

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЯ МЕТОДА И ТЕХНОЛОГИИ РАСЧЕТА  
КОМПЛЕКСНОГО ПРОГНОЗА ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА,  
ОСАДКОВ И ИНДЕКСА ПОЖАРООПАСНОСТИ  
ПО АДМИНИСТРАТИВНЫМ РАЙОНАМ АЛТАЙСКОГО КРАЯ,  
ТОМСКОЙ, КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТЕЙ И ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО  
АВТОНОМНОГО ОКРУГА НА 1–5 СУТОК**

Автоматизированный метод прогноза элементов погоды по Западной Сибири разработан на базе интерпретации выходных данных глобальных моделей UKMO и ECMF. Температура воздуха, осадки и дефицит точки росы в комплексе позволяют оценить пожароопасность в лесах по индексу Нестерова. Расчетные показатели облегчают труд синоптика при составлении прогноза пожароопасности. Методика расчета, разработанная на базе данных пятилетних архивов объективных анализов указанных моделей, применяется с прогностическими полями (PP-концепция). Рабочие выборки построены так, что исключается сезонный и суточный ход метеопараметров. При расчете комплексного прогноза применяются алгоритмы дополнительной классификации внутри сезонов. Для классификации температуры воздуха и точки росы учитывается знак ожидаемого изменения приземного давления (в холодный период) или знак изменения температуры на поверхности 850 гПа (в теплый период). Для классификации осадков использован алгоритм DW распознавания образов, основанный на анализе соотношения условных вероятностей разных классов [5]. Значения предиктантов вычисляются по уравнениям, построенным по методу группового учета аргументов (МГУА) [4]. В качестве предикторов выступают модельные параметры, отражающие термобарическое состояние и увлажнение атмосферы. В базовый список также входят значения изменений, лапласианов, градиентов этих параметров.

Полная версия технологической линии, получившей название WSIBMZ, включает все необходимые для производства прогнозов этапы:

1. выборка исходных фактических данных из оперативных баз данных с подключением алгоритмов контроля и восстановления;
2. выборка данных гидродинамических моделей;
3. определение текущего периода года и выбор соответствующих методических алгоритмов;

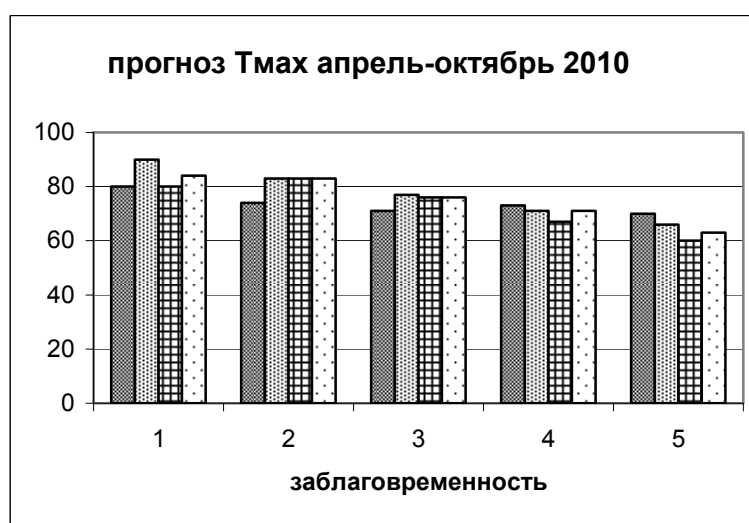
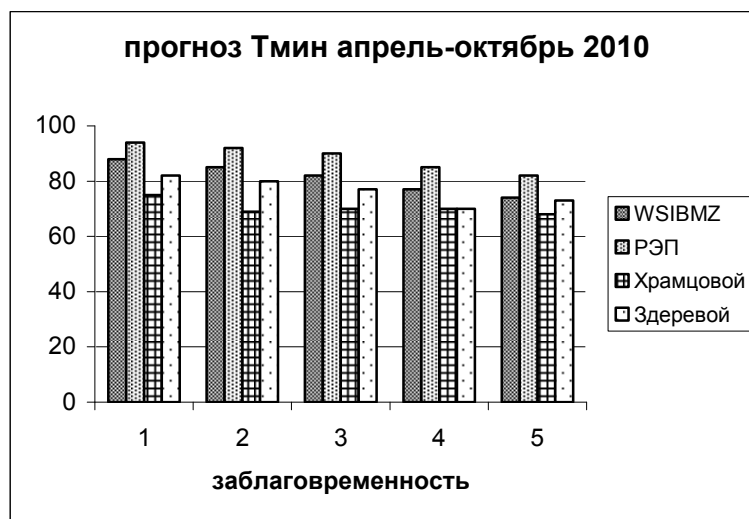
4. расчет прогнозов;
5. форматирование выходной продукции для различных пользователей: таблицы, телеграммы, файлы для оценок;
6. представление результатов в ГИС;
7. оценки прогнозов.

