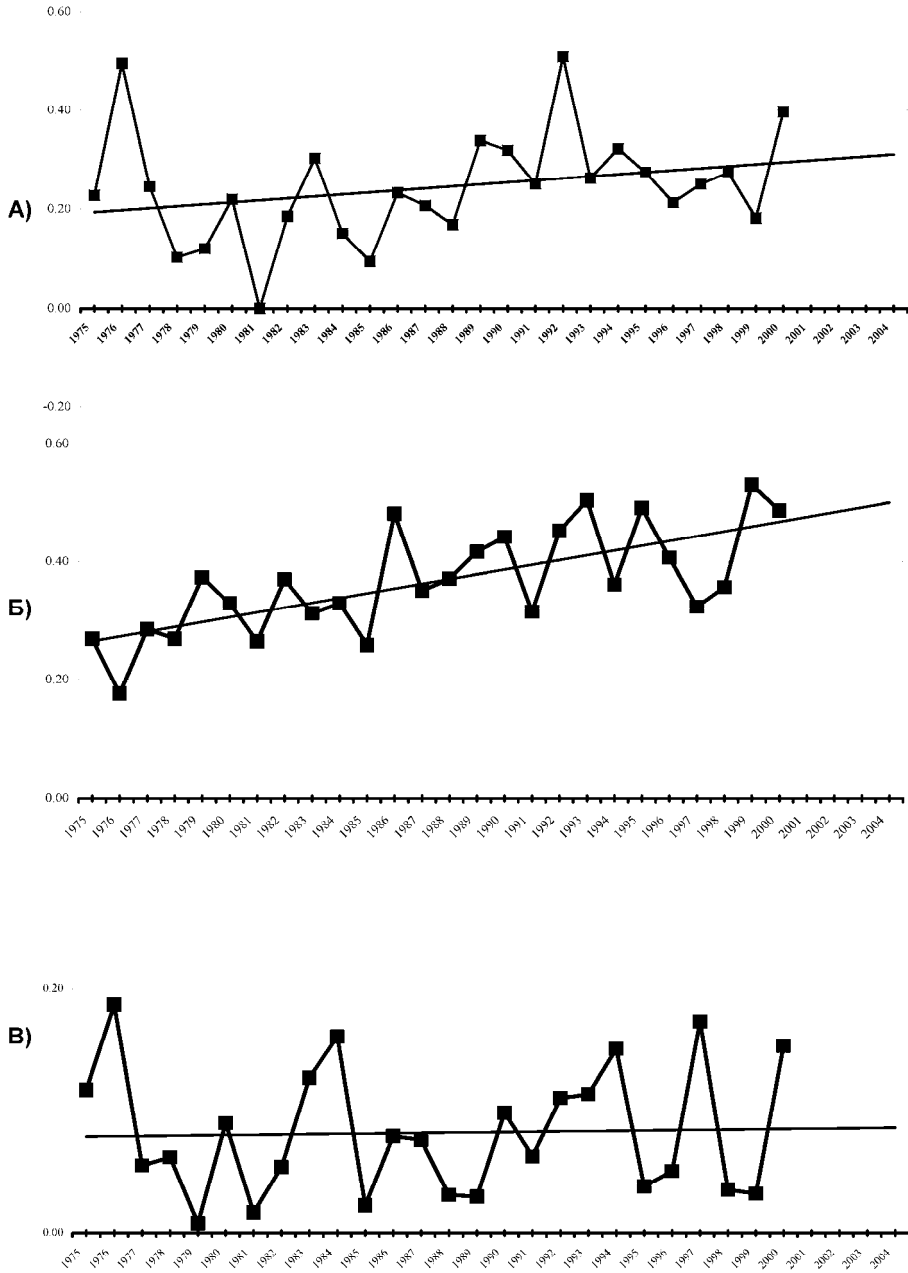


Рис. 6. Временной ход среднегодовых оценок качества прогнозов средних месячных аномалий полей приземного давления (А), приземной температуры (Б), осадков (В) по РО.

