

Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации

Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды
(Росгидромет)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«СИБИРСКИЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ»
(ФГБУ «СибНИГМИ»)

УДК 551.509.1/5
№ гос. регистрации 01201358975
Инв. №



УТВЕРЖДАЮ

Директор ФГБУ «СибНИГМИ»

д. ф-м. н.

В.Н. Крупчатников

« 27 » декабря 2013 г.

ОТЧЁТ

О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

Оценка результатов использования гидродинамических, динамико-статистических

и статистических методов прогноза

гидрометеорологических явлений

по теме 1.1.11.6

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО В ОБЛАСТИ

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПРОГНОЗОВ РАБОТОЙ СЕТЕВЫХ

ОРГАНИЗАЦИЙ ПО УРАЛО-СИБИРСКОМУ РЕГИОНУ

(заключительный)

Новосибирск 2013

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Отв. исполнитель
зав. лаб. ИТГМО к.ф.-м. н. Хайбуллина Л.С. Хайбуллина (Постановка задачи,
подпись, дата анализ, редактирование
отчёта)

Отв. исполнитель
ст. научн. сотр. Воронина Л.А. Воронина (Постановка задачи.
подпись, дата анализ, написание и
компоновка отчета)

Исполнители темы

Ученый секретарь Бородина О.А. Бородина (Сбор информации,
подпись, дата редактирование отчета)

Зав. ЛАСПГ ОИиНИТ. к.г.н. Здерева М.Я.Здерева (Проведение
подпись, дата методической
инспекции, подготовка
Акта инспекции)

Зав. лаб. ЛИД ИТ к.т.н. Колкер А. Б. Колкер (Проведение
методической инспекции, подготовка
подпись, дата Акта инспекции)

Нормоконтролёр Панькова Т.П. Панькова
подпись, дата

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	7
1. Обзор методов численных моделей, используемых прогнозистами УГМС Урало-Сибирского региона при составлении метеорологических прогнозов	11
2. Обзор методов динамико-статистических и статистических моделей, используемых прогнозистами УГМС Урало-Сибирского региона при составлении гидрологических прогнозов	19
3. Обзор методов динамико-статистических и статистических моделей, используемых агрометеорологами УГМС Урало-Сибирского региона при составлении агрометеорологических прогнозов.....	25
4. Применение информационных технологий при анализе гидрометеорологических данных и доведение гидрометеорологической продукции до потребителей	31
ЗАКЛЮЧЕНИЕ И РЕКОМЕНДАЦИИ	45
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	47
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Краткие содержания гидродинамических, динамико- статистических и статистических методов гидрометеорологических прогнозов, применяемых в УГМС Урало-Сибирского региона.....	50

РЕФЕРАТ

Отчет 107 с., 8 табл., 8 рис., 14 источников, 1 прил.

МОДЕЛИ, МЕТОДЫ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ, ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ И АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПРОГНОЗОВ, ИХ УСПЕШНОСТЬ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ.

По каждому УГМС и ЦГМС-филиалам УГМС Урало-Сибирского региона собрана информация об использовании гидродинамических, динамико-статистических и статистических методов гидрометеорологических прогнозов. Проанализирована их успешность и степень их автоматизации.

Получена информация о технологиях обработки гидрометеорологической информации, эффективности использования и способах доведения ее до потребителей.

Проведены научно-методические инспекции по проверке применения расчетных методов в оперативной работе Гидрометцентра ФГБУ «Иркутский УГМС» и отдела гидрометобеспечения Томского ЦГМС, филиала ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС».

Собраны краткие описания используемых в оперативной работе методов гидрометеорологических прогнозов.

ПЕРЕЧЕНЬ
ОСНОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ, УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ,
ТЕРМИНОВ, СИМВОЛОВ И ЕДИНИЦ ИЗМЕРЕНИЯ

ФГБУ «УГМС»	- Федеральное государственное бюджетное учреждение «Управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»
ЗСУГМС	- ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС»
ЗабУГМС	- ФГБУ «Забайкальское УГМС»
ИркУГМС	- ФГБУ «Иркутское УГМС»
Обь-ИртУГМС	- ФГБУ «Обь-Иртышское УГМС»
ССУГМС	- ФГБУ «Среднесибирское УГМС»
УрУГМС	- ФГБУ «Уральское УГМС»
ЦГМС	- Центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, филиал УГМС
АЦГМС	- Алтайский ЦГМС, филиал ЗСУГМС
Г-АЦГМС	- Горно-Алтайский ЦГМС, филиал ЗСУГМС
КЦГМС	- Кемеровский ЦГМС, филиал ЗСУГМС
ТЦГМС	- Томский ЦГМС, филиал ЗСУГМС
БЦГМС	- Бурятский ЦГМС, филиал Заб.УГМС
Тюм.ЦГМС	- Тюменский ЦГМС, филиал Обь-Ирт.УГМС
Х-М ЦГМС	- Ханты-Мансийский ЦГМС, филиал Обь-Ирт.УГМС
Я-Н ЦГМС	- Ямало-Ненецкий ЦГМС, филиал Обь-Ирт.УГМС
ХЦГМС	- Хакасский ЦГМС, филиал ССУГМС
ЭЦГМС	- Эвенкийский ЦГМС, филиал ССУГМС
Кур.ЦГМС	- Курганский ЦГМС, филиал Ур.УГМС
ПЦГМС	- Пермский ЦГМС, филиал Ур.УГМС
ЧЦГМС	- Челябинский ЦГМС, филиал Ур.УГМС
СибНИГМИ	- ФГБУ «Сибирский региональный научно-исследовательский гидрометеорологический институт»
ВНИИСХМ	- ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной метеорологии»

ДВНИГМИ	- ФГБУ «Дальневосточный региональный научно-исследовательский гидрометеорологический институт»
НИУ	- Научно-исследовательское учреждение Росгидромета
ГМЦ	- Гидрометцентр
ОМП	- Отдел метеорологических прогнозов
ОГП	- Отдел гидрологических прогнозов
ОАП	- Отдел агрометеорологических прогнозов
ОАМП	- Отдел агрометеорологии и агрометеорологических прогнозов
КГЭС	- Красноярская гидроэлектростанция
НГЭС	- Новосибирская гидроэлектростанция
ВСВ	- среднее солнечное время
ПК	- персональный компьютер
ПО	- программное обеспечение
ПС	- программное средство
НИОКР	- научно-исследовательские, опытно-конструкторские работы
НИР	- научно-исследовательская работа
ОЯ	- опасное гидрометеорологическое явление
гг.	- годы
м/с	- метр в секунду
%	- процент
°	- градус
Т°	- температура воздуха
Р _о	- давление на уровне моря
Н	- высота геопотенциала

ВВЕДЕНИЕ

В 2013 году была продолжена работа по научно-методическому руководству сетевыми подразделениями УГМС Урало-Сибирского региона в области гидрометеорологических прогнозов.

В соответствии с планом инспекций Росгидромета, утвержденным руководителем Росгидромета А.В. Фроловым 12.12.2012 г., в течение года учеными и специалистами ФГБУ «СибНИГМИ» были проведены две методические инспекции.

В период с 24 по 26 сентября 2013 года в ФГБУ «Иркутский УГМС» была произведена научно-методическая инспекция и организован методический семинар по использованию оперативной продукции ФГБУ «СибНИГМИ».

Цели инспекции:

- Оценка эффективности функционала ИУС «Погода в реальном времени» (ПРВ) для внутреннего использования синоптическим и гидрологическим отделами.
- Оценка качества обслуживания потребителей метеорологической продукции СГМО.
- Предложения по оптимизации использования метеорологических данных.
- Оценка эффективности использования продукции мезомасштабного моделирования (СибНИГМИ, Западно-Сибирское УГМС, ГМЦ России).

26-27 ноября 2013 г. проведена инспекция по использованию современных технологий и применению расчетных методов в оперативной работе отдела метеорологического обеспечения Томского ЦГМС.

Цель инспекции:

- оценка качества метеорологического обслуживания в Томском ЦГМС;
- анализ представления продукции численного моделирования атмосферы в Томском ЦГМС: типы моделей, виды прогностических полей, оперативность поступления информации;
- знакомство с применением в оперативной работе отдела метеорологического обеспечения продуктов гидродинамического моделирования, выяснение умения эффективно использовать современные технологии и интерпретировать численную прогностическую продукцию;

- перечень расчетных методов прогнозов разных метеоэлементов и явлений погоды, анализ оценок их оправдываемости и предупреденности;
- предложения по использованию численных прогнозов и методов их интерпретации в оперативном гидрометеорологическом обслуживании.

В целях систематизация расчетных методов прогноза по метеорологическим элементам, были проанализированы помещенные в заключительном отчете по теме 1.1.11.6 за 2011-2012 годы краткие обзоры расчетных методов, применяемых в разные сезоны года прогнозистами УГМС Урало-Сибирского региона (табл. 1). Большая часть расчетных методов, используемые прогнозистами при составлении прогноза погоды, разработаны авторами в 60-80-е годы прошлого столетия, не автоматизированы и требуют много времени для расчета. В связи с сокращением в последние два десятилетия наблюдательной аэрологической и метеорологической наблюдательной сети, сокращением штата в синоптических группах, возникают объективные трудности при расчете прогноза метеорологических элементов и явлений погоды по этим методам.

Нередко в целях выполнения Плана испытания и внедрения новых и усовершенствованных методов (технологий) гидрометеорологических и гелиогеофизических прогнозов Росгидромета расчет прогноза метеоэлементов фактически осуществляется синоптиком после составления официального прогноза и выпуска Гидрометеорологического бюллетеня.

В рамках выполнения темы НИР 1.1.11.6 на 2013 год были запланированы оценка результатов использования гидродинамических (численных), динамико-статистических и статистических методов гидрометеорологических прогнозов, подготовка рекомендаций по применению усовершенствованных методов прогноза и по использованию современных информационных технологий при гидрометеорологическом обеспечении пользователей.

Гидрометеорологическое обеспечение потребителей включает в себя предоставление не только метеорологической информации, но и гидрологической и агрометеорологической. Причем чаще крупными предприятиями отдельных отраслей экономики бывает востребована прогностическая гидрологическая и агрометеорологическая информация.

Таблица 1

Перечень расчетных методов, используемых в УГМС Урало-Сибирского региона

№	УГМС	Уральское	Западно- Сибирское	Обь-Иртышское	Средне-Сибирское	Иркутское
	Метод (автор)					
1	ВЕТЕР					
1.1	Е.П. Веселова	+	+	+		+
1.2	Л.И. Снитковский			+		
1.3	В.М. Яркова		+	+		
1.4	И.Г. Храмцова		+			
1.5	И.П. Прокопьева		+			
1.6	Е.Л. Зализняк				+	
1.7	М.А. Мастерских					+
1.8	Г.Д. Решетов					+
1.9	К.Н.Никольский – В.П.Попова				+	
1.10	По барическому градиенту					+
2	ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА					
2.1	М.К.Гилярова		+			+
2.2	П.П. Васильев		+			
2.3	Глазова					+
2.4	М.Я. Здерева		+	+		
2.5	Е.А.Зализняк				+	
2.6	А.С. Зверев	+			+	
2.7	И.Г. Храмцова	+	+			
2.8	Н.Н. Завалишин		+			
2.9	Михалевский	+				
3	ОСАДКИ					
3.1	Бачерин-Туретти			+		
3.2	В.Г. Токарев			+		
3.3	Н.В. Лебедева			+		
3.4	М.Я. Здерева		+			
3.5	М.П. Пономарева		+			
3.6	В.Н. Барахтин	+	+			
	УГМС	Уральское	Западно-Сибирское	Обь-Иртышское	Средне-Сибирское	Иркутское

№	Метод (автор)					
3.7	З.В. Торбина		+			
3.8	К.Н. Никольский				+	
3.9	Орлова	+			+	
3.10	Лаптева	+				
3.11	З.З. Халевидский	+				
НЕБЛАГОПРИЯТНЫЕ, ОПАСНЫЕ ЯВЛЕНИЯ						
4	ГРОЗА					
4.1	Н.В. Лебедева	+		+		
4.2	Г.Д. Решетов	+		+	+	+
4.3	Фауст			+	+	+
4.4	Кокс и Вайтинг	+	+	+		+
4.5	Р.А. Ягудин		+			
5	ШКВАЛ, ГРАД					
5.1	Г.Д. Решетов	+				+
5.2	Лапчев		+			
6	ТУМАН					
6.1	А.С. Зверев	+				
6.2	В.М. Яркова		+			
7	ГОЛОЛЕД					
7.1	Р.А. Ягудин	+	+	+		+
8	МЕТЕЛИ					
8.1	В.Н. Барахтин			+		
9	ЗАМОРОЗКИ					
9.1	Михалевский	+				
9.2	М.Е. Берлянд	+				
9.3	И.Г. Храмцова		+			
9.4	М.Я. Здерва		+			

В целях систематизации расчетных методов численных прогнозов, используемых прогнозистами сетевых прогностических подразделений УГМС Урало-Сибирского региона, была подготовлена анкета и направлена в УГМС. В анкете предлагалось специалистам УГМС отразить все расчетные методы и модели гидрометеорологических прогнозов, которые используются прогнозистами при составлении метеорологических прогнозов, заблаговременность и время получения прогноза, вид связи, а также кем производится расчет и степень доверия к прогнозу. Кроме расчетных методов метеорологических величин, в анкете предложено представить информацию и по используемым методическим гидрологическим и агрометеорологическим прогнозам.

Следует отметить, что на вопросы анкеты ответили все УГМС Урало-Сибирского региона. Специалисты ряда УГМС и ЦГМС заполненные анкеты сопровождали комментариями о возникающих трудностях при их анализе, комплексации, а также пожеланиями о дальнейших возможностях представления и улучшения качества выкладываемой прогностической продукции на сайте ФГБУ «СибНИГМИ».

1 Обзор методов численных моделей, используемых прогнозистами УГМС Урало-Сибирского региона при составлении метеорологических прогнозов

В связи с внедрением в оперативную работу ГИС-технологий, новых и усовершенствованных методов численных прогнозов погоды, как мезомасштабных, так и региональных схем, прогнозисты управлений и центров по гидрометеорологии отдают предпочтение продукции гидродинамических и статистико-динамических прогнозов, которые доступны уже к выпуску официального прогноза. Доступность прогнозов на сайтах НИУ Росгидромета (ФГБУ «Гидрометцентр России» и ФГБУ «СибНИГМИ») в виде синоптических карт и метеограмм с прогнозом атмосферного давления, влажности и температуры воздуха, количества осадков, количества и формы облаков позволяет прогнозисту сократить время на подготовку и анализ методических прогнозов и высвободить время для выпуска официального и специализированного прогнозов.