В период проведения испытаний (в течение всего 2010 года) результаты прогнозов испытываемым методом ежедневно поступали в оперативном режиме в утренние часы. Прогностические и фактические данные метеопараметров для испытаний представлены по метеостанциям, относящимся к административным единицам территории: по Новосибирской – 37, Томской – 23, Кемеровской области – 21, Алтайскому краю – 32, Ханты-Мансийскому автономному округу – 27 станций. Ежемесячно автоматизировано рассчитывались оценки прогнозов согласно Наставлению [8] и Методическим указаниям [7].

Средняя оправдываемость прогнозов за весь период для минимальной и максимальной температур на первые сутки составляет 73 и 78 % соответственно. Если рассмотреть оценки по территориям в сравнении (рис. 1), то ниже всего они в Кемеровской области, где прогнозирование элементов погоды по всем имеющимся методам затруднительно из-за сложной орографии. Наиболее низкие оценки оправдываемости зимой (ниже 50 % в феврале), наиболее высокие – летом (до 88–90 %). Средняя арифметическая ошибка прогнозов показывает занижение температуры (до  $-3^{\circ}\text{C}$ ) по всей территории Сибири в январе и феврале, особенно сильное в Кемеровской области (до  $-5^{\circ}\text{C}$ ). Летом (в пределах  $10^{\circ}\text{C}$ ) завышается дневная температура. В остальные периоды года систематическая ошибка мала.

Наибольший интерес представляют результаты сравнения качества прогнозов экстремальной температуры (минимальной и максимальной) испытываемым методом и по другим схемам: по схеме РЭП (ФГБУ «Гидрометцентр России»), по региональным разработкам, внедренным в оперативную практику ранее (авторы – И.Г. Храмцова [11], М.Я. Здерева [2, 3]).