Решением проблемы ограниченности ряда наблюдений является использование в подборе типового макропроцесса не только естественных макропроцессов, выбранных из базы данных, но также и «искусственных» макропроцессов, которые можно получить при помощи прогностической модели общей циркуляции атмосферы. В этом направлении, как мы предполагаем, и возможно дальнейшее развитие МТМП.

### **2. Технология составления прогноза погоды на месяц**

Опираясь на подходы, изложенные выше, нами была разработана и введена в оперативную эксплуатацию автоматизированная методика долгосрочного прогноза погоды. Методика реализована в виде программного комплекса АРМ «Синоптика-Долгосрочника» и включает в себя следующие блоки:

- базы данных;
- блок пополнения и коррекции баз данных в оперативном режиме;
- блок выбора лучших ТМП;
- блок выбора лучших лет-гомологов внутри ТМП;
- блок визуализации прогностических карт и графиков.

На первом этапе прогноза выбирается типовой макропроцесс (ТМП), действующий в данном месяце. Для этого проводятся расчеты индексов аналогичности между всеми ТМП данного месяца и текущим макропроцессом для полей аномалий приземного давления и температуры, индексов циркуляции Вангенгейма-Гирса и полей аномалий температуры воды.

Сравнение полей аномалий температуры воды проводится только по району от экватора до семидесятого градуса северной широты в Северной Атлантике. При этом индекс аналогичности, полученный по аномалиям температуры воды, используется в расчетах с понижающим коэффициентом, который эмпирически получен на основе проведенных экспериментов и анализа литературы, посвященной степени влияния температурных аномалий в Северной Атлантике на погоду в Европе с различными временными сдвигами. Для зимы и лета выбраны различные понижающие коэффициенты. Поскольку летние температурные аномалии воды имеют большее влияние на погоду в Европе зимой, чем зимние аномалии на погоду в летние месяцы, то понижающий коэффициент для зимних месяцев составляет 0,4, а для летних месяцев 0,2.

Индекс аналогичности, полученный по полям аномалий давления и температуры, принимается с равным весом для всего рассматриваемого ряда.

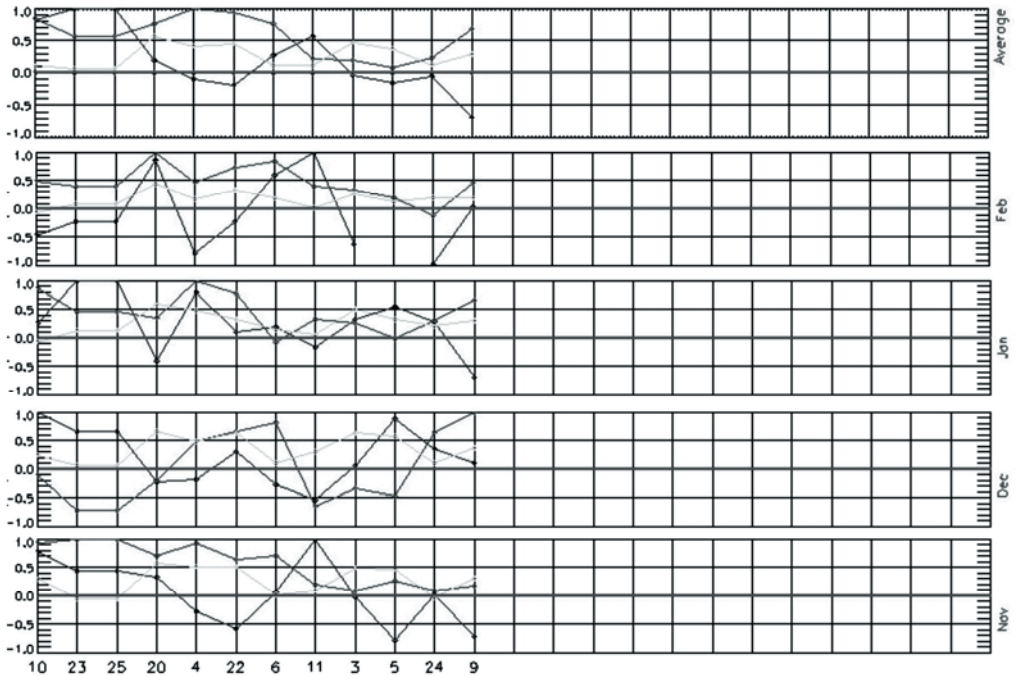
Последовательное применение трех специализированных алгоритмов расчета индекса аналогичности обеспечивает последовательную отбраковку не аналогичных ТМП в следующей очередности:

- по степени сходства полей приземного давления, температуры и температуры поверхности океана по знаку аномалии выбирается 15 лучших ТМП;

– по интенсивности очагов полей аномалий метеопараметров выбирается 10 лучших ТМП из 15 выбранных на предыдущем этапе;

– по характеру циркуляционного преобразования полей аномалий от месяца к месяцу из 10 выбранных ТМП оставляем только 6 наиболее близких к текущему макропроцессов.

Для дальнейшего анализа можно выбрать первые три ТМП (рис. 7) с максимальными значениями индексов аналогичности. Примерно в девяносто процентов случаев один из этих трех ТМП и является прогностическим макропроцессом.



**Рис. 7.** Ранжированный, в порядке убывания степени сходства, список типовых мартовских макропроцессов, подобранных к текущему макропроцессу марта 2005 года.

ТМП с максимальными значениями параметров сходства проверяются визуально по всем имеющимся в базе данных характеристикам метеопараметров. При визуальной оценке сходства полей обращается особое внимание на географическое положение аномалий метеопараметров, тип преобразования полей от месяца к месяцу и характер циркуляции в каждом месяце цепочки. При этом предполагается, что все предшествующие прогностическому месяцу вносят одинаковый вклад в формирование полей аномалий в прогностическом месяце. После визуальной оценки количество выбранных типовых макропроцессов, как правило, не превышает двух. Обычно остаются два типовых макропроцесса

с различными финалами. В изучаемом районе полушария прогностического месяца в этих типовых макропроцессах формируются противоположные по знаку аномалии макропогоды. Особенно трудная задача выбора стоит в том случае, когда равноценные цепочки развития макропроцессов приводят к противоположному финалу в прогностическом месяце. Для решения данной задачи привлекаются все доступные вспомогательные базы данных. Сходство каждого из ТМП с текущим макропроцессом оценивается по типу циркуляционного преобразования атмосферных процессов, фазе цикла и интенсивности индексов Северо-Атлантического колебания и солнечной активности.

На следующем этапе разработки прогноза проводится анализ лет-гомологов, из которых сформированы выбранные ТМП. Просеивание лучших лет-гомологов из ТМП, с целью фильтрации только наиболее подобных с текущим макропроцессом, проводится с использованием тех же алгоритмов проверки аналогичности и в том же порядке, что и выбор лучших ТМП. На основании списка ранжированных по степени сходства лет-гомологов производится модифицирование выбранных ТМП таким образом, чтобы в их составе находились только годы-гомологи с максимальной степенью сходства с текущим макропроцессом. Модифицированный ТМП в дальнейшем называется прогностическим макропроцессом.

Поля аномалий метеопараметров прогностического макропроцесса принимаются в качестве прогностических полей прогноза на месяц (рис. 4). При расчете средних полей прогностического макропроцесса каждое индивидуальное поле года-гомолога входит в осреднение со своим весом. За этот вес принимается комплексная мера сходства по трем параметрам аналогичности между индивидуальным годом-гомологом, входящим в прогностический макропроцесс, и текущим макропроцессом.

На следующем этапе разработки прогноза происходит детализация синоптических процессов прогностического месяца по периодам однородной циркуляции и создание карт средних прогностических полей (рис. 5). Разбивка по периодам однородной циркуляции производится методом экспертной оценки. Для разбивки анализируются среднесуточные термобарические поля всех лет-гомологов, составляющих прогностический макропроцесс, и определяются моменты перестройки этих полей на протяжении прогностического месяца. Даты перестройки полей согласуются в рамках прогностического макропроцесса.

### **3. Статистические оценки качества прогнозов погоды на месяц по МТМП**

Для долгосрочных прогнозов погоды обычно проводится оценка успешности аномалий приземной температуры и осадков. В данном случае 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 [Муравьев, 2000; Standardised Verification System..., 2002]. Кроме того, были получены традиционные оценки качества прогнозов по параметру  $\rho$  и относительная ошибка прогноза  $Q$ .