По сведениям, полученным из присланных анкет, необходимо отметить, что в результате модернизации оперативных (прогностических) подразделений Росгидромета в рамках проекта Росгидромет I, все прогнозисты получили возможность работать в программе «ГИС-метео». Несмотря на то, что в ряде ЦГМС, филиалах УГМС, установлен усеченный вариант ГИС-метео, установка более современных ПК и техническое переоснащение АСПД УГМС и узлов связи ЦГМС расширили доступ синоптика через Интернет к новым видам прогнозов и новым формам визуализации прогностической продукции.

В соответствии с информацией, поступившей из УГМС и ЦГМС Урало-Сибирского региона, все прогнозисты используют возможности ГИС-метео в просмотре продукции ЕЦСПП, Эксетер, Оффенбаха, Вашингтона, Гидрометцентра России в виде прогностических полей геопотенциала, температуры воздуха, влажности (точки росы), направления и скорости ветра на основных барических поверхностях: P_0 , H_{1000} , H_{850} , H_{700} , H_{500} , H_{300} .

Прогностические карты, поступающие в ГИС-метео в коде GRIB (GRID) с данными в узлах сетки являются основными при составлении прогноза погоды синоптическим методом после карт погоды с фактическими данными, поступающими в коде КН-01 (анализ приземный и кольцевые карты) и в коде КН-04 (карты барической топографии). Из опроса синоптиков Урало-Сибирского региона метеограммы, на которых по пункту с интервалом через 3 часа с заблаговременностью до 72-78 часов расписан прогноз давления и температуры воздуха на уровне 2 м, температуры и точки росы на уровне H_{850} , количество осадков, направление и скорость ветра, а также карты анимации полей облачности, осадков и ветра, становятся прогностической информацией, которой доверяют прогнозисты.

В таблице 2 приведены модели и методы метеорологических прогнозов, которые синоптики используют при составлении прогнозов.

На первом месте, по результатам опроса, стоит модель COSMO (Приложение А). Доверие (% оправдываемости) прогнозистов УГМС и ЦГМС Урало-Сибирского региона, которые занимаются оценкой прогнозов, к прогнозу давления на уровне моря, облачности, осадков и ветра составляет от 75-82 % до 85-100 %. Среднесибирское, Уральское УГМС, Ямало-Ненецкий ЦГМС и Тюменский ЦГМС, филиалы Обь-Иртышского УГМС оценку прогнозов COSMO не проводят.

Таблица 2

Применение расчетных гидродинамических, динамико-статистических методов метеорологических прогнозов
в УГМС (ЦГМС) Урало-Сибирского региона

№	Модель, метод прогноза, технология (автор, НИУ)	Элемент прогноза	Форма (вид) полученной информации	Кем производится расчет	Вид связи, получения	Доверие к прогнозу (% доверия, оправдываем.)	УГМС, ЦГМС
1	2	3	4	5	6	7	8
1	COSMO (ГМЦ РФ) 06-78 час.	P _o , V, T °, осадки, облачность	Карты, метеограммы	ЗС РИВЦ, СибНИГМИ ГМЦ России ГМЦ России	Внутрисетевой обмен Электронная почта Электронная почта Сайт СибНИГМИ Сайт ГМЦ РФ Сайт ГМЦ РФ Сайт СибНИГМИ Сайт СибНИГМИ Сайт СибНИГМИ Сайт СибНИГМИ Сайт ГМЦ РФ Сайт СибНИГМИ	80-85 % Ос. 75-82 % T° 50-64 % T °- 75 % P _o , V, T °, осадки, облачность 90-100 % - - - -	ГМЦ, ЦГМС – филиалы ЗСУГМС ГМЦ Обь-ИртУГМС Х-М ЦГМС Я-Н ЦГМС ТюмЦГМС ССУГМС ИркУГМС ЗабУГМС БЦГМС УрУГМС КургЦГМС ПермЦГМС
	12-48 час.			ГМЦ России СибНИГМИ ГМЦ России			
	06-78 час.						

№	Модель, метод прогноза, технология (автор, НИУ)	Элемент прогноза	Форма (вид) полученной информации	Кем производится расчет	Вид связи, получения	Доверие к прогнозу (% доверия, оправдываем.)	УГМС, ЦГМС
2	WSIBMZ (авт. М.Я.Здерера, СибНИГМИ) 24-120 час. Храмцова И.Г. (24-120) М.Я.Здерера, Здерера М.Я. (24-120) Храмцова (24-36 час.) Храмцова (24-120) Храмцова (24-120)	Осадки, Т °, ПО, заморозки Осадки, Т °, V, заморозки Осадки, Т °, ПО, заморозки Осадки, Т °, V, заморозки Осадки, Т °, V, Заморозки, метели	Табличная форма прогноза по станциям По районам по станциям по районам по районам по районам	ЗС РИВЦ	Внутрисетевой обмен Эл. Почта Эл.почта	Ос. 69-75 % Т ° 60-77 % ПО 62-78 % Зам 84-94% 71-81 65-75 80-94 % <50 % Ос.- 47-65 %, Т-74-77 %, V- 87%, Метели-80 %	ЗСУГМС КЦГМС ТЦГМС Обь-ИртУГМС Х-МЦГМС Я-НЦГМС ТюмЦГМС УрУГМС
3	РЭП (авт. П.П. Васильев, ГМЦ РФ) 24-120 час 24-120 24-120 24-120	Т ° (max,min), вероятностный прогноз осадков	Таблица 20 ст. 6 ст. 5 ст.	ГМЦ России	эл. Почте	77-84 % 69-83 % (Т) 82-84 % (ос.) 85 % (Т), 50 % (ос.) Не оценив. 50-70 % 82-91 % (Т), 78-81 % (ос.)	ЗСУГМС (ГМЦЦ, все ЦГМС) Обь-ИртУГМС ГМЦ, ТюмЦГМС ССУГМС, ЗабУГМС УрУГМС

№	Модель, метод прогноза, технология (автор, НИУ)	Элемент прогноза	Форма (вид) полученной информации	Кем производится расчет	Вид связи, получения	Доверие к прогнозу (% доверия, оправдываем.)	УГМС, ЦГМС
4	Региональная гидродинамическая модель прогноза полусуточных сумм осадков (В. М. Лосева, ГМЦ РФ) 36-48 час.	Осадки	Таблица в электронном виде, в виде карт через ПК «Изограф» Анимация	ЗС РИВЦ	Внутрисетевой обмен	66-77%	ЗСУГМС,
		Поле давления, осадки		ГВЦ Росгидромет	Интернет-сайт ГМЦ РФ	86 %	УрУГМС
5.	Модель WRF (ГМЦ РФ) 06-72 час.	Р _о , V, T°, осадки, облачность	Карты, метеограммы в электронном виде	ЗС РИВЦ	Внутрисетевой обмен Сайт СибНИГМИ		ЗСУГМС
6.	Комплексный прогноз ГМЦ РФ по пунктам 12-48 час	Р _о , V, T°, осадки	Метеограмма	ГМЦ России	Интернет		ЗСУГМС, УрУГМС
7.	Комплексный (ансамблевый) прогноз по данным различных атмосферных моделей (Гидрометцентр России)	Р _о , V, T°, осадки		ГМЦ России	Сайт ГМЦ РФ	Тем-ра -90 % Осадки 86 %	
8.	ПЛАВ (авт. М. А. Толстых, ГМЦ РФ) До 72 час	Р _о , V, T°, осадки	Карты, метеограммы, в виде карт через ПК «Изограф» Анимация	СибНИГМИ ЗС РИВЦ	Внутрисетевой обмен		ЗСУГМС, Обь-ИртУГМС
				ГВЦ Росгидромета	Сайт ГМЦ РФ	80	УрУГМС

№	Модель, метод прогноза, технология (автор, НИУ)	Элемент прогноза	Форма (вид) полученной информации	Кем производится расчет	Вид связи, получения	Доверие к прогнозу (% доверия, оправдываем.)	УГМС, ЦГМС
9.	Прогноз среднесуточной температуры по пунктам (М.М.Еремина и др. Среднесибирское УГМС) 24-72 час	Ср. сут. T°	Таблица	ГМЦ УГМС	Внутрисетевой обмен	81	ССУГМС
10.	Прогноз экстремальных температур по пунктам (В.В.Еремин и др. Среднесибирское УГМС) 24-36 час	Min и max T°	Таблица	ГМЦ УГМС	Внутрисетевой обмен	76	ССУГМС
11.	Прогноз осадков по территории Красноярского края (В.В.Еремин и др. ССУГМС) 24-36 час	Вероятностный прогноз осадков	Таблица	ГМЦ УГМС	Внутрисетевой обмен	79	ССУГМС
12.	Прогноз полей температуры и осадков на сезон с декадной и месячной детализацией по территории Красноярского края республик Хакасия и Тыва. (В.В.Еремин и др. ССУГМС) 1-6 мес.	Температура, количество осадков, декадные, месячные	Таблица	ГМЦ УГМС	Внутрисетевой обмен	67	ССУГМС

В качестве доступа к результатам счета по модели COSMO специалисты используют сайты ГМЦ России и СибНИГМИ, кроме этого в ЗСУГМС и Обь-ИртышУГМС результаты счета по модели COSMO рассылаются по электронной почте из ГМЦ России.

С 2009 года на новом вычислительном кластере ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС» совместно с ФГБУ «СибНИГМИ» рассчитываются прогнозы по численным моделям COSMO, WRF и ПЛ-АВ. По модели COSMO шаг сетки составляет 14 км. Результаты расчета выкладываются на сайт СибНИГМИ в разделе «продукция». В рамках выполнения тем НИР учеными СибНИГМИ создана новая форма метеограммы, которая, по мнению синоптиков ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС», более удобна в использовании, чем метеограмма ГМЦ России. Синоптики Западно-Сибирского УГМС результаты счета по моделям получают по внутри сетевому обмену, что сокращает время на доступ к информации, и несколько увеличивает время на подготовку официального прогноза погоды.

На сайте ФГБУ «СибНИГМИ» в разделе «продукция» размещены метеограммы по станциям УГМС Урало-Сибирского региона в соответствии с заявками, поступившими от УГМС. Ввиду отсутствия заявки от Тюменского ЦГМС, филиала ФГБУ «Обь-Иртышского УГМС» со списком станций, по которым формируются метеограммы, на сайте СибНИГМИ отсутствуют метеограммы по станциям этого ЦГМС.

На втором месте по доступности для всех УГМС и ЦГМС стоит прогноз максимальной и минимальной температуры воздуха и вероятного количества осадков по модели РЭП (Приложение А) с заблаговременностью до 5 суток (П.П. Васильев, ГМЦ России). Прогноз в УГМС поступает по каналам АСПД. У прогнозистов Урало-Сибирского региона большая степень доверия к этим прогнозам. Оценки оправданности прогноза температуры воздуха, которые были предоставлены в таблицах, изменяются от 77 до 91 %. Прогнозы по модели РЭП передаются в УГМС по областным центрам. Наибольшее количество прогнозов по двадцати станциям, в соответствии со специальной заявкой от начальника управления на имя директора Гидрометцентра России, поступает в ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС». Кроме средней оценки успешности этих прогнозов, прогнозисты ЗСУГМС считают абсолютную ошибку прогноза максимальной и минимальной температуры воздуха.

Величина этой ошибки чаще меньше абсолютной ошибки официального прогноза максимальной и минимальной температуры воздуха, что позволяет прогнозистам с большой степенью доверия относиться к прогнозам температуры воздуха по модели РЭП.

Ряд УГМС Урало-Сибирского региона: Западно-Сибирское, Обь-Иртышское и Уральское при составлении прогнозов общего пользования используют прогнозы динамико-статистического метода по районам территорий: температуры воздуха на 1-6 суток (минимальной, максимальной, средней), количества осадков и метелей на 1-5 суток, разработанного Храмцовой И.Г. (ФГБУ «СибНИГМИ») в восьмидесятые годы прошлого столетия. Расчет прогнозов осуществляется вычислительным центром ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС» и передается в управления по каналам связи (АСПД). Успешность этих прогнозов составляет: осадки 47-65 %, температура воздуха 74-77 %, ветер 81-87 %, метели 80 %.

Разработанные и усовершенствованные в девяностые годы прошлого столетия и в первом десятилетии текущего столетия методы прогноза преобладающей скорости ветра по 57 станциям Урало-Сибирского региона, сильного ветра по районам территорий, максимальной и минимальной температуры воздуха, количества осадков и класса пожарной опасности по всем станциям Западно-Сибирского УГМС и Ханты-Мансийского ЦГМС, филиала Обь-Иртышского УГМС, (М.Я.Здерева, ФГБУ «СибНИГМИ») после положительных результатов испытаний используются синоптиками в качестве основного методического прогноза метеоэлементов при составлении прогнозов общего пользования и специализированных прогнозов (Приложение А). Расчет прогнозов осуществляется вычислительным центром ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС». Успешность прогнозов по станциям колеблется от 60-77 % (осадки, температура воздуха и класс пожарной опасности) до 80-94 % (заморозки).

В двух УГМС: Западно-Сибирском и Уральском, при составлении прогноза осадков большое внимание уделяют прогнозу сумм осадков по гидродинамической модели В.М.Лосева (ГМЦ России). В Западно-Сибирском УГМС в рамках выполнения региональной темы совместно с автором метод был доработан, и на выходе получается прогноз полусуточных сумм осадков по станциям управления. Прогноз считается на ВЦ ЗСУГМС, кроме этого прогноз осадков и поля давления

прогнозист может посмотреть с помощью комплекса «ПРОМЕТЕЙ» и ПО «Изограф», а также в виде анимации на сайте ГМЦ России, что позволяет ему лучше представить развитие синоптического процесса. Успешность прогноза количества осадков по станциям Западно-Сибирского УГМС составляет 66-77 %; в Уральском УГМС степень доверия к прогнозу осадков выше, 86 %.

В Среднесибирском УГМС разработаны методы: прогноз среднесуточной температуры воздуха по пунктам на 24-72 часа, экстремальных температур воздуха по пунктам на 24-36 часов, осадков по территории Красноярского края на 24-36 часов, полей температуры и осадков на сезон (1-6 месяцев) с декадной и месячной детализацией по территории Среднесибирского УГМС (В.В.Еремин, ФГБУ «Среднесибирское УГМС»). Эти методы применяются прогнозистами при составлении прогнозов и консультаций. Успешность прогнозов на 24-36 и 24-72 часа составляет 76-81 %, сезонного прогноза 67 %.

В качестве консультативных прогнозов прогнозисты всех управлений используют прогнозы (метеограммы, анимационные карты с полями давления, осадков, ветра, облачности, температуры воздуха), размещенные на сайте ГМЦ России (комплексный ансамблевый прогноз, ПЛ АВ. Приложение А), на сайтах зарубежных метеослужб: ЕЦСПП, УКМО, NSEP, JMA, NRK.