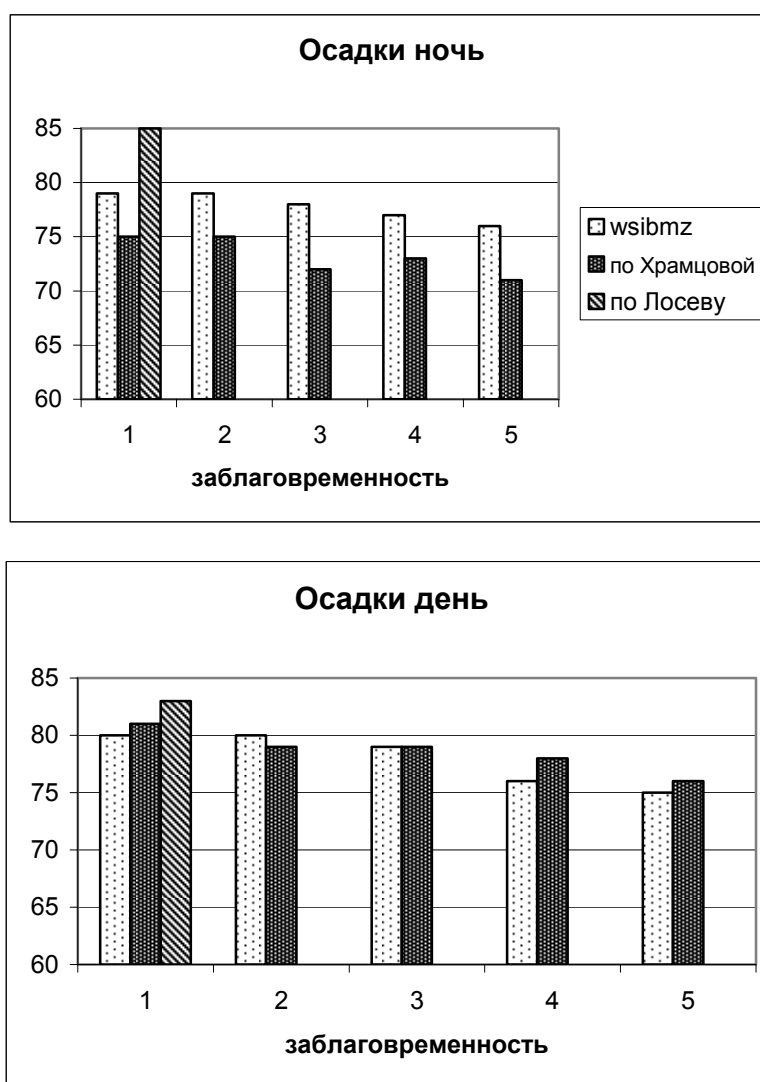
Как видно из рис. 2, качество прогнозов минимальной температуры испытываемым методом выше, чем по более ранним разработкам ФГБУ «СибНИГМИ», но ниже, чем по схеме РЭП. Точность прогнозов максимальной температуры по испытываемому методу на первые трое суток уступает точности прогнозов по уже внедренным методам, однако на 4-5 сутки качество прогнозов выравнивается по всем подходам, испытываемый метод даже показывает более высокие показатели оправдываемости.



**Рис. 2. Средняя оправдываемость прогнозов минимальной и максимальной температуры по Новосибирску.**

За период испытания схемы WSIBMZ (в течение 2010 года) для каждой области (края) было произведено 345 расчетов прогнозов осадков заблаговременностью от 1 до 5 суток с детализацией по пунктам и по полусуткам. Качество прогнозов на 1–4-е сутки не изменяется в зависимости от заблаговременности и заметно снижается на 5 сутки, когда из базовой для прогноза информации исключаются данные УКМО (заблаговременность прогнозов до 96 ч). Минимальные оценки оправдываемости прогноза факта выпадения осадков на испытываемой территории получены в мае, в основном на уровне 60–66 %, а в Кемеровской области и в Алтайском крае еще ниже – 50–56 % (рис. 3). В зимние месяцы по всем областям средняя оправдываемость прогноза осадков максимальна. В январе в большинстве пунктов Новосибирской области и Алтайского края она близка к 100 %. В остальные месяцы оправдываемость прогнозов факта выпадения осадков варьирует в пределах 65–75 %, а по количеству осадков – в пределах 70–85 %. Сравнение результатов с прогнозами по

предыдущей региональной разработке (автор – И.Г. Храмцова) [9, 10] показало небольшое преимущество при прогнозировании ночных осадков (рис. 4). На первые сутки есть возможность оценить качество нового метода относительно расчетов по региональной гидродинамической модели (автор – В.М. Лосев). В испытываемом периоде средняя оправдываемость прогнозов по гидродинамической модели на 3–6 % выше. Сравнение прогнозов осадков испытываемым методом с оперативными прогнозами синоптиков по конкретным пунктам территории (Томск, Кемерово, Барнаул, Новосибирск) показало примерно равный уровень качества прогноза дневных осадков и более высокую (на 7–14 %) оправдываемость оперативных прогнозов синоптиков на ночное время, как по факту выпадения осадков, так и по количеству – на 2–6 %.