Район, для которого производится оценка качества прогноза, ограничен координатами от  $45^\circ$  до  $70^\circ$  с. ш. и от  $10^\circ$  з. д. до  $50^\circ$  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 г.

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 формы 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. На протяжении последних 25 лет отчетливо проявляется тенденция улучшения качества прогнозов полей аномалий приземного давления и температуры (рис. 6). Качество прогноза полей аномалий осадков находится на постоянном уровне.

5. 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. Прогноз полей аномалий осадков также наименее успешен с мая по июль и в сентябре, а наиболее успешен с ноября по март и в августе (рис. 8).

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. 9, 10).

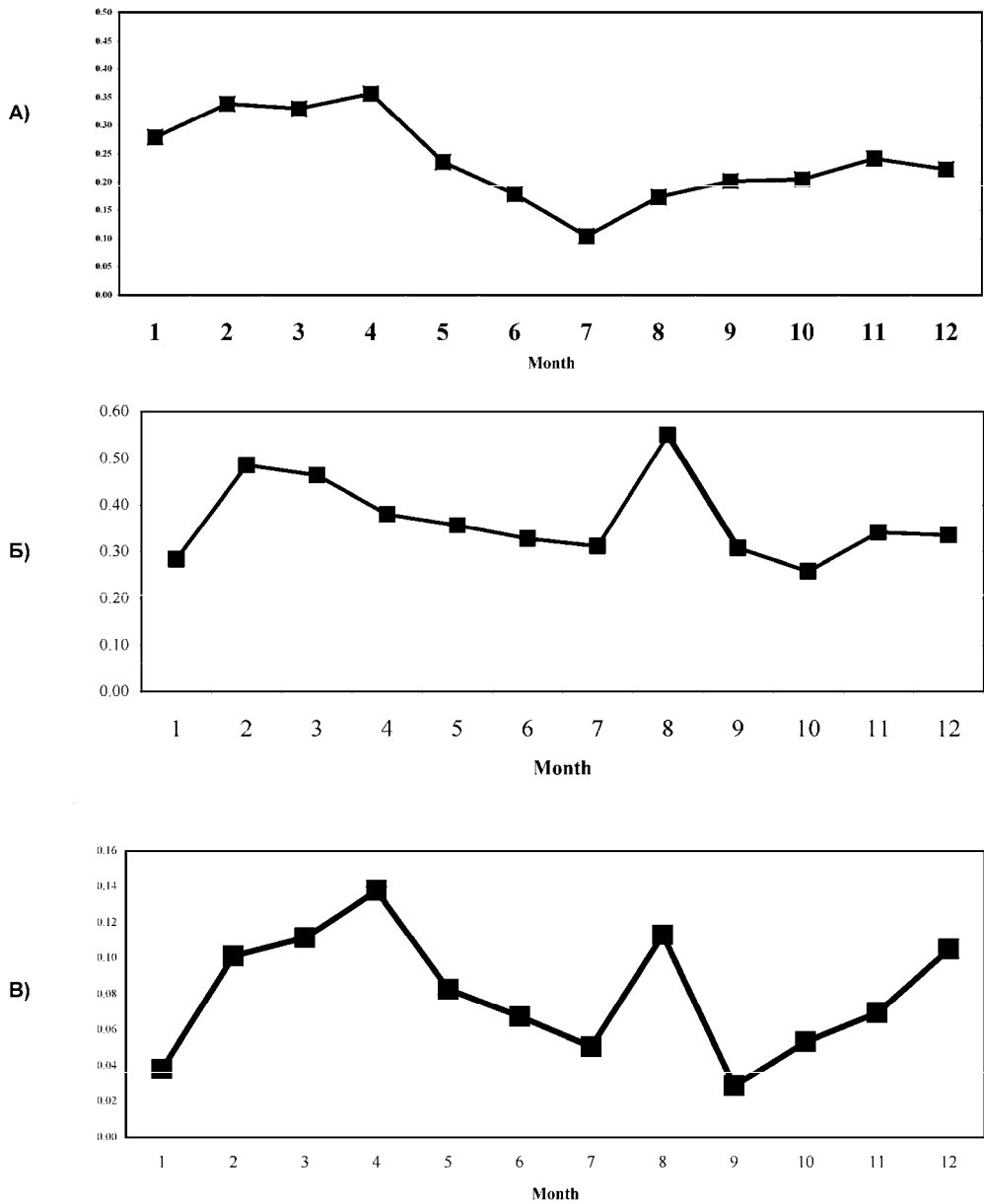


Рис. 8. Годовой ход оценки качества прогнозов средних месячных аномалий полей приземного давления (А), приземной температуры (Б), осадков (В) по РО.