При составлении прогноза погоды на декаду прогнозисты Гидрометцентра ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС» используют синоптический метод, подбирают год-аналог. Прогноз температуры воздуха на декаду, в том числе аномалии температуры воздуха на декаду, составляется с учетом прогноза аномалии температуры воздуха на декаду ГМЦ России (П.П. Васильев, Приложение А) и с учетом прогноза аномалии температуры воздуха на пентаду и декаду (И.Г. Храмцова ФГБУ «СибНИГМИ»).

При составлении долгосрочных прогнозов-консультаций используются прогнозы на сезон ГМЦ России, ГГО, ААНИИ, СибНИГМИ.

2 Обзор методов динамико-статистических и статистических моделей, используемых прогнозистами УГМС Урало-Сибирского региона при составлении гидрологических прогнозов

Внедрение современных персональных компьютеров, новых технологий в области гидрологических прогнозов позволило и гидропрогнозистам УГМС Урало-Сибирского региона, которые отвечают за составление прогнозов развития половодья, максимальных уровней воды, притока воды в водохранилища, установления и разрушения ледоставов на реках бассейна ответственности каждого УГМС, перейти на другой уровень подготовки гидрологических прогнозов и обеспечения потребителей.

В таблице 3 приведены модели и методы гидрологических прогнозов, которые гидрологи-прогнозисты УГМС используют при составлении консультаций, прогнозов о гидрологическом режиме рек, водохранилищ территории ответственности.

В последние годы благодаря финансированию раздела региональных тем НИР в планах НИОКР Росгидромета с 2007 по 2013 годы, было разработано и усовершенствовано немало методик гидрологических прогнозов. Непосредственное участие специалистов гидрологов УГМС в выполнении этих тем позволило повысить успешность гидрологических прогнозов, и как следствие качество обслуживания потребителей гидрологической информации о состоянии водного режима рек и прогнозе его развития.

С большой степенью доверия (81-92 %) гидропрогнозисты ЗСУГМС, ССУГМС, ЗаБУГМС, Обь-ИртУГМС относятся к методу прогноза ежедневных и максимальных уровней воды с заблаговременностью до 7 суток в период открытого русла на реках бассейна Обь, Енисей, Амур (Приложение А).

Метод прогноза максимальных уровней весеннего половодья на реках бассейна Оби и Енисея позволяют прогнозистам ЗСУГМС и ССУГМС с заблаговременностью 1-2 месяца составить прогноз возможных достижений уровней воды на реках опасных отметок. Средняя оценка успешности таких прогнозов составляет 65-85 %.

Большое значение для работы ГЭС и водозаборных сооружений имеют прогнозы притока воды в водохранилища: кварталный, месячный, декадный и ежедневный. Разработанные учеными СибНИГМИ и специалистами УГМС, в том числе в рамках региональных тем НИР, методы этих прогнозов позволили улучшить качество обслуживания предприятий Обского и Енисейского бассейновых управлений и РусьГидро.

Таблица 3

Применение расчетных динамико-статистических, статистических методов гидрологических прогнозов
в УГМС (ЦГМС) Урало-Сибирского региона

№	Модель, метод прогноза, технология (автор, НИУ)	Элемент прогноза, заблаговременность	Форма (вид) полученной информации	Кем производится расчет	Вид связи, получения	Доверие к прогнозу (% доверия, оправдываем.)	Где применяется, УГМС, ЦГМС
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Метод прогноза ежедневных уровней воды в период открытого русла - на реках бассейна Обь, - на реках Абакан, Туба, Кача, - максимальных уровней воды на реке Онон - максимальных уровней на реках бассейна Оби (Д.А. Бураков, СибНИГМИ, ССУГМС)	Ежедневные уровни Ежедневные уровни Максимальные уровни Максимальные уровни (7 суток)	Числовые значения уровней по пунктам	ОГП ГМЦ ОГП ГМЦ ОГП ГМЦ ОГП ГМЦ	ПК ОГП ПК ОГП ПК ОГП ПК ОГП	81 – 92 % 88 % 85 % 85 %	ЗСУГМС ССУГМС ЗабУГМС Обь-ИртУГМС
2.	Метод прогноза ежедневного притока воды в водохранилища Енисейских ГЭС (Д.А. Бураков и др., ССУГМС, СибНИГМИ)	Приток воды в водохранилища (до 7 суток)	Числовое значение среднее за расчетный интервал	ОГП ГМЦ	ПК ОГП ГМЦ	92 %	ССУГМС
3.	Модель прогноза максимальных уровней весеннего половодья на р.Обь и ее притоках на рр. Енисей, Тасеева, П. Тунгуска, Ангара, Абакан (Д.А. Бураков, ССУГМС, СибНИГМИ)	Максимальные уровни воды, (1-2 месяца)	Числовые значения уровней по пунктам	ОГП ГМЦ ОГП ГМЦ	ПК ОГП ГМЦ ПК ОГП ГМЦ	50 – 81 % 85 %	ЗСУГМС ССУГМС
4.	Метод долгосрочных прогнозов притока воды к Новосибирскому водохранилищу и ледовых явлений на реках бассейна Оби» (авт. К.ф.м.н. В.В.Еремин, СибНИГМИ).	Декадный, месячный, квартальный приток к створу НГЭС, дата установления ледостава и вскрытия (1-9 месяцев)	Числовые значения притока воды к створу НГЭС, табличная форма прогноза по пунктам	ССУГМС	Электронная почта	Приток 13 – 56 %, сроки вскрытия рек – 81 %, дата начала ледообразования – 62 %	ЗСУГМС

№	Модель, метод прогноза, технология (автор, НИУ)	Элемент прогноза, заблаговременность	Форма (вид) полученной информации	Кем производится расчет	Вид связи, получения	Доверие к прогнозу (% доверия, оправдываем.)	Где применяется, УГМС, ЦГМС
5.	Метод долгосрочного прогноза расхода воды р. Обь – г. Барнаул и притока воды в Новосибирское водохранилище во 2 – 3 кв. (авт. Л. Н. Романов, Е. Г. Бочкарёва, СибНИГМИ).	Месячный и квартальный расход воды на р. Обь – г. Барнаул и приток к створу НГЭС (1-3 месяца)	Табличная форма прогноза (бумажный носитель)	СибНИГМИ	нарочно	65 – 76 %	ЗСУГМС
6.	Метод прогноза декадного притока воды в водохранилища Енисейских ГЭС (Д.А. Бураков и др., ССУГМС, СибНИГМИ)	Приток воды в водохранилище 10 суток	Числовое значение среднее за расчетный интервал	ОГП ГМЦ	ПК ОГП	82 %	ССУГМС
7.	Метод прогноза месячного и квартального притока воды в водохранилища Енисейских ГЭС (Д.А. Бураков и др., ССУГМС, СибНИГМИ)	Приток воды в водохранилище 30 суток, 3 месяца	Числовое значение среднее за расчетный интервал	ОГП ГМЦ	ПК ОГП	67 %	ССУГМС
8.	Метод прогноза ежедневных уровней воды в период открытого русла на рр. Абакан, Туба, Кача (Д.А. Бураков и др., ССУГМС, СибНИГМИ)	Уровень воды на 08 утра местного времени 7 суток	Числовые значения уровней по пунктам	ОГП ГМЦ	ПК ОГП	88 %	ССУГМС
9.	Метод долгосрочного прогноза ледовых явлений на реках Енисейского бассейна (В.В.Еремин, ССУГМС)	Даты вскрытия, ледообразования, ледостава 2-3 месяца	Таблица	ОГП ГМЦ	Сервер УГМС	67-83 %	ССУГМС
10.	Метод краткосрочного прогноза дождевых паводков на реках бассейна Шилки (Л.Н.Трофимец, Т.И.Москвич, Хабаровск, 1985)	Уровни воды 1 сутки	Числовые значения уровней по пунктам	ОГП ГМЦ	ПК ОГП ГМЦ	72-97 %	ЗаБУГМС
11.	Метод краткосрочного прогноза максимальных расходов (уровней) воды дождевых паводков на реках Забайкалья	Максимальные уровни воды	Числовые значения уровней по пунктам	ОГП ГМЦ	ПК ОГП ГМЦ	90-96 %	ЗаБУГМС

№	Модель, метод прогноза, технология (автор, НИУ)	Элемент прогноза, заблаговременность	Форма (вид) полученной информации	Кем производится расчет	Вид связи, получения	Доверие к прогнозу (% доверия, оправдываем.)	Где применяется, УГМС, ЦГМС
	(З.Д.Мельникова, ДВНИГНИ, 1974)	1 сутки					
12.	Методика условий формирования дождевых паводков на р. Чара у с. Чара(О.А.Большакова, ЗаБУГМС, 1983)	Уровни воды 1 сутки	Числовые значения уровней по пунктам	ОГП ГМЦ	ПК ОГП ГМЦ	75 %	ЗаБУГМС
13.	Прогноз уровней воды в период дождевых паводков на р. Хилок у г. Хилок (Е.М.Сапожникова, ЗаБУГМС, 1988)	Уровни воды 1 сутки	Числовые значения уровней по пунктам	ОГП ГМЦ	ПК ОГП ГМЦ	85 %	ЗаБУГМС
14.	Прогноз гидрографа дождевых паводков на основе трансформации осадков (Р.В.Луговая, ЗаБУГМС, 1973)	Уровни воды 1 сутки	Числовые значения уровней по пунктам	ОГП ГМЦ	ПК ОГП ГМЦ	67 %	ЗаБУГМС
15.	Усовершенствованный метод расчета прогнозов полезного притока оз. Байкал на 3 квартал Завалишин Н.Н.	Полезный приток 1 сутки	Числовые значения	ОГП ГМЦ	ПК ОГП ГМЦ	70 %	ИркУГМС
16.	Метод долгосрочного прогноза сроков вскрытия рек бассейна Тобола (ГМЦ России)	Даты вскрытия рек (10-30 суток)	Числовые значения	ГМЦ России	Электронная почта	На испытании	УрУГМС

Примечание - Долгосрочные прогнозы высших и низших уровней воды для рек Обь-Иртышского бассейна (Обь-ИртУГМС) составляются по методикам, выпущенным с 1970 по 1985 гг., а долгосрочные прогнозы ледовых явлений (сроков вскрытия и появления плавучего льда) по методикам, разработанным в 1956-1972 гг.

В ФГБУ «Среднесибирское УГМС» внедрены методы прогнозов притока воды в водохранилища Енисейских ГЭС: ежедневного притока с заблаговременностью до 7 суток, декадного с заблаговременностью 10 суток, месячного и квартального с заблаговременностью от 1 до 3 месяцев (Д.А.Бураков и др., ССУГМС и СибНИГМИ). Успешность прогнозов составляет 92 %, 82 % и 67 % соответственно (Приложение А).

Долгосрочный (декадный, месячный, квартальный) прогноз притока воды в Новосибирское водохранилище с заблаговременностью 1-9 месяцев внедрен в отделе гидрологических прогнозов Гидрометцентра ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС» (В.В.Еремин, СибНИГМИ). Несмотря на то, что успешность прогноза притока воды в Новосибирское водохранилище по этому методу не высока, составляет в среднем всего 13-56 %, этот метод решением Технического совета УГМС внедрен в оперативную работу гидропрогнозистов в качестве консультативного.

В рамках выполнения региональной тематики плана НИОКР Росгидромета учеными СибНИГМИ (Л.Н. Романов, Е.Г. Бочкарева) совместно с прогнозистами – гидрологами Гидрометцентра ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС» был разработан метод долгосрочного прогноза расхода воды на р. Обь (ГП Барнаул) и притока воды в Новосибирское водохранилище во 2-3 квартале. Метод внедрен в ОГП ГМЦ ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС». Расчет производится СибНИГМИ с заблаговременностью 1-3 месяца, успешность прогноза составляет 65-76 %.

Не менее важным для работников речного флота являются прогнозы ледовых явлений (вскрытие рек и установление ледостава) на реках Енисейского и Обского бассейнов (В.В.Еремин, ССУГМС и СибНИГМИ). Заблаговременность прогноза для рек Енисейского бассейна составляет 2-3 месяца, для рек Обского бассейна от 1 до 9 месяцев. Прогнозы внедрены в Гидрометцентрах ССУГМС и ЗСУГМС.

Прогноз вскрытия рек бассейна Тобола с заблаговременностью 10-30 суток, разработанный в ГМЦ России, проходит испытание в отделе гидропрогнозов ГМЦ ФГБУ «Уральское УГМС».

Важным гидрологическим прогнозом, особенно в период половодья, является прогноз максимальных расходов воды дождевых паводков. Прогнозы максимальных расходов воды дождевых паводков на реках бассейна Шилки (Л.Н. Трофимец, Т.И. Москвич, Хабаровск, 1985 г.), на реках Забайкалья (З.Д. Мельникова, ДВНИГМИ,

1974 г.), на реках Чара и Хилок (ЗабУГМС, О.А. Большакова, 1983 г., и Сапожникова, 1988 г.) внедрены в оперативную работу ФГБУ «Забайкальского УГМС». Методы разработаны в 70-е и 80-е годы прошлого столетия, автоматизированы, расчет производится на ПК в ОГП ГМЦ, и ввиду их высокой успешности, 72-97 %, они используются при составлении прогнозов с небольшой заблаговременностью (1 сутки), в том числе при составлении прогнозов ОЯ.

Не менее важным является прогноз полезного притока воды в озеро Байкал на 3 квартал. Метод разработан в СибНИГМИ (Н.Н. Завалишин), автоматизирован. Расчет осуществляется на ПК в ОГП ГМЦ ФГБУ «Иркутское УГМС». Успешность метода составляет 70 %. На 2014-2015 гг. запланировано проведение испытания метода долгосрочного прогноза максимальных уровней воды для р. Бирюса – г.Бирюсинск, п. Шиткино и р. Лена – п. Жигалово, г. Усть-Кут, с.Змеиново, включая уровни воды заторного происхождения. Метод был разработан в рамках выполнения региональной НИР по теме 1.7.49 совместно с Бураковым Д.А. (ФГБУ «СибНИГМИ).

Долгосрочные прогнозы высших и низших уровней воды для рек Обь-Иртышского бассейна (Обь-ИртУГМС) составляются по методикам, выпущенным с 1970 по 1985 гг., а долгосрочные прогнозы ледовых явлений (сроков вскрытия и появления плавучего льда) по методикам, разработанным в 1956-1972 гг.

Необходимо отметить, что все перечисленные методы полностью автоматизированы, считаются на ПК специалистами ГМЦ, что значительно сократило время на подготовку специализированных гидрологических прогнозов.