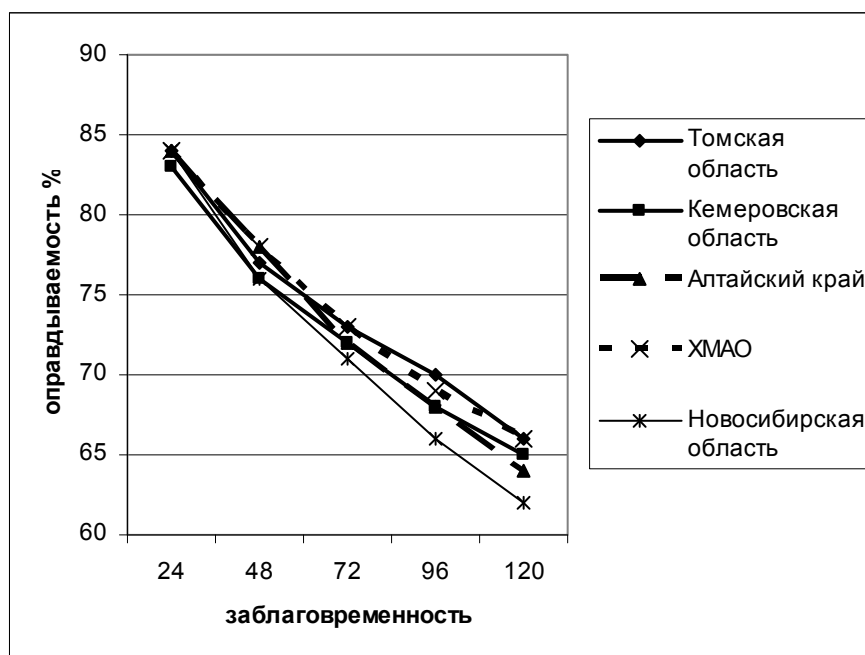
**Рис. 4. Средняя оправдываемость прогнозов осадков по территории Западной Сибири за 2010 год.**

Расчет прогностических значений показателя Нестерова (показателя пожароопасности) по станциям региона производился на базе прогнозов максимальной температуры воздуха,

дефицита точки росы у поверхности Земли и осадков по схеме WSIBMZ [1]. Оценка прогнозов класса пожарной опасности осуществлялась по Методическим указаниям [6].

Все прогнозы класса пожарной опасности с заблаговременностью 1–5 суток оценивались по истечении срока их действия путем сравнения ожидавшегося и фактически наблюдавшегося классов пожарной опасности за каждый день. При совпадении ожидавшихся и наблюдавшихся классов пожарной опасности прогноз оценивался в 100 %, в случае расхождения прогнозируемой и наблюдавшейся пожарной опасности на один (смежный) класс, прогноз получал оценку 50 %, а при расхождении на два класса и более – 0 %.

Анализ качества прогнозов пожароопасности показал явную тенденцию его понижения с увеличением заблаговременности: от оправдываемости 83–84 % на первые сутки до 62–66 % на пятые сутки (рис. 5).