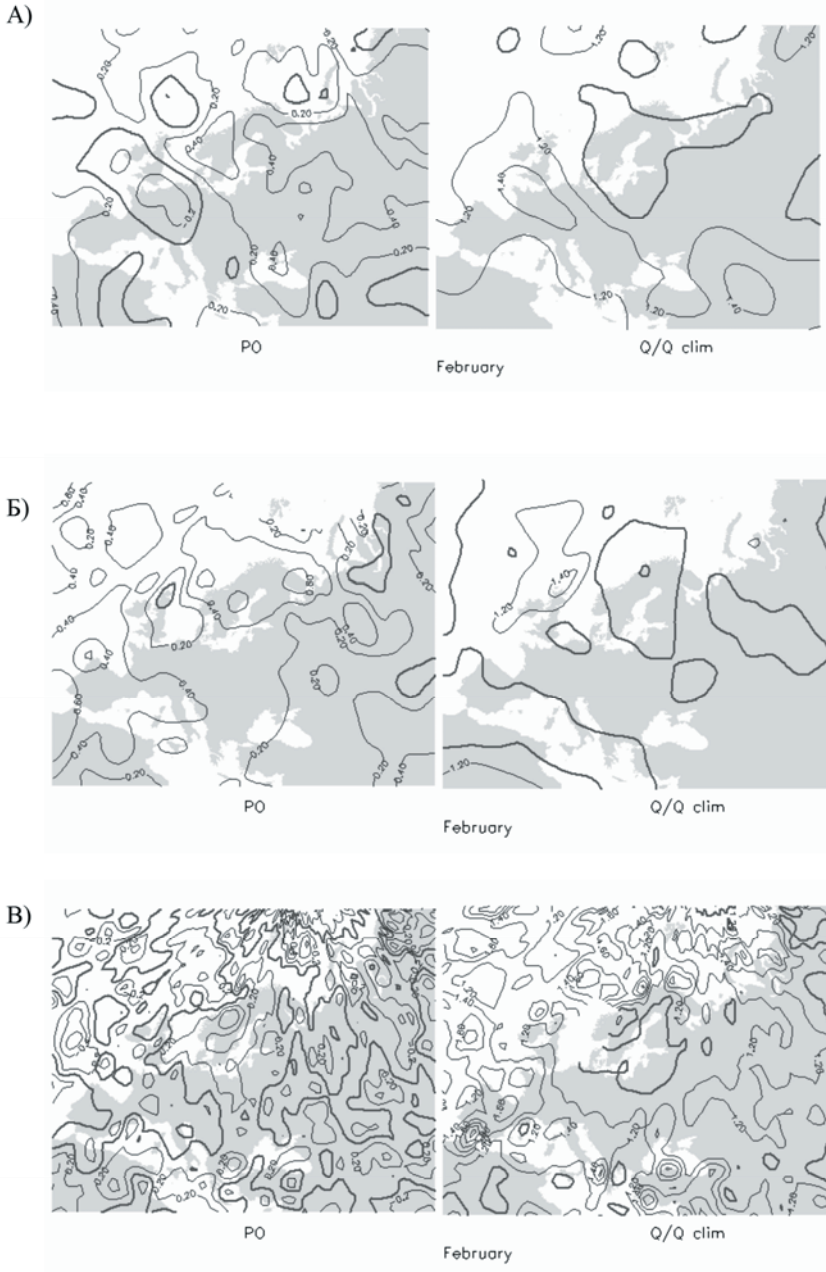


Рис. 9. Географическое распределение февральских оценок качества прогнозов аномалий полей приземного давления (А), приземной температуры (Б), осадков (В) по РО и отношению  $Q/Q_{\text{климатическое}}$