3 Обзор методов динамико-статистических и статистических моделей, используемых агрометеорологами УГМС Урало-Сибирского региона при составлении агрометеорологических прогнозов

В последние два десятилетия уделяется большое внимание в области агрометеорологических прогнозов расчетным динамико-статистическим и статистическим методам прогноза урожайности зерновых и зернобобовых культур. Методы агрометеорологических прогнозов, применяемых в УГМС Урало-Сибирского региона, приведены в таблице 4.

Таблица 4

Применение расчетных динамико-статистических, статистических методов агрометеорологических прогнозов
в УГМС (ЦГМС) Урало-Сибирского региона

№	Модель, метод прогноза, технология (автор, НИУ)	Элемент прогноза, заблаговременность	Форма (вид) полученной информации	Кем производится расчет	Вид связи, получения	Доверие к прогнозу (% доверия, оправдываем.)	Где применяется, УГМС, ЦГМС
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Метод оценки агрометеорологических условий формирования и прогноз урожайности яровой пшеницы по Новосибирской, Кемеровской, Томской областям, Алтайскому краю (В.В.Набока, СибНИГМИ)	Среднеобластная урожайность в ц/га 1,5-2 месяца	Числовые значения	ОАП ГМЦ, ОАМ ЦГМС	ПК ОАП ГМЦ ПК ОПМ ЦГМС	84-95 %	ЗСУГМС
2.	Долгосрочный прогноз валового сбора и урожайности зерновых и зернобобовых культур на территории ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС» (В.В. Костюков, Т.В. Старостина, СибНИГМИ)	Среднеобластная урожайность в ц/га 6 месяцев	Числовые значения	ОАП ГМЦ, ОАМ ЦГМС	ПК ОАП ГМЦ ПК ОАМ ЦГМС	60-82 %	ЗСУГМС
3.	Метод прогноза урожайности и валового сбора ярового ячменя на территории ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС» (Т.В. Старостина, СибНИГМИ)	Среднеобластная урожайность в ц/га 1,5-2 месяца	Числовые значения	ОАП ГМЦ, ОАМ ЦГМС	ПК ОАП ГМЦ ПК ОАМ ЦГМС	83-99 %	ЗСУГМС
4.	Метод прогноза урожайности и валового сбора яровой пшеницы по отдельным административным районам Новосибирской области (Т.В. Старостина, СибНИГМИ)	Среднерайонная урожайность в ц/га 1,5 месяца	Числовые значения	ОАП ГМЦ, ЗС РИВЦ	ПК ОАП	80-82 %	ЗСУГМС
5.	Метод прогноза урожайности и валового сбора зерновых и зернобобовых культур по отдельным административным	Среднерайонная урожайность в ц/га 1,5 месяца	Числовые значения	ОАП ГМЦ, ЗС РИВЦ	ПК ОАП	внедрен с 2013 года	ЗСУГМС

№	Модель, метод прогноза, технология (автор, НИУ)	Элемент прогноза, заблаговременность	Форма (вид) полученной информации	Кем производится расчет	Вид связи, получения	Доверие к прогнозу (% доверия, оправдываем.)	Где применяется, УГМС, ЦГМС
	районам Новосибирской области (Т.В. Старостина, СибНИГМИ)						
6.	Метод оценки агрометеорологических условий формирования и прогноз урожайности картофеля по Новосибирской области (В.В.Набока, СибНИГМИ)	Среднеобластная урожайность в ц/га 1,5 месяца	Числовые значения	ОАП ГМЦ, ЗС РИВЦ	ПК ОАП	Внедрен с 2013 года	ЗСУГМС
7.	Прогноз урожайности яровых зерновых, в т.ч. пшеницы, ячменя (ДВНИГМИ)	Средняя краевая урожайность в ц/га, 5 месяцев	Числовые значения	Хабаровский филиал ДВНИГМИ	Канал АСПД	75 %	ЗабУГМС
8.	Прогноз урожайности картофеля (ДВНИГМИ)	Средняя краевая урожайность в ц/га, 5 месяцев	Числовые значения	Хабаровский филиал ДВНИГМИ	Канал АСПД	75 %	ЗабУГМС
9.	Прогноз урожайности яровых зерновых культур (Русакова Т.И., Гончарова Т.А ВНИИСХМ)	Средняя краевая урожайность в ц/га, 1-3 месяца	Числовые значения	ОАМПиАМ ГМЦ ОАМП ГМЦ	ПК ОАМПиАМ ПК ОАМП	90 % 90-98 %	ЗабУГМС ССУГМС
10.	Прогноз урожайности яровой пшеницы (Гончарова Т.А, Т.А.Найдина, ВНИИСХМ)	Средняя краевая (областная) урожайность в ц/га, 1-3 месяца	Числовые значения	ОАМПиАМ ОАМП ГМЦ, ОАМПиА	ПК ОАМПиАМ ПК ОАМП ПК ОАМПиА	90 % Внедрён с 2013 г. 80-100 %	ЗабУГМС ССУГМС УрУГМС
11.	Прогноз урожайности ярового ячменя (Вухова В.Н. ВНИИСХМ)	Средняя краевая урожайность в ц/га, 1-3 месяца	Числовые значения	ОАМПиАМ ГМЦ	ПК ОАМПиАМ	80 -89 %	ЗабУГМС
12.	Прогноз урожайности картофеля пшеницы (Гончарова Т.А,	Средняя краевая, средняя по	Числовые значения	ОАМПиАМ ГМЦ	ПК ОАМПиАМ	89 -99 %	ЗабУГМС

№	Модель, метод прогноза, технология (автор, НИУ)	Элемент прогноза, заблаговременность	Форма (вид) полученной информации	Кем производится расчет	Вид связи, получения	Доверие к прогнозу (% доверия, оправдываем.)	Где применяется, УГМС, ЦГМС
	ВНИИСХМ)	республике урожайность в ц/га, 1 месяц		ОАМП ГМЦ	ПК ОАМП	85-93 %	ССУГМС
13.	Прогноз сроков наступления восковой спелости яровой пшеница с учетом площадей, засеянных в различные сроки (К. В. Кириличева)	Даты наступления восковой спелости (созревания) 1-1,5 месяца	Числовые значения, карты	ОАМП ГМЦ	ПК ОАМП ГМЦ	Не оценивается	ССУГМС
14.	Прогноз сроков цветения сеяных и луговых трав ((Руководство по агрометеорологическим прогнозам)	Даты сроков цветения трав 1 месяц	Числовые значения	ОАМП ГМЦ	ПК ОАМП ГМЦ	90-97 %	ССУГМС
15.	Прогноз теплообеспеченности вегетационного периода, ВНИИСХМ (Лебедева В.М)	Сумма положительных температур за период $T^{\circ} > 10^{\circ}$	Числовые значения по районам	ОАМПИА	ПК ОАМПИА	78-96%	УрУГМС
16.	Прогноз урожайности зерновых и зернобобовых культур в целом по областям Уральского УГМС, ВНИИСХМ (Гончарова Т.А.)	Урожайность в ц/га	Числовые значения	ОАМПИА	ПК ОАМПИА	89-100%	УрУГМС
17.	Прогноз урожайности овса по Свердловской обл. СибНИГМИ	Урожайность в ц/га	Числовые значения	ОАМПИА	ПК ОАМПИА	91-100%	УрУГМС
18.	Прогноз урожайности озимой ржи, ячменя, картофеля ВНИИСХМ (Русакова Т, И., Сухова В.Н. Гончарова Т.А.)	Урожайность в ц/га	Числовые значения	ОАМПИА	ПК ОАМПИА	73-99%	УрУГМС
19.	Прогноз урожайности озимой ржи по Свердловской обл., СИБНИГМИ (Устинова Н.В.)	Урожайность в ц/га	Числовые значения	ОАМПИА	ПК ОАМПИА	84-98%	УрУГМС

Примечание - В ряде УГМС Урало-Сибирского Региона внедрена Технология построения степени увлажнения почв (Свердловская и Новосибирская области), ФГБУ ВНИИСХМ (Гридасов В.Ф.)

Ряд методик позволяет составить не только прогноз урожайности, но и провести оценку агрометеорологических условий. Много методик было разработано в рамках выполнения плана НИОКР Росгидромета по подразделу «Региональная тематика».

Зоны с развитым сельским хозяйством находятся в основном на территории ответственности Уральского, Западно-Сибирского, Среднесибирского, Забайкальского и Обь-Иртышского УГМС, поэтому большинство методов агрометеорологических прогнозов: валового сбора, урожайности зерновых и зернобобовых культур (яровых и озимых), сеянных и многолетних трав разработаны для УГМС и ЦГМС этих территорий.

В производственную деятельность агрометеорологов – прогнозистов ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС» внедрено пять методов прогнозов среднеобластной урожайности зерновых и зернобобовых сельскохозяйственных культур и картофеля, два метода позволяют составить прогноз среднерайонной урожайности (Приложение А). Методы разработаны учеными СибНИГМИ (Т.В. Старостина, В.В. Костюков, В.В. Набока).

В разработке методов, финансирование которых осуществлялось по региональной тематике, принимали участие специалисты Гидрометцентра и ЦГМС, филиалов ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС». Заблаговременность прогнозов составляет 1,5-2 месяца, за исключением долгосрочного прогноза валового сбора и урожайности зерновых и зернобобовых культур по территории Новосибирской и Томской областей (В.В. Костюков, Т.В. Старостина), заблаговременность которого составляет 6 месяцев. Последний прогноз имеет наиболее низкую успешность 60-82 %, все остальные методы имеют успешность прогнозов от 80-82 % до 83-99 %. Расчет прогнозов полностью автоматизирован и производится на ПК отдела агрометеорологических прогнозов Гидрометцентра ФГБУ «Западно-Сибирского УГМС».

В УГМС остальной территории Урало-Сибирского региона при составлении агрометеорологических прогнозов применяются преимущественно методы и модели, разработанные в ФГБУ «ВНИИСХМ» и ФГБУ «ДВНИГМИ».

Агрометеорологи ФГБУ «Забайкальского УГМС» в оперативной работе используют методы прогноза урожайности яровых и зерновых культур и

урожайности картофеля, разработанные учеными ДВНИГМИ с заблаговременностью 5 месяцев. Расчет прогнозов по методам производится в Хабаровске, филиале ДВНИГМИ, по каналам АСПД передается в Забайкальское УГМС. Успешность методов составляет около 75 %.

Шесть методов прогноза урожайности яровых и озимых зерновых и зернобобовых культур и картофеля, применяемых агрометеорологами Забайкальского, Среднесибирского и Уральского УГМС, разработаны во ВНИИСХМ (Т.И. Русакова, Т.А. Гончарова, Т.А. Найдина, В.Н. Сухова). Заблаговременность агрометеорологических прогнозов составляет 1-3 месяца. Расчет прогнозов полностью автоматизирован, расчет производится на ПК в отделах агрометеорологии и агрометеорологических прогнозов. Успешность прогнозов колеблется от 80 до 100 %.

Кроме прогнозов урожайности, востребованы прогнозы сроков цветения сеяных и луговых трав, прогнозы тепло и влагообеспеченности полей в период вегетации. Прогноз сроков цветения сеяных и луговых трав агрометеорологи Среднесибирского УГМС составляют в соответствии с методикой, изложенной в Руководстве по агрометеорологическим прогнозам. Заблаговременность прогноза составляет 1 месяц, успешность его 90-97 %. Метод прогноза автоматизирован специалистами Среднесибирского УГМС и считается на ПК ОАМП Гидрометцентра.

Прогноз теплообеспеченности вегетационного периода разработан в ФГБУ «ВНИИСХМ» (В.М. Лебедева) применяется в Уральском УГМС. Метод автоматизирован, заблаговременность прогноза составляет 1 месяц, успешность- 75-96 %.

В Западно-Сибирском УГМС составляется прогноз запасов влаги на начало весны по территории Западно-Сибири (СибНИГМИ, Э.Г. Рудичева). Весьма востребованным у работников сельского хозяйства является прогноз состояния озимых культур весной к началу вегетации (В.А. Моисейчик). Заблаговременность прогнозов составляет 1-2 месяца, успешность 85-92 %.

Большинство методов, включенных в таблицу А4, полностью автоматизированы, расчет и оценка прогнозов производится агрометеорологами на ПК, но агрометеорологи не исключают и те методы, которые считаются вручную. Методы прогноза урожайности и валового сбора ячменя, овса, картофеля, однолетних

и многолетних естественных трав были разработаны более 30 лет в СибНИГМИ (Т.В. Старостина, Г.И. Гращенкова, М.И. Черникова, Н.В. Устинова). Заблаговременность этих методов 3-4 месяца, успешность их составляет 77-98 %. Прогнозы применяются агрометеорологами Обь-Иртышского УГМС при составлении агрометеорологических прогнозов и консультаций.

4 Применение информационных технологий при анализе гидрометеорологических данных и доведение гидрометеорологической продукции до потребителей

Немалое значение при подготовке прогнозов, анализе информации и доведения ее до потребителей имеют значения информационные технологии, которые используются в УГМС Урало-Сибирского региона.

В Томском ЦГМС, филиале ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС», в ФГБУ «Забайкальское УГМС», «Иркутское УГМС» используется ИС «Погода в реальном времени» (рис. 1), адаптированная специалистами СибНИГМИ для территорий в рамках выполнения региональной тематики Плана НИОКР Росгидромета. ИС с успехом используется специалистами ЦГМС и УГМС для обеспечения гидрометеорологической информацией органов власти, структур МЧС, предприятий автодорожной, речной и энергетической отраслей. Отличительная черта ИС «Погода в реальном времени» доступность, своевременность и обозримость информации, технологическая возможность оперативного принятия адекватных решений на уровне диспетчерских служб управлений (рис. 2, рис. 3).

В рамках проведения испытаний в Западно-Сибирском УГМС, методистами метеорологами Гидрометцентра была отмечена еще одна положительная сторона ИС «Погода в реальном времени», повысилось качество и оперативность в работе с наблюдательной сетью по кодировке телеграмм. При отслеживании оперативной штормовой информации и данных, поступающих в коде КН-01 через ИС «Погода в реальном времени» метеорологи могут проводить визуальный контроль поступающих данных сразу после срока, что повышает их оперативность в работе с наблюдателями станциями по исправлению ошибок в телеграммах (рис. 4).