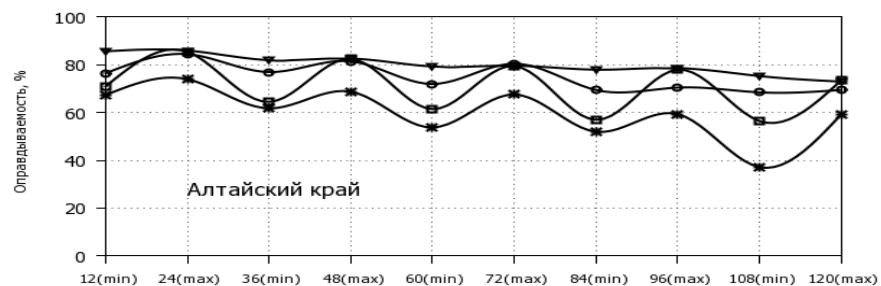
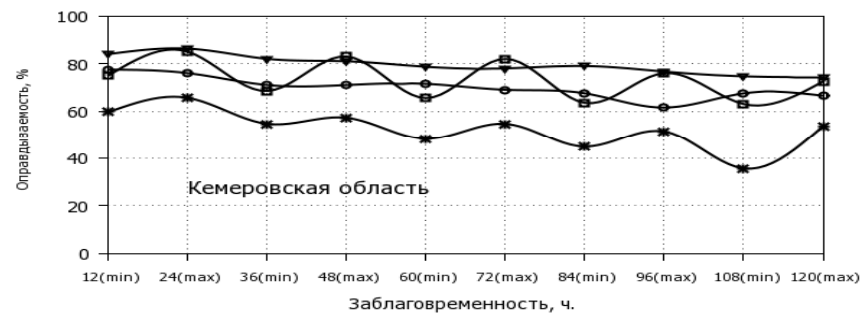
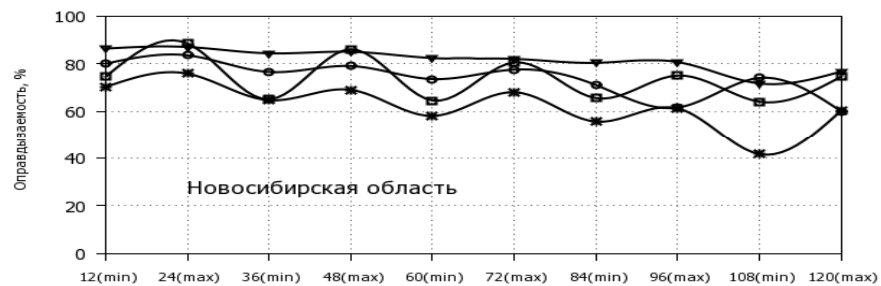
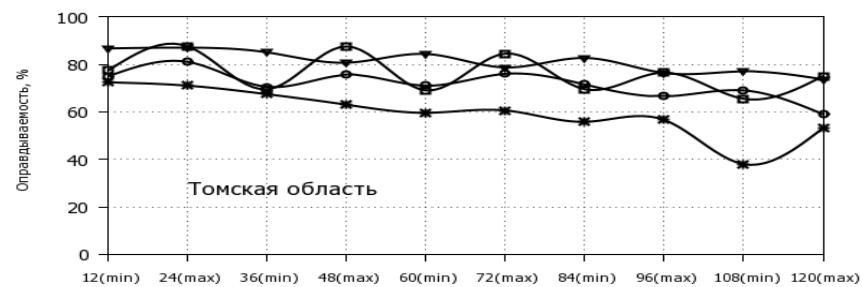
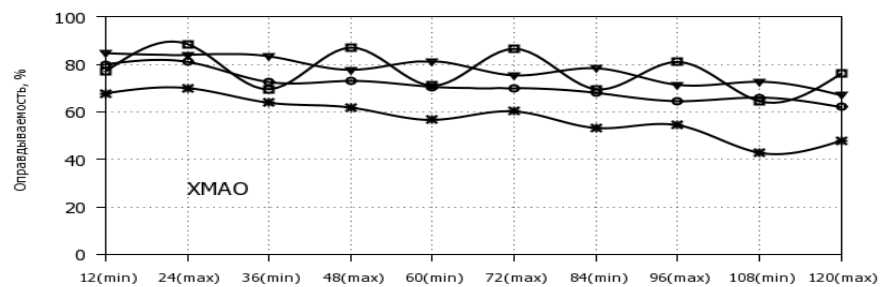


**Рис. 5. Средняя оправдываемость прогнозов пожароопасности по областям региона Западной Сибирь за период май–октябрь 2010 года по схеме WSIBMZ.**

Решением ЦМКП Росгидромета от 21 октября 2011 г. рекомендовано в ЦГМС региона использовать прогнозы экстремальной температуры и осадков, рассчитанные по схеме WSIBMZ, в качестве вспомогательного материала в холодный период года и как основные расчетные, включая показатели пожароопасности, в теплый период года.