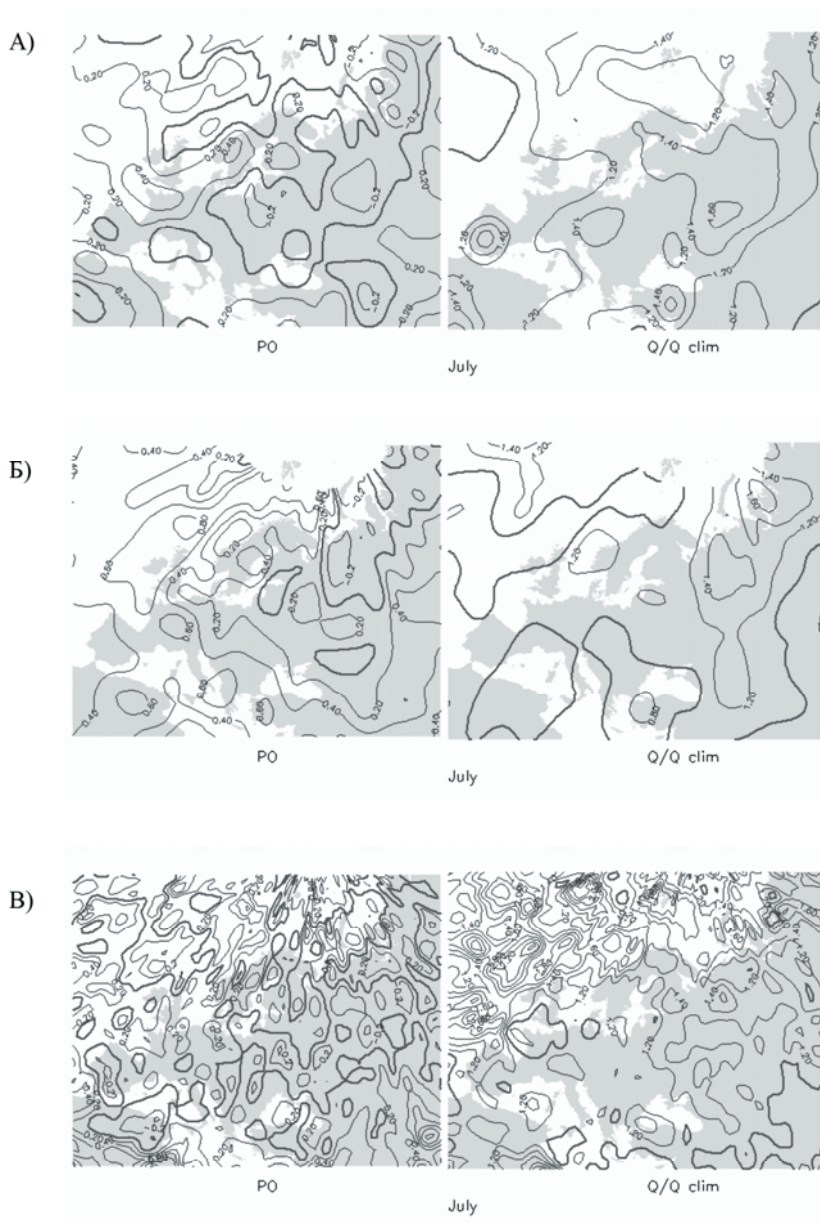


Рис. 10. Географическое распределение июльских оценок качества прогнозов аномалий полей приземного давления (А), приземной температуры (Б), осадков (В) по РО и отношению  $Q/Q_{\text{климатическое}}$

#### 4. Оперативные испытания МТМП и их результаты

В соответствии с решением Центральной методической комиссии по гидрометеорологическим и гелиогеофизическим прогнозам в Санкт-Петербургском ЦГМС-Р выполнялось сравнение результатов прогнозов по МТМП с внедренными методами аналогичных прогнозов ГГО и Гидрометцентра России [Методическое указание..., 1991]. Оценки проводились по стандартным методикам, рекомендованным ВМО [Муравьев, 2000; Standardised Verification System..., 2002].