Быстрый переход

Юг_СФО

- Гидро
- Метео
- Осадки
- Средние
- Ветер
- ПКБ
- Гидробюллетень
- ЛистПКБ

Север_СФО

- Гидро
- Метео
- Осадки
- Ветер
- ПКБ
- Гидробюллетень

Юг_Красноярского_края

- Гидро
- Метео
- Осадки
- Ветер
- Гидробюллетень
- Средние

Север_Красноярского_края

- Гидро
- Гидробюллетень

Прогнозы_табличные

- Прогнозы

Прогнозы:горимость,осадки

- Юг_СФО
- Север_СФО

Гидрологическая сводка: Западная Сибирь. [\[Полный отчет\]](#)

Дата	Значительный рост(падение)	Осталось менее 0.7м	Отметка превышена
27.12 8:00	0 (0)	0	0
26.12 8:00	0 (1)	0	0
25.12 8:00	1 (0)	0	0

Гидрологическая сводка: Красноярский Край. [\[Полный отчет\]](#)

Дата	Значительный рост(падение)	Осталось менее 0.7м	Отметка превышена
27.12 8:00	0 (0)	0	0
26.12 8:00	5 (5)	0	0
25.12 8:00	0 (0)	0	0

Лесные пожары.Регион: Новосибирская область+смежные территории. Данные NASA, спутник Modis [\[Полный отчет\]](#)

Дата	Точек ВВ	Ближе 5км от НП	В пожаро- опасных р-х (*)
26.12 23:59 - 27.12 11:38	0	0	
26.12 0:0 - 27.12 0:0	0	0	
25.12 0:0 - 26.12 0:0	0	0	

Рисунок 1. - ИС «Погода в реальном времени»

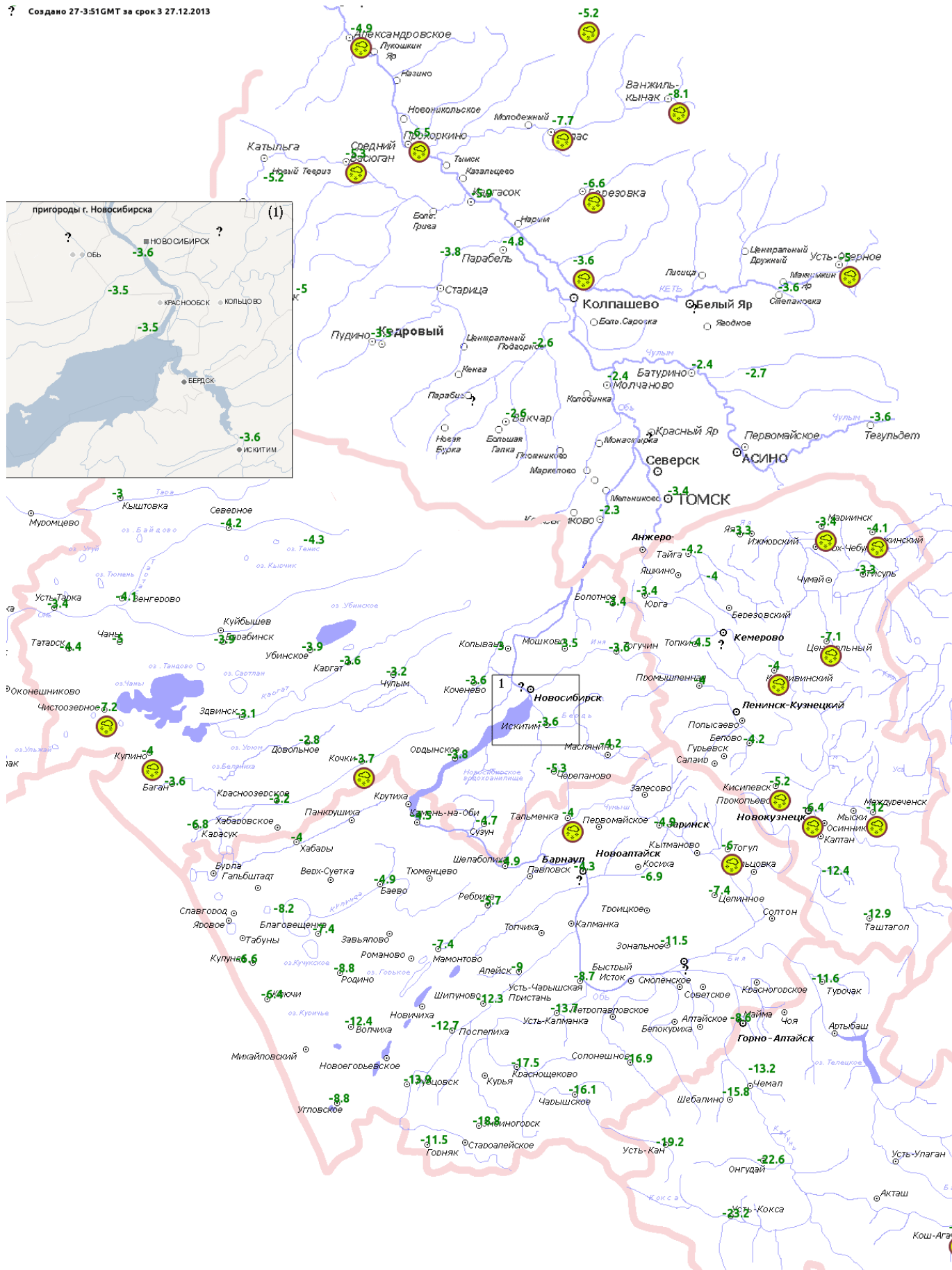


Рисунок 2. - ИС «Погода в реальном времени» (территория ЗСУГМС)

Создано 27-3:51GMT за срок 3 27.12.2013

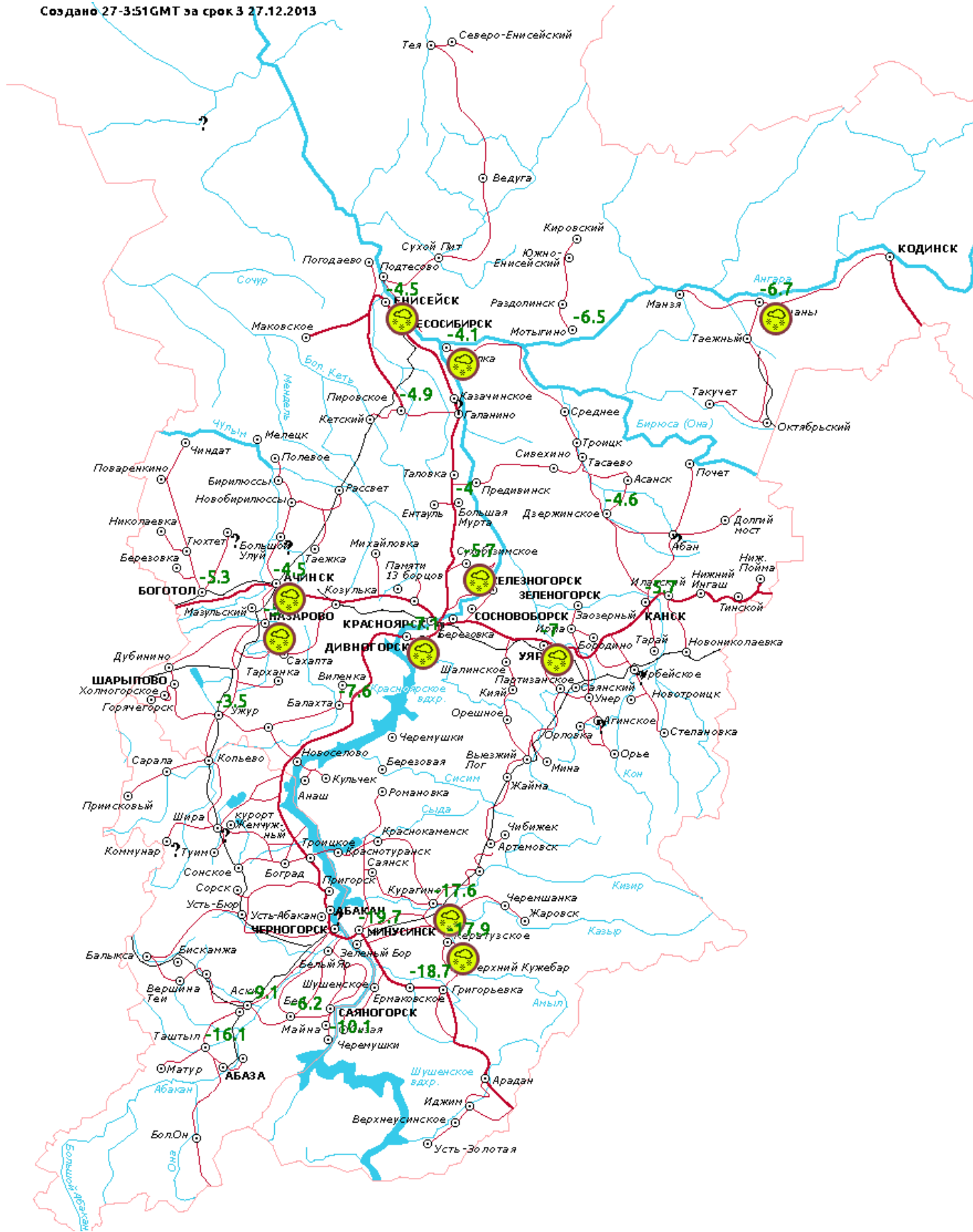


Рисунок 3. - ИС «Погода в реальном времени (территория ССУГМС)

Текущее время 11:42м - Следующий синоптический срок в 13ч

О проекте | Правовая информация | Контакты | Система

ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩАЯ СИСТЕМА

Погода в реальном времени

Сводная Юг_СФО Север_СФО Юг_Красноярского_края Север_Красноярского_края Прогнозы_табличные Прогнозы:горимость,осадки

Гидро Метео Осадки Средние Ветер ПКБ Гидробуллетень ЛистПКБ

Лист фактов достижения отраслевых критериев за последние 24 часа

Тамятка по формату сообщений.
синий фон - завершение явления, красный - начало явления.

Время(местное)	набл.пункт	начало/конец	Явления	флаг
26.12.2013 11:45	Александровское	Начало	количество облаков - 6; форма облаков - разорванно-дождевые; высота облаков - 160; снег;	<input type="checkbox"/>
26.12.2013 11:50	РЕБРИХА	Начало	ветер, направление - 160; ветер, скорость - 08; ветер, порывы - 15;	<input type="checkbox"/>
26.12.2013 12:05	Кочки	Завершение	ОТМЕНА: снег; видимость(км) 5;	<input type="checkbox"/>
26.12.2013 12:30	РОДИНО	Начало	ветер, направление - 180; ветер, скорость - 09; ветер, порывы - 12;	<input type="checkbox"/>
26.12.2013 12:45	Напас	Начало	количество облаков - ; форма облаков - ;	<input type="checkbox"/>
26.12.2013 12:45	УГЛОВСКОЕ	Завершение	ОТМЕНА: ветер, направление - 120; ветер, скорость - 06; ветер, порывы - 11;	<input type="checkbox"/>
26.12.2013 12:50	Посевная	Завершение	ОТМЕНА: ветер, направление - 200; ветер, скорость - 05; ветер, порывы - 09;	<input type="checkbox"/>
26.12.2013 12:55	Александровское	Завершение	ОТМЕНА: количество облаков - 5; форма облаков - кучево-дождевые; высота облаков - 400; снег;	<input type="checkbox"/>
26.12.2013 13:20	УГЛОВСКОЕ	Начало	ветер, направление - 120; ветер, скорость - 07; ветер, порывы - 12;	<input type="checkbox"/>
26.12.2013 13:05	Коченево	Завершение	ОТМЕНА: снег; видимость(км) 4;	<input type="checkbox"/>
26.12.2013 13:40	Маслянино	Начало	низовая метель; видимость(км) 4; ветер, направление - 200; ветер, скорость - 07; ветер, порывы - 12;	<input type="checkbox"/>
26.12.2013 14:10	Карагасок	Начало	снег; видимость(км) 2;	<input type="checkbox"/>
26.12.2013 14:10	ГЭС	Завершение	ОТМЕНА: снег; видимость(км) 4;	<input type="checkbox"/>
26.12.2013 14:25	БАЕВО	Начало	поземок; ветер, направление - 200; ветер, скорость - 08; ветер, порывы - 12;	<input type="checkbox"/>
26.12.2013 14:10	Маслянино	Завершение	ОТМЕНА: низовая метель; видимость(км) 4; ветер, направление - 200; ветер, скорость - 05; ветер, порывы - 09;	<input type="checkbox"/>
26.12.2013 14:40	РЕБРИХА	Завершение	ОТМЕНА: ветер, направление - 170; ветер, скорость - 06; ветер, порывы - 10;	<input type="checkbox"/>
26.12.2013 14:45	РОДИНО	Завершение	ОТМЕНА: ветер, направление - 190; ветер, скорость - 06; ветер, порывы - 08;	<input type="checkbox"/>
26.12.2013 15:11	Искитим	Начало	снег; видимость(км) 2;	<input type="checkbox"/>
26.12.2013 15:00	ВОЛЧИХА	Завершение	ОТМЕНА: ветер, направление - 180; ветер, скорость - 06; ветер, порывы - 09; продолжительность часов: 04 минут: 00;	<input type="checkbox"/>
26.12.2013 15:30	ГЭС	Начало	снег; видимость(км) 2;	<input type="checkbox"/>
26.12.2013 15:20	Напас	Завершение	ОТМЕНА: количество облаков - ; форма облаков - ;	<input type="checkbox"/>
26.12.2013 15:30	МАМОНТОВО	Завершение	ОТМЕНА: ветер, направление - 190; ветер, скорость - 04; ветер, порывы - 08;	<input type="checkbox"/>
26.12.2013 15:45	Искитим	Завершение	ОТМЕНА: снег; видимость(км) 6;	<input type="checkbox"/>
26.12.2013 15:50	УГЛОВСКОЕ	Завершение	ОТМЕНА: ветер, направление - 120; ветер, скорость - 05; ветер, порывы - 08;	<input type="checkbox"/>
26.12.2013 16:20	ГЭС	Начало	снег; видимость(км) 10;	<input type="checkbox"/>
26.12.2013 16:10	ПОСПЕЛИХА	Завершение	ОТМЕНА: ветер, направление - 200; ветер, скорость - 05; ветер, порывы - 10; продолжительность часов: 10 минут: 00;	<input type="checkbox"/>

Рисунок 4. - Штормовые телеграммы в ИС «Погода в реальном времени»

При заинтересованности пользователей существует возможность дополнять ИС разными данными, например, по просьбе Администрации Томской области и по заявке Томского ЦГМС в ИС «Погода в реальном времени» была интегрирована карта оперативного радиационного мониторинга (по станциям АСКРО).

В Западно-Сибирском УГМС специалистами ВЦ совместно с СибНИГМИ в 2005 году была создана технология по формированию из данных, поступающих в коде КН-01, оперативного архива суточных данных температуры воздуха (максимальной, минимальной, средней), максимальных значений ветра, количества осадков. Архив данных доступен специалистам ГМЦ и ЦГМС, филиалов ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС», что позволяет проводить анализ данных при написании обзоров и составлении справок о сложившихся погодных условиях (табл. 5, 6). На сайте СибНИГМИ формируется карта по территории Западной Сибири с ежедневными отклонениями среднесуточной температуры воздуха от нормы (средних многолетних значений 1960-1990 гг.), которая по сети передается синоптикам ГМЦ (рис. 5).