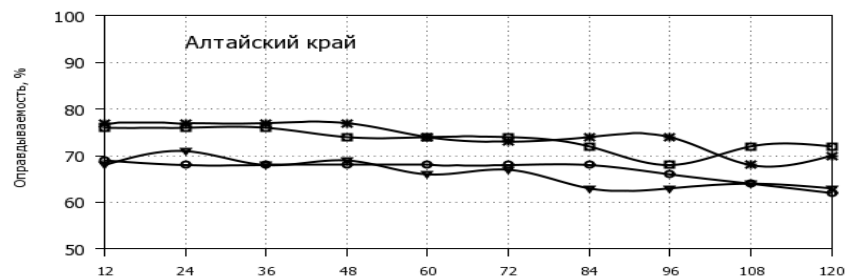
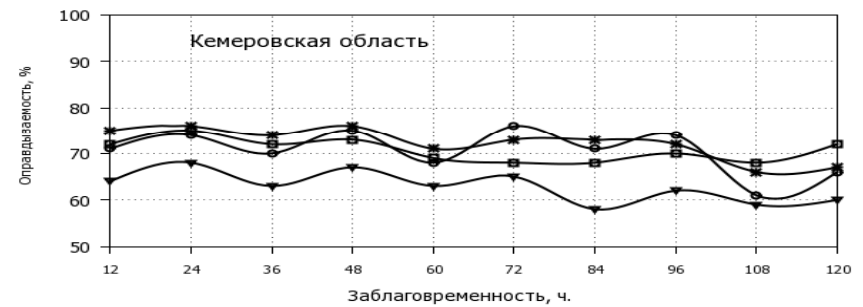
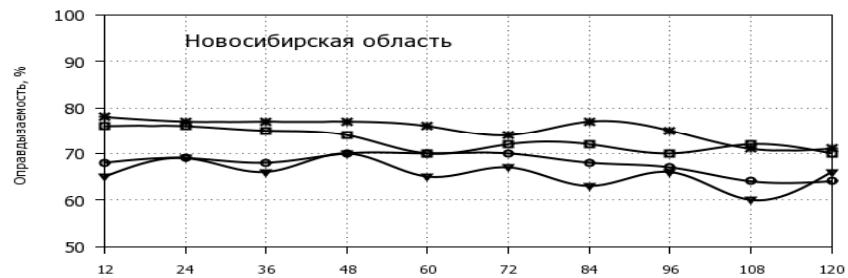
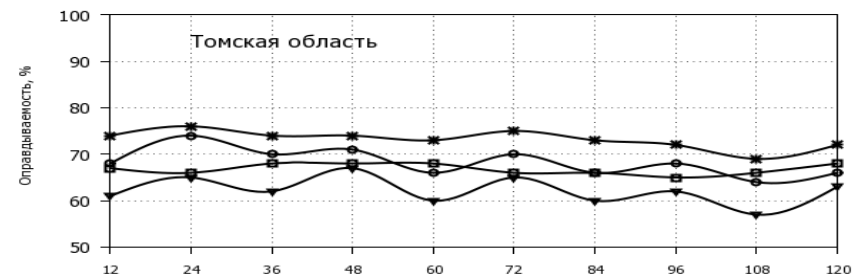
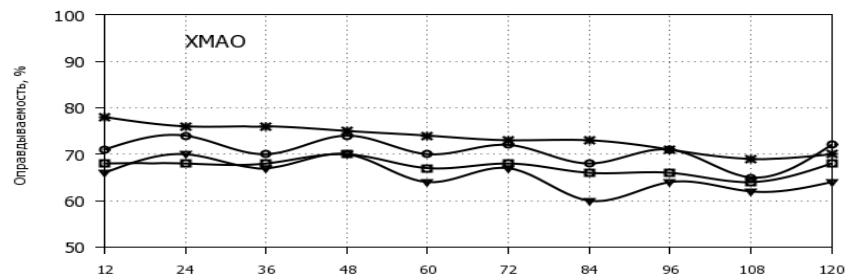
## Список литературы