Для сравнительной оценки прогнозов по упомянутому методу привлекались следующие прогнозы:

- среднемесячной температуры Лаборатории расчетных методов долгосрочных метеорологических прогнозов ГГО [Мелешко, 2002];
- прогнозы среднесуточной температуры воздуха на месяц Отдела долгосрочных прогнозов погоды Гидрометцентра России [Тищенко, 1995];
- прогнозы среднемесячной и пентадной температуры Санкт-Петербургского ЦГМС-Р.

Прогнозы ГГО и ГМЦ РФ выпускаются с нулевой заблаговременностью, а прогнозы Санкт-Петербургского ЦГМС-Р – с заблаговременностью 15 и 5 суток. По результатам испытаний и сравнений были сделаны следующие выводы.

Сравнение метода ЦГМС-Р с методами ГГО и ГМЦ РФ показало, что оценки качества у метода ЦГМС-Р с заблаговременностью в 15 суток ниже, чем у методов ГГО и ГМЦ РФ. Для прогнозов с заблаговременностью 5 суток качество прогнозов ЦГМС-Р возрастает и сопоставимо по качеству с прогнозами ГГО и ГМЦ РФ (рис. 11).

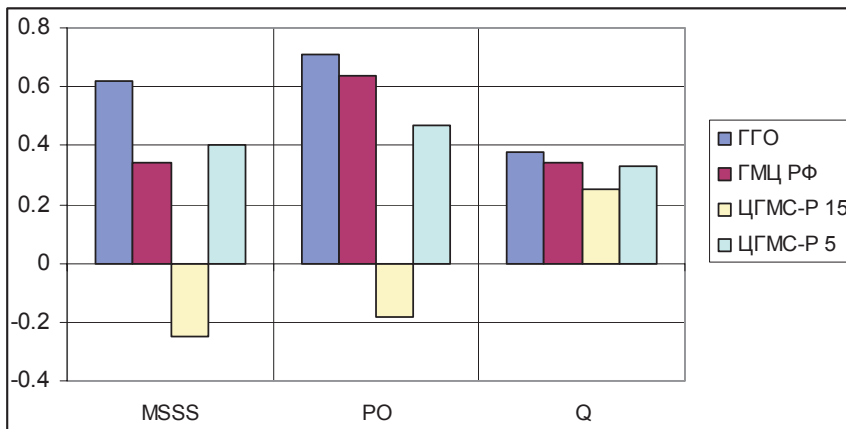


Рис. 11. Статистические оценки прогноза среднемесячной аномалии температуры за период с января 2005 по октябрь 2007 г. Оцениваются прогноз ГМЦ РФ с нулевой заблаговременностью, прогноз ГГО с нулевой заблаговременностью и прогноз ЦГМС-Р с заблаговременностью 5 и 15 суток.

По параметру «мера мастерства» (MSSS) качество прогнозов по методу ЦГМС-Р превышает качество прогнозов ГМЦ РФ, но хуже прогнозов ГГО (рис. 11).

Метод прогноза пентадных аномалий среднемесячной температуры воздуха в Санкт-Петербурге с заблаговременностью 5 суток, разрабатываемый в ЦГМС-Р, имеет качество ниже по параметру MSSS и выше по параметру PO, чем метод ГМЦ РФ (рис. 12).

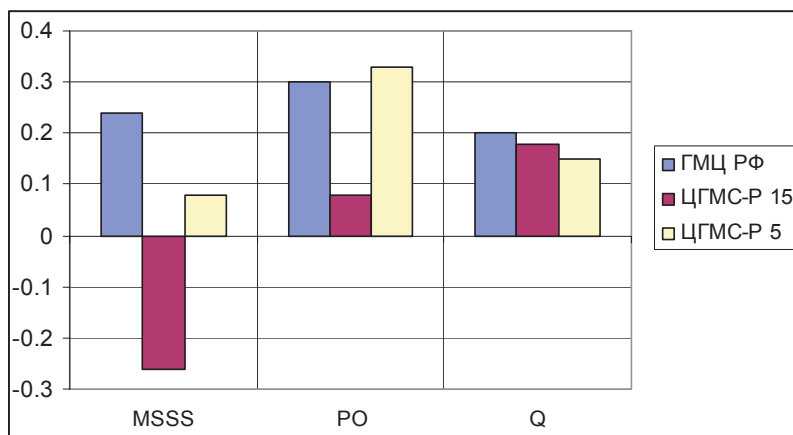


Рис. 12. Статистические оценки прогноза аномалии температуры на месяц по пентадам за период с января 2006 по октябрь 2007 г. Оцениваются прогноз ГМЦ РФ с нулевой заблаговременностью и прогноз ЦГМС-Р с заблаговременностью 5 и 15 суток.