В Среднесибирском УГМС в целях совершенствования гидрометеорологического обслуживания организаций и ведомств ведётся работа над усовершенствованием представления и доведения оперативной гидрологической информации до конечного пользователя. Информация, поступающая с гидрометеорологической сети, проходит полуавтоматический синтаксический и смысловой контроль. Данные, проверенные специалистами УГМС, отображаются на сайте Среднесибирского УГМС. Доступ к данным может быть ограничен в зависимости от условий договора на гидрометеорологическое обслуживание. В настоящий момент по этому принципу в тестовом режиме осуществляется обслуживание филиала ОАО «РусГидро» - «Саяно-Шушенской ГЭС» (рис. 6).

В рамках выполнения региональной темы (8.73) Плана НИОКР Росгидромета на 2008-2010 гг. (СибНИГМИ, М.Я. Здерва) была создана технология, позволяющая формировать карту классов пожарной опасности (фактической и прогностической на 1-5 суток) по районам Ханты-Мансийского АО, Новосибирской, Томской и Кемеровской областей и Алтайского края (рис. А7). В таком виде прогноз классов пожарной опасности доступен через сайт СибНИГМИ и ИС «Погода в реальном времени» специалистам ЦГМС, сотрудникам МЧС, лесоохраны.

Таблица 5
область

Новосибирская

ноябрь, 2013

Индекс и название станции	Осадки																														3 дек.	За мес.	Норма		
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	1 дек.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	2 дек.	21	22	23	24	25	26	27	28				29	30
29405 Кыштовка	6	8	1.3	4.4	4						23.7	0.3	0.3	11				0.4	1.2	6	0.3	19.5		0.2					0.4	1	0.2	1.8	45	28	
29418 Северное	4	9.5	9.3	3.7	2.6		0.4				29.5		3	10				0.7	3	1.3	0.7	18.7							0.4			0.4	48.6	31	
29524 Крещенка	6	0.6	0.5	4	6.4	3	0.5				21		3.4	5				0.6	1.2	2.5	1.1	13.8		0.3							1.3	1.6	36.4	33	
29500 Усть-Тарка	4	5.7	0.5	2.6	4						16.8	0.2	2	3.6					2	1.3	0.2	9.3						0.6				0.6	26.7	21	
29605 Татарск	3	4.5	0.8	1.6	4						13.9	0.4	1.1	2.7				0.4	3	1.4		9								0.1	0.4	0.5	23.4	28	
29508 Венгерово	5	7	1	3.4	4						20.4		4.4	4					3	0.9	0.5	12.8											0	33.2	22
29602 Чаны	3	5	0.9	3.5	4	2					18.4	0.2	4	2.8				0.3	2.2	1.7	0.4	11.6							0.3	0.7		1	31	25	
29612 Барабинск	3	4.6	2.4	5	4	0.3	0.4				19.7		6	2					0.9	1.7	1	11.6							2.1			2.1	33.4	30	
29614 Квашнино	3	2.4	0.4	4	5	0.8					15.6		4	1.4					0.4	1.3	0.4	7.5							6			6	29.1	24	
29712 Здвинск	0.9	1.3	0.5	6	6		0.4				15.1		3	2					0.3	0.7	1	7							6			6	28.1	25	
29716 Довольное	1	1.7		3.8	5.3	0.3	0.4				12.5		2	2						0.4	2.4	6.8							3			3	22.3	26	
29613 Убинское	4	4	2	3	5.9						18.9		3	4					0.7	2.4	1.1	11.2		0.3					4			4.3	34.4	28	
29702 Чистоозерное	1	0.9	0.4	1.1	4.4	2					9.8	0.4	1	1					0.7	1.1	0.8	5						0.3	3			3.3	18.1	26	
29706 Купино		1	0.4	1	2.8	2.5					7.7		0.9	1.5						0.5	1.3	4.2						2.8			2.8	14.7	21		
29708 Баган	0.7	2		0.9	5	8					16.6									0.3	0.6	0.9						2.7			2.7	20.2	18		
29814 Карасук			0.5	0.3	5	10	0.4				16.2											0						3.4			3.4	19.6	22		
29813 Краснозерск			0.6	1.2	3.7	7					12.5		0.7	0.6						0.7	1.2	3.2						1			1	16.7	31		
29624 Каргат	3	1	0.1	2.7	5	0.1					11.9		3	3					0.8	3.3	1	11.1					3.6			3.6	26.6	33			
29724 Кочки	0.5	1.9	0.6	4	5.8						12.8		1	3.3	0.3				0.4	2	0.9	7.9					4			4	24.7	27			
29726 Ордынское	1	0.4	1	2.5	7	1	0.8				13.7		2	0.8	0.6						0.6	4				0.4		2.3			2.3	20.4	33		
29723 Ост.Дальний	0.9	0.4	0.5	0.7	4	0.3	0.5				7.3		0.4	0.3							0.9	1.6						1			1	9.9	28		
29625 Чулым	2	0.7	0.4	2.9	6	0.5	0.3				12.8		3	3					0.3	0.4	0.3	7						3			3	22.8	28		
29722 Ужаниха	2	1.3		4	7	2	0.3				16.6	0.3	3	3						1	1.5	8.8	0.3		0.3			3			3.6	29	33		
29626 Коченево	3	0.5	0.5	3	6	1	0.4				14.4	0.2	4	2.3	0.3					0.4	1.4	8.6		0.3	0.3			3			3.6	26.6	32		
29635 Обская ГМО	1	2.4	0.5	2.4	5.9	0.5	0.2	0.2			13.1	0.2	2	2					0.4		0.9	5.5					2			2	20.6	32			
29637 Учебная	4	0.7		3	3.6	1	0.6				12.9	0.2	4	3					0.5		2.6	10.3		0.3			2			2	2.3	25.5	45		
29638 Огурцово	2	1		2.6	6.6	0.4					12.6	0.1	3	10					0.5		1.1	14.7		0.3				3			3.3	30.6	35		
29733 пос.Новый											0											0										0	0		
29631 Кольвань	3	0.4	0.8	4	7	0.6	0.3				16.1	0.2	3	3.8					0.4	0.3	2.3	10		0.9	0.3			4.3			5.5	31.6	32		
29539 Болотное	3	1	3	1.3	3.6	0.5	2.5	0.8			15.7		4	7	2.5	0.3			0.3		1.7	15.8	0.3	2	1	0.7	2.4		0.3	4	10.7	42.2	44		
29632 Мошково	3	1	0.6	7	6.8	4	0.9	0.3			23.6		3	6	0.8				0.4		2.5	12.7	0.6	1	0.4	0.4		5			7.4	43.7	50		
29636 Тогучин	3.1	1.4	2.6	1.6	2.8	2.9	1.4				15.8		2	3.8	1.1				0.7		1.1	8.7	0.3	0.7	0.6	0.8		3.4			5.8	30.3	35		
29823 Сузун	2.4	0.9	1.6	4	13	9.7	0.6				32.2		2	1	0.7						2	5.7			0.2			4			4.2	42.1	36		
29735 Посевная	1	0.5	4.3	2.6	6.9	4	1.2	0.5			21	0.3	2	1.1	1.7	0.2			0.3		1	6.6	0.5	0.4				0.3	2.7			3.9	31.5	36	
29730 Искитим	1	2.6	0.3	2.3	8	0.9	0.2				15.3	0.2	4	2.3	1.3						0.6	8.4	0.3	0.3			2			2	2.6	26.3	36		
29736 Маслянино		0.6	2	3.3	8	4	0.8				18.7		2	1.7	1.3						2	7	0.2		0.2			1.8			2.2	27.9	33		
Индекс . . .	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	1 дек.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	2 дек.	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	3 дек.	За мес.	Норма

Таблица 6

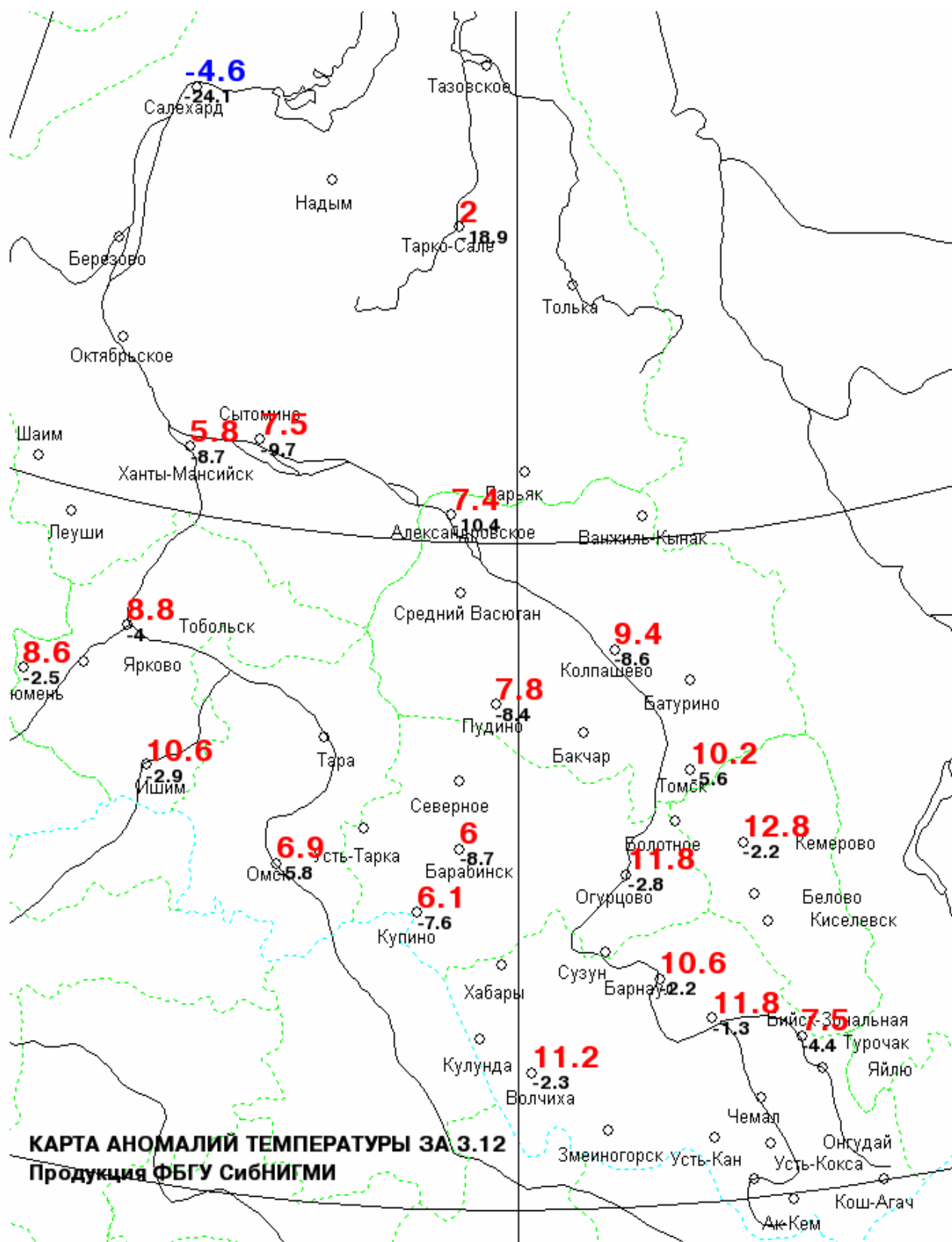


Рисунок 5. - Карта с ежедневными отклонениями среднесуточной температуры воздуха от средних многолетних значений (1960-1990 гг.)

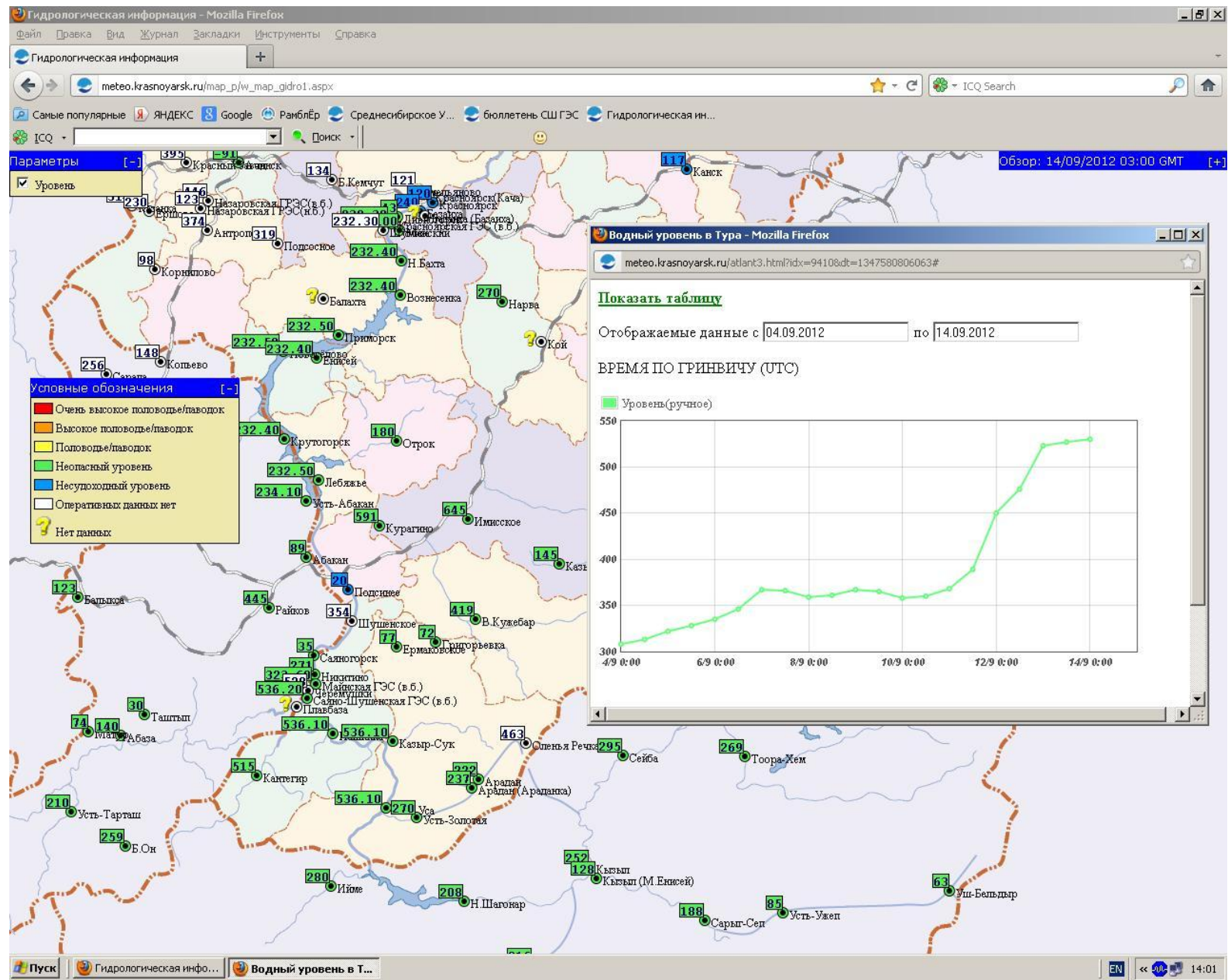


Рисунок 6. - Пример отображения оперативной гидрологической информации в ССУГМС для ОАО «РусГидро» - «Саяно-Шушенской ГЭС» :

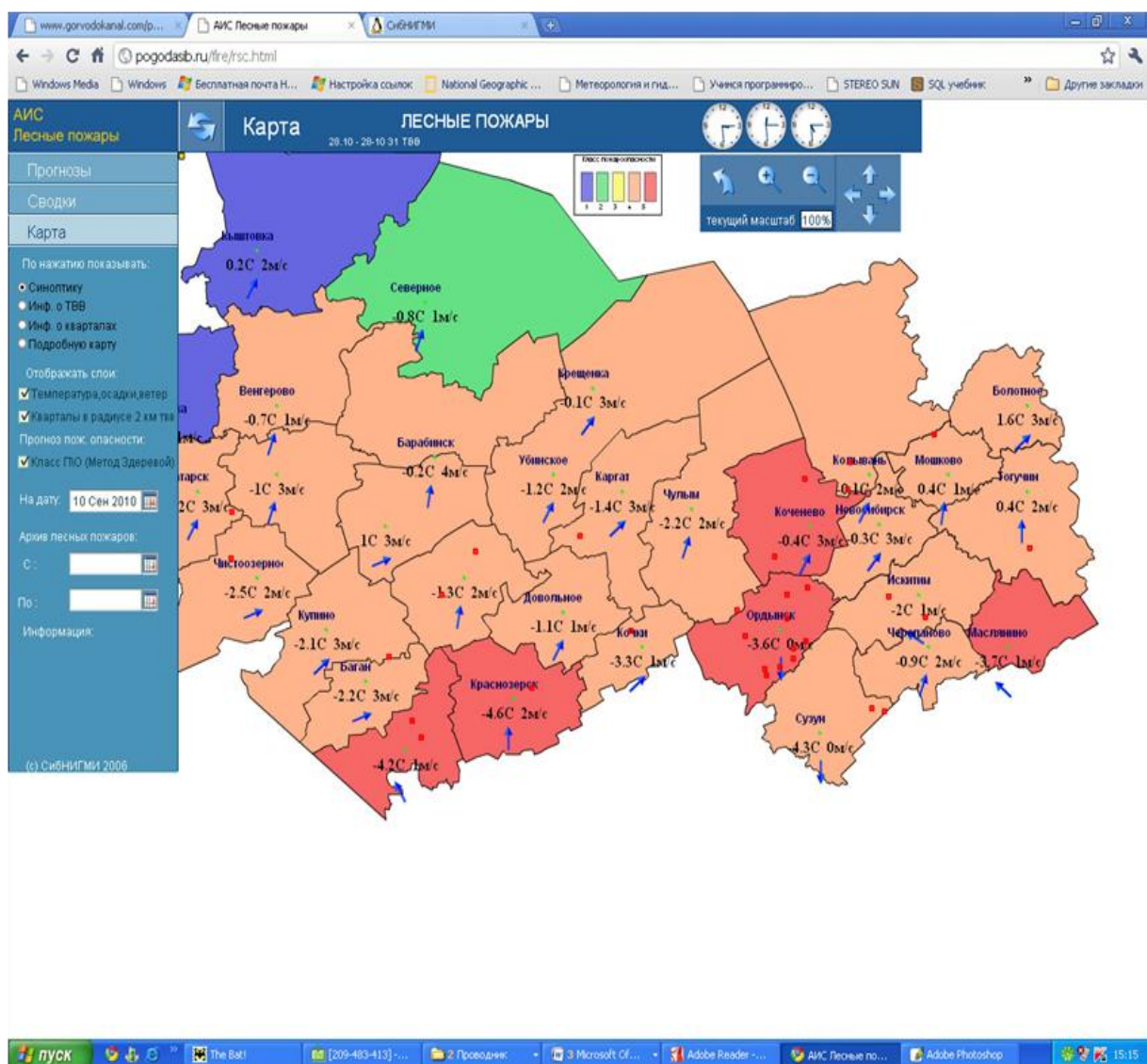
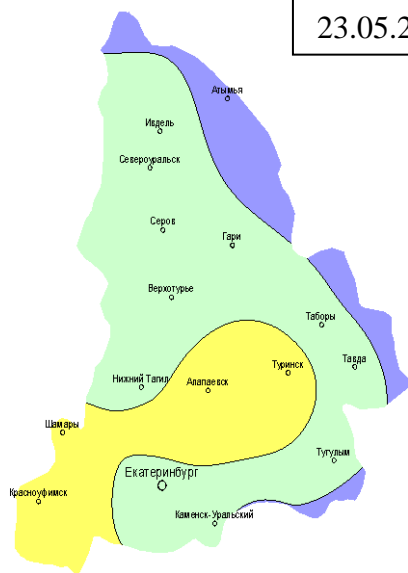


Рисунок 7. - Визуализация прогноза классов пожарной опасности по методу М.Я. Здеревой

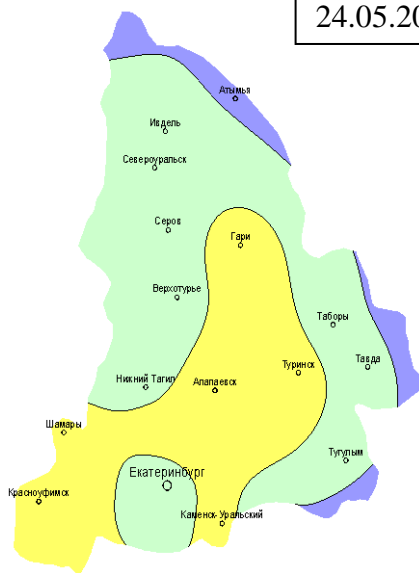
В Уральском УГМС разработана технология визуализации прогноза классов пожарной опасности на 1-3 суток. Карты с прогнозом классов пожарной опасности наглядно показывают потребителям об изменении класса пожарной опасности, вероятности достижения критериев КМЯ и ОЯ (рис. 8).

В УрУГМС и ЗСУГМС внедрена Технология построения степени увлажнения почв (ФГБУ ВНИИСХМ (Гридасов В.Ф.)). Технология позволяет в автоматическом режиме обрабатывать и формировать в виде таблиц по станциям с агрометеорологическими наблюдениями данные о влажности почвы, параметрах и степени увлажнения по каждому разрезу по слоям почвы, а также давать оценку увлажнения почвы и формировать метеорологические данные (табл. 7 и 8).

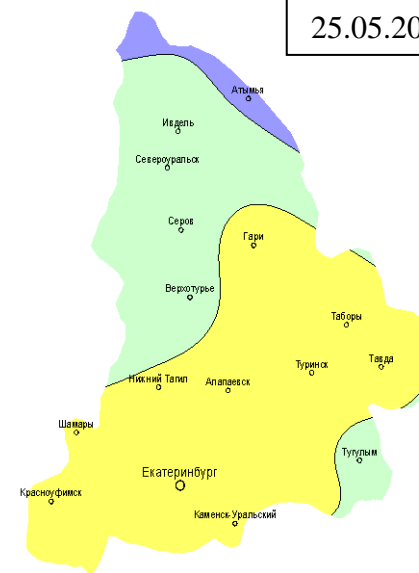
23.05.201



24.05.201



25.05.201



Метеорологический показатель пожарной опасности в лесах (ПГ,°С)
по состоянию на 22.05. 2013 года

																	0-300	301-1000	1001-4000	4001-10000	10001 и более
Пункт	Атымья	Ивдель	Североуральск	Серов	Гари	Верхотурье	Таборы	Н.Тагил	Туринск	Тавда	Шамары	Алапаевск	Тугулым	Краснофимск	Екатеринбург	К-Уральск	1 горим. отсутв ует.	2 Низкая	3 средняя	4 высокая	5 чрезвычайная
ПГ, °С 15ч.	344	222	120	154	588	99	182	60	769	210	856	869	597	960	77	552	Начальник отдела метпрогнозов Г.Б.Сердюк				

Рисунок 8. - Прогноз классов пожарной опасности по Свердловской области

Таблица 7

ТСХ 666 ИИИИИ **29708** ГГГГ **2013** !
 *** *** ***** *****_*
 666 СК **007** НУ **21** ТП **6935.21** ПО **08** КК **1** ПР **04** ГО **1979** !
 *** *** *** *****_* ** * ** *****_*

Таблица ТСХ-6м

ВЛАЖНОСТЬ ПОЧВЫ (МАССОВАЯ) И ЗАПАСЫ ПРОДУКТИВНОЙ ВЛАГИ

УГМС **Западно Сибирское**Участок **21**Год **2013**Субъект Федерации **Новосибирская обл.**Разрез № **4**Культура **яр. Пшеница**Станция **Баган**Почва **чернозем солонцеватый легкосуглинистый**Предшественник **пшеница**Особенности возделывания культуры или назначение участка **в чистом виде**Прибор или оборудование **бур АМ-26**Год определения агрогидрологических свойств почвы **1979**

Дата (число, месяц)	Параметр		Значение параметра на глубине, см																	
	Наименование	Шифр	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150		
1. Агрогидрологические свойства																				
	Плотность почвы, г/см ³			1.20	1.30	1.39	1.48	1.54	1.56	1.58	1.59	1.61	1.63							
	Влажность устойчивого завядания, %			4.84	4.95	4.92	4.77	4.32	4.21	3.36	3.94	3.99	3.47							
2. Содержание влаги в почве																				
28.08	Средняя влажность почвы, %	1		20.8	19.7	17.3	14.3	9.3	8.3	7.9	8.4	8.3	7.9							
	Запасы продуктивной влаги, мм	на глубине	2		19.1	19.1	17.1	14.1	7.7	6.4	7.1	7.0	6.9	7.2						
		нарастающим итогом			19.1	38.2	55.3	69.4	77.2	83.6	90.7	97.7	104.6	111.8						
Примечание: 1. ВГ-И_н+3% 2. Расстояние до м/п, км - 4, 28.08 восковая спелость 48%, оц.4, засор.2, влажность после дождя																				

Метеорологические условия

Дата	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28					за период
Средняя температура воздуха, °С	19.7	19.8	17.1	13.4	13.7	14.0	16.7	17.7	17.8	19.1					16.9
Сумма осадков, см	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	3.0	.0	8.0					11.0

Составил

Контроль провел

Контроль ЦГМС

Таблица 8

Станция **Баган**

Разрез № 4

Почва **чернозем солонцеватый легкосуглинистый**

ПАРАМЕТРЫ СТЕПЕНИ УВЛАЖНЕНИЯ ПОЧВЫ
(в мм продуктивной влаги)

Степень увлажнения	Шифр	Значение показателя в слое почвы, см						
		0 – 5	0 – 10	0 – 20	20 – 50	0 – 50	50 – 100	0 – 100
Заболачивание	5.0	–	32.7 – 48.4	62.8 – 92.4	82.2 – 115.6	144.8 – 208.1	123.9 – 172.9	268.7 – 381.0
Избыточное увлажнение	4.0	–	16.7 – 32.6	33.0 – 62.7	48.7 – 82.1	81.7 – 144.7	75.0 – 123.8	156.6 – 268.6
Оптимальное увлажнение	3.0	–	12.3 – 16.6	24.2 – 32.9	35.8 – 48.6	59.9 – 81.6	56.4 – 74.9	116.2 – 156.5
Недостаточное увлажнение		–	5.5 – 12.2	11.3 – 24.1	19.9 – 35.7	31.1 – 59.8	36.4 – 56.3	67.4 – 116.1
– слабое	2.2	–	9.2 – 12.2	18.3 – 24.1	28.6 – 35.7	46.7 – 59.8	47.6 – 56.3	94.2 – 116.1
– сильное	2.1	–	5.5 – 9.1	11.3 – 18.2	19.9 – 28.5	31.1 – 46.6	36.4 – 47.5	67.4 – 94.1
Почвенная засуха		–	.0 – 5.4	.0 – 11.2	.0 – 19.8	.0 – 31.0	.0 – 36.3	.0 – 67.3
– слабая	1.2	–	3.2 – 5.4	6.5 – 11.2	11.4 – 19.8	17.8 – 31.0	21.1 – 36.3	38.9 – 67.3
– сильная	1.1	–	.0 – 3.1	.0 – 6.4	.0 – 11.3	.0 – 17.7	.0 – 21.0	.0 – 38.8

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ УВЛАЖНЕНИЯ ПОЧВЫ

Станция **Баган**Культура **яр. пшеница**

Разрез № 4

Метеорологические условия

Участок № 21

Год **2013**

за период

Дата	Слой	0 – 5	0 – 10	0 – 20	20 – 50	0 – 50	50 – 100	0 – 100	Температура	Осадки
28.08	Запасы продуктивной влаги в слое, мм		19.1	38.2	39.0	77.2	34.6	111.8	16.9	11.0
	Степень увлажнения		4.0	4.0	3.0	3.0	1.2	2.2		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. По результатам сведений, поступивших в рамках анкет из УГМС Урало-Сибирского региона, необходимо отметить, что прогнозисты УГМС при составлении прогнозов погоды уделяют большое внимание численным прогнозам. Переоснащение оперативных подразделений в рамках проекта модернизации Росгидромет I позволило прогнозистам получить более широкий доступ к новым моделям и технологиям, разрабатываемым не только в Росгидромете, но и в других прогностических центрах ВМО. Прогнозистами при составлении прогнозов стали использоваться не только карты с прогнозом полей метеоэлементов, но и метеограммы с прогнозом по конкретному пункту с распределением основных параметров (давления, температуры, осадков, направления и скорости ветра) по срокам, что позволяет повысить уровень обслуживания потребителей прогностической метеорологической информацией.

С расширением доступа к результатам расчета прогнозов по разным численным моделям, у прогнозиста, ввиду ограниченного времени при составлении прогноза погоды, возникают трудности в процессе их анализа и комплексации, что, видимо, должно послужить основанием для разработки определенных рекомендаций в использовании гидрометеорологических расчетных методов при организации гидрометеорологического обеспечения потребителей.

В целях определения степени доверия к внедренным расчетным методам рекомендовать СибНИГМИ, УГМС и ЦГМС ежемесячно проводить оценку методов численных прогнозов. При автоматизированной оценке ряда методов прогнозов СибНИГМИ будет выкладывать результаты оценки на сайте.

Необходимо отметить недостаточность методов прогноза опасных явлений: шквалов, ураганных ветров, града, сильных ливней, сильных гроз, которые приносят значительный ущерб хозяйству и населению территории Урало-Сибирского региона. При формировании тем Плана НИР на последующие годы, учитывая хорошую успешность методов прогноза шквалов, града для Европейской территории России, целесообразно ставить перед НИУ задачи о разработке методов прогноза ОЯ для территорий Урало-Сибирского региона.

2. Анализ методов гидрологических прогнозов, используемых в УГМС Урало-Сибирского региона, показал, что благодаря развитию региональной тематики при формировании Плана НИОКР Росгидромета. (2007-2013 гг.) прогнозисты получили несколько методик гидрологических прогнозов, которые позволяют своевременно и качественно обеспечить гидрометеорологической информацией (фактической и прогностической) такие важные отрасли хозяйства региона, как речной флот, гидроэнергетику. Но, несмотря на то, что в последние годы в НИУ Росгидромета много уделяется внимания разработке гидрологических прогнозов, из полученных анкет следует о необходимости продолжения работы в этом направлении по бассейнам рек территории Урало-Сибирского региона, что должно найти отражение в заявках на выполнение исследований в этом направлении в рамках НИР.

3. По результатам сведений поступивших из УГМС Урало-Сибирского региона о применении методов агрометеорологических прогнозов, необходимо отметить, что ведущими НИУ, уделяющими большое внимание разработке методов агрометеорологических прогнозов на основе новых современных технологий, являются ФГБУ «ВНИИСХМ» и ФГБУ «СибНИГМИ». Много методик агрометеорологических прогнозов было разработано совместными усилиями ученых НИУ и специалистов УГМС в рамках выполнения региональных тем.

4. Внедрение современных информационных технологий в УГМС и ЦГМС, Урало-Сибирского региона при обработке, визуализации, систематизации гидрометеорологической информации все пользователи отмечают оперативность отражения данных гидрометеорологического мониторинга, что позволяет более эффективно и качественно осуществлять гидрометеорологическое обслуживание потребителей.

Что касается широкого использования ресурсов информационных технологий, в частности ИС «Погода в реальном времени», специалистами ЦГМС для специализированного гидрометеорологического обеспечения в УГМС, ЦГМС, то это по-прежнему вызывает затруднения. Для взаимодействия с потребителями не хватает смежных, не связанных с метеорологическими компетенциями знаний и навыков (и здесь наиболее успешными были специалисты Томского УГМС: объем договоров был

существенно увеличен). Для широкого использования в системе взаимодействия с органами власти, территориальными учреждениями МЧС, по-прежнему отсутствуют новые регламенты взаимодействия, предусматривающие использование таких оперативных ИТ-систем, что говорит о необходимости разработки таких регламентов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Беркович Л.В., Багров А.Н. Прогноз приземной температуры, ветра и осадков для 17 областных городов Центрального федерального округа с заблаговременностью до 84 ч. // Информационный сборник № 39. Результаты испытания новых и усовершенствованных технологий, моделей и методов гидрометеорологических прогнозов. – М, Обнинск: ИГ-СОЦИН, 2012. – С. 80-90.

2. Бураков Д.Н., Младенцева Л.А., Космакова В.Ф., Кузнецова А.П. Метод долгосрочного прогноза максимальных уровней воды с учетом возможных заторов льда (р. Енисей – с. Назимово, р. Енисей – с. Ярцево, р. Тасеева – пос. Машуковка) // Информационный сборник № 36. Результаты испытания новых и усовершенствованных технологий, моделей и методов гидрометеорологических прогнозов. М, Обнинск: ИГ-СОЦИН, 2008. – С. 143-152.

3. Васильев П.П., Васильева Е.В., Горлач И.А. Метод прогноза экстремальной температуры воздуха до 3-х суток по административным центрам субъектов Российской Федерации на основе технологии РЭП (автор – П.П. Васильев) и результаты его испытания // Информационный сборник № 37. Результаты испытания новых и усовершенствованных технологий, моделей и методов гидрометеорологических прогнозов. – М, Обнинск: ИГ-СОЦИН, 2010. – С. 61–68.

4. Васильев П.П., Васильева Е.Л., Веселова Г.К., Горлач И.А. Метод прогноза преобладающей минимальной и максимальной температуры воздуха, детализированного по территории 7 федеральных округов России и Республики Беларусь // Информационный сборник № 36. Результаты испытания новых и усовершенствованных технологий, моделей и методов гидрометеорологических прогнозов. – М, Обнинск: ИГ-СОЦИН, 2009. – С. 43-57.

5. П.П. Васильев. Метод прогноза средней за декаду температуры воздуха и ее аномалии по территории России с нулевой заблаговременностью // Методический

кабинет Гидрометцентра России. [Электронный ресурс]. URL: <http://method.meteorf.ru/methods/average/decade/decade.html>

6. Здерева М.Я., Торубарова Г.П. Метод прогноза заморозков для административных районов Новосибирской области заблаговременностью 1-5 суток и результаты его испытания//Информационный сборник № 36. Результаты испытания новых и усовершенствованных технологий, моделей и методов гидрометеорологических прогнозов. М, Обнинск: ИГ-СОЦИН, 2008. – С. 84-94.

7. Набока В.В., Ковригина И.Г. Методы оценки условий формирования урожая и прогноза средней урожайности яровой пшеницы по территории Томской, Новосибирской, Кемеровской областей и Алтайского края и результаты их оперативных испытаний // Информационный сборник № 38. Результаты испытания новых и усовершенствованных технологий, моделей и методов гидрометеорологических прогнозов.– М, Обнинск: ИГ-СОЦИН, 2011. – С. 115-130.

8. Разработка и усовершенствование методов и программного обеспечения прогноза ежедневных и максимальных уровней воды в бассейнах рек Верхней и Средней Оби и Енисея с применением математических и физико-статистических моделей: Отчет о НИР (закл.). – Шифр темы 8.145, №ГР 01201150062, Инв.№ 02201154862. – Отв. исп. д.г.н, проф. Д.А. Бураков. – Новосибирск, 2010. – 55 с.

9. Разработать и внедрить автоматизированную технологию прогноза ежедневных и максимальных уровней воды на Средней и Нижней Оби: Отчет о НИР (закл.). – Шифр темы 8.114, №ГР 01200964806, Инв.№ 02201154795. – Отв исп. д.г.н., проф. Д.А. Бураков. – Новосибирск, 2010. - 105 с.

10. Разработать сематический модуль усвоения донесений об НГЯ (ОЯ, КМЯ) с привязкой к Перечню ОЯ на территории ответственности Западно-Сибирского УГМС, Бурятского ЦГМС-Р, Читинского ЦГМС-Р, Иркутского ЦГМС-Р, Ханты-Мансийского ЦГМС:Отчет о НИР (закл.) – Шифр темы 8.142, № ГР 01201150063. Отв. исп. к.т.н. А.Б. Колкер.- Новосибирск, 2010.- 43 с.

11. Разработать метод и технологию расчета среднесрочного прогноза температуры воздуха, осадков и индекса пожароопасности по районам Ханты-Мансийского автономного округа – Югра и административным районам Алтайского края, Томской и Кемеровской областей: Отчет о НИР (закл.) – Шифр темы 8.73, № ГР 01200964812. Отв. исп. к.г.н. М.Я. Здерева. Новосибирск, 2009, - 88 с.

12. Ривин Г.С, Розинкина И.А., Багров А.Н., Блинов Д.В. Мезомасштабная модель COSMO-RU07 и результаты её оперативных испытаний // Информационный сборник № 39. Результаты испытания новых и усовершенствованных технологий, моделей и методов гидрометеорологических прогнозов. – М, Обнинск: ИГ-СОЦИН, 2012. – С. 15–48.

13. Т.В. Старостина, И. Г. Ковригина. Результаты испытания долгосрочного прогноза валового сбора зерновых и зернобобовых культур по территории ответственности Западно-Сибирского УГМС// Информационный сборник № 37. Результаты испытания новых и усовершенствованных технологий, моделей и методов гидрометеорологических прогнозов. М, Обнинск: ИГ-СОЦИН, 2010. – С. 84-90.

14. Толстых М.А., Богословский Н.Н., Шляева А.В.. Прогноз приземной температуры воздуха и среднего ветра для регионов внетропической части Северного полушария с помощью полулагранжевой модели с постоянным разрешением ПЛАВ 2005 с заблаговременностью до 120 ч // Методический кабинет Гидрометцентра России. [Электронный ресурс]. URL:

<http://method.meteorf.ru/methods/average/decade/decade.html>

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Г.С. Ривин, И.А. Розинкина, А.Н. Багров, Д.В. Блинов

МЕЗОМАСШТАБНАЯ МОДЕЛЬ COSMO-RU07 И РЕЗУЛЬТАТЫ ЕЕ ОПЕРАТИВНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Общая характеристика модели COSMO

Негидростатическая атмосферная модель COSMO основана на системе термогидродинамических уравнений, описывающих сжимаемый поток воздуха во влажной атмосфере. Подробная документация модели приведена на сайте консорциума COSMO.

Начиная с сентября 2009 года в Гидрометцентре России на высокопроизводительной ЭВМ SGI Altix 4700 функционирует технология выпуска мезомасштабных гидродинамических прогнозов погоды по европейской части России COSMO-RU07 на базе негидростатической модели COSMO.

Модель COSMO развивается и поддерживается одноименным Европейским консорциумом по мезомасштабному моделированию. По правилам консорциума, в который Росгидромет вошел в качестве полноправного члена с сентября 2009 года, Немецкая служба погоды (DWD) в оперативном режиме предоставляет из своей системы глобального моделирования начальные и боковые условия, необходимые для интегрирования мезомасштабной модели. Примерно 2 раза в год происходит обновление версий модели с включениями новых алгоритмов и возможностей.

Распространение членам консорциума новых версий технологии (включающей модули подготовки стартовой информации, модели, подготовки выходных данных) производится после детального тестирования новых или усовершенствованных алгоритмов рабочими группами консорциума, обсуждения результатов тестирования на совещаниях и принятия решений на Научном комитете о целесообразности включения модификаций в базовые версии модели. Кроме того, обязательно проводится тестирование программного обеспечения и оформления документации. Таким образом, новые распространяемые версии модели являются уже апробированными в рамках деятельности консорциума. Регулярно страны-члены консорциума в едином согласованном формате обмениваются данными об

успешности моделирования COSMO в рамках своих национальных технологий. Сходство климатических условий России и стран Европейского консорциума позволяет с доверием относиться к новым версиям модели, прошедшим тестирование в рамках консорциума, при их реализации для прогнозирования по территории России.

Различия в национальных технологиях, реализуемых странами-членами консорциума на базе модели COSMO, заключаются в особенностях использования начальной информации. Это осуществляется либо на базе глобальной системы усвоения (DWD или других стран), либо с учетом дополнительного регионального усвоения данных, главным образом синоптических и радарных. Последнее позволило в таких странах, как Германия, Швейцария и Италия, получать более высокие результаты успешности прогнозов по своим национальным технологиям на базе COSMO.

Следует отметить, что технологии COSMO-RU, функционирующие в Гидрометцентре России в оперативном режиме во время проведения авторских, начиная с 2008 г., и оперативных испытаний 2010-2011 гг. работали без дополнительного блока регионального усвоения данных, следовательно, результаты этих испытаний можно интерпретировать как низший уровень успешности этих технологий.

На основе методического анализа результатов COSMO-RU был выявлен ряд особенностей продукции мезомасштабного моделирования, ее интерпретации, представления результатов и оценок успешности. Поскольку нормативная база оценки успешности результатов мезомасштабного моделирования в нашей стране еще не создана, оперативные испытания технологии COSMO-RU07 проводились в Гидрометцентре России по существующим в настоящее время нормативам оценок численных и общего назначения прогнозов погоды для теплого (с 1 мая по 30 сентября 2010 года) и холодного (с 1 октября 2010 г. по 25 марта 2011 года) периодов.

Краткие сведения о консорциуме COSMO

Международный консорциум COSMO (the Consortium for Small-scale Modelling) был основан в 1998 году метеослужбами Германии, Греции, Италии и

Швейцарии. Позднее к COSMO присоединились метеослужбы Польши (2002 г.), Румынии (2007 г.) и России (2009 г.).

Основная цель консорциума COSMO – развивать и поддерживать оперативную негидростатическую модель атмосферы для прогноза погоды для ограниченной территории и необходимые инфраструктурные компоненты. В основу негидростатической мезомасштабной модели, развиваемой этим консорциумом, легла разработанная в Метеослужбе Германии первая в мире **оперативная** негидростатическая мезомасштабная модель LM (Lokal Modell) с шагом сетки 7 км (оперативное использование для выпуска прогнозов по Европе с 1999 г.). Впоследствии, начиная с 2008 г., вместо названия LM по решению консорциума стало употребляться название модели COSMO, одноименное с названием консорциума.

Выпуск оперативных прогнозов на основе модели COSMO в странах-членах консорциума базируется на применении данных для начальных и боковых граничных условий, полученных с помощью глобальной квазистатической модели атмосферы GME (разработка Метеослужбы Германии) или с помощью глобальной модели IFS Европейского центра среднесрочных прогнозов (ЕЦСПП).

Обязательным условием участия национальных метеослужб в составе консорциума является непосредственное участие специалистов этих метеослужб в разработках алгоритмов и технологий моделирования COSMO. Это условие является большим стимулом для стран-участниц консорциума для работы над усовершенствованием модели на основе улучшения описания физических процессов, происходящих в атмосфере и прилегающем деятельном слое подстилающей поверхности, а также глубокого понимания алгоритмов, кодов и сопутствующих технологий (верификации, регионального усвоения данных, управления выполнением задач, диагностических расчетов). В свою очередь это открывает возможность активного изучения самых последних результатов мирового метеорологического сообщества в данной области с быстрой его реализацией в национальных прогностических технологиях.

В странах консорциума в настоящее время, как правило, используются версии модели с шагом сетки 7 км (прогнозирование до 3 суток) по достаточно обширным территориям и использующие результаты этих вычислений в качестве боковых границ конфигурации модели с разрешением сетки от 2.2 до 2.8 км (прогнозирование

до 1–1,5 суток), причем пользователям предоставляются результаты моделирования по обеим конфигурациям, что дает возможность достаточно точно прогнозировать широкий диапазон погодных процессов.

Технология негидростатической системы краткосрочного прогноза погоды COSMO-RU Гидрометцентра России

Опытная эксплуатация в