1. *Здерева М.Я., Виноградова М.В.* Среднесрочный прогноз степени пожарной опасности в лесах по метеорологическим условиям // Метеорология и гидрология. – 2009. – № 1. – С. 16–27.
2. *Здерева М.Я., Токарев В.Г., Торубарова Г.П.* О результатах испытания метода и технологии прогноза температуры воздуха по полусуткам пентады для административных районов Новосибирской области (Новосибирский ЦГМС-РСМЦ, СибНИГМИ) // Информационный сборник № 33. – 2006. – С. 54–66.
3. *Здерева М.Я., Торубарова Г.П., Шустова Г.А.* Физико-статистическая схема прогноза экстремальной температуры воздуха по станциям Новосибирской области на 1-5 суток // Труды СибНИГМИ. – 2006. – Вып. 105. – С. 40–46. [http://sibnigmi.ru/documents/papers\\_v105.pdf](http://sibnigmi.ru/documents/papers_v105.pdf)
4. *Ивахненко А.Г., Юрачковский Ю.П.* Моделирование сложных систем по экспериментальным данным. – М.: Радио и связь, 1987. – 120 с.
5. *Манохин А.Н.* Алгоритм DW для распознавания образов: Пакет прикладных программ ОТЭКС. – Новосибирск: НГУ, 1981. – С. 3–30.
6. Методические указания по прогнозированию пожарной опасности в лесах по условиям погоды. – Гидрометслужба, 1975 г. – 15 с.
7. РД 52.27.284-91. Методические указания. Проведение производственных (оперативных) испытаний новых и усовершенствованных методов гидрометеорологических и гелиогеофизических прогнозов.
8. РД 52.27.724-2009. Наставление по краткосрочным прогнозам погоды общего назначения.
9. *Храмцова И.Г., Прокопьева И.П., Здерева М.Я.* Модель прогноза осадков на 1-5 дней в тёплое полугодие по территории Урала и Сибири // Труды СибНИГМИ. – 1992. – Вып. 100. – С. 167–178.
10. *Храмцова И.Г., Прокопьева И.П., Здерева М.Я., Шустова Г.А.* Прогноз осадков на 1–5 дней по южной половине Урала и Сибири в холодное полугодие // Труды ЗапСибНИГМИ. – 1989. – Вып. 90. – С. 3–12.
11. *Храмцова И.Г., Шустова Г.А.* Схема прогноза температуры воздуха у земли на пять суток для районов Сибири // Труды ЗапСибНИИ Госкомгидромета. – 1986. – Вып. 79 – С.10–22.



Оправдываемость прогнозов температуры WSIBMZ по сезонам:  
 Зима (IX-III) — \*  
 Весна (IV-V) — ○  
 Лето (VI-VIII) — ▼  
 Осень (IX-X) — □

Рис. 1. Средняя оправдываемость прогнозов температуры WSIBMZ по региону Западная Сибирь по сезонам года.



Оправдываемость прогнозов осадков WSIBMZ по сезонам:

- Зима (IX-II) — \*—\*
- Весна (IV-V) — ○—○
- Лето (VI-VIII) — ▽—▽
- Осень (IX-X) — □—□

Рис. 3. Средняя оправдываемость прогнозов осадков WSIBMZ по региону Западная Сибирь по сезонам года.