По результатам испытаний можно сделать вывод о том, что оценки качества прогнозов температуры по методу ЦГМС-Р ниже, чем оценки по методу ГГО, но сопоставимы с оценками метода ГМЦ РФ. Тем не менее, прогноз МТМП превосходит все аналогичные методы в заблаговременности. В связи с этим Центральная методическая комиссия по гидрометеорологическим и геологофизическим прогнозам одобрила использование МТМП в качестве консультативного метода долгосрочного прогноза.

### **Заключение**

В связи с отсутствием значительного прогресса в прогнозировании с использованием гидродинамических методов прогнозов на сроки более двух недель, синоптические и физико-статистические методы остаются важным инструментом в прогнозе погоды на месяц и более. Макроциркуляционный подход к прогнозу погоды на месяц и сезон, который относится к разряду синоптико-статистических методов, позволяет разрабатывать прогнозы достаточно высокого качества. В последние годы была разработана и введена в оперативную эксплуатацию автоматизированная методика долгосрочного прогноза погоды, созданная на базе МТМП. Методика реализована в виде программного комплекса АРМ «Синоптика-Долгосрочника». В АРМ предусмотрена разработка

прогнозов полей аномалий приземного давления, температуры, осадков и введена возможность детализации прогноза внутри месяца. Таким образом, проведенная работа позволила объективизировать синоптико-статистический макроциркуляционный метод прогнозов и вывести его на уровень современных научных достижений в области долгосрочного прогноза погоды. Кроме того, удалось создать такой технологический процесс разработки прогнозов погоды на месяц, который не зависит от присутствия автора методики, минимизирует субъективизм в принятии решений и с максимальной пользой использует практически всю имеющуюся в распоряжении синоптика-долгосрочника текущую гидрометеорологическую информацию. По объему предоставления прогностической информации метод не имеет конкурентных разработок в России, а по качеству прогнозов соответствует лучшим разработкам в данной области.

### **Литература**

1. Бобков А.А., Целев В.Ю. Атмосферные предпосылки формирования крупномасштабных аномалий температуры поверхности Тихого океана // Изв. Русского геогр. общества, 2002, т. 134, вып. 5, с. 37–44.
2. Бобков А.А., Савичев А.И., Целев В.Ю. Некоторые результаты изучения процессов формирования крупномасштабных аномалий в среднемесячных полях температуры поверхности моря по северо-западной части Тихого океана // Вестн. Санкт-Петербургского ун-та, 2002а, сер. 7, вып. 2, № 15, с. 75–84.
3. Мелешко В.П., Гаврилина В.М., Мирвис В.М., Матюгин В.А., Пичугин Ю.А., Вавулин С.В. Гидродинамико-статистический долгосрочный прогноз метеорологических полей по модели ГГО // Метеорология и гидрология, 2002, № 9, с. 5–16.
4. Методическое указание. Проведение производственных (оперативных) испытаний новых и усовершенствованных методов гидрометеорологических и гелиофизических прогнозов. – М.: Комитет гидрометеорологии при кабинете министра СССР, 1991. – 150 с.
5. Муравьев А.В., Вильфанд Р.М. О стандартизации оценок качества среднесрочных и долгосрочных прогнозов погоды // Метеорология и гидрология, 2000, № 12.
6. Тищенко В.А. Прогноз сглаженного хода температуры внутри месяца с использованием классификации ежедневных данных по температуре в пунктах // Метеорология и гидрология, 1995, № 7, с. 31–38.
7. Standardised Verification System (SVS) for Long-Range Forecasts (LRF), WMO, Version 3.0 – 12 August 2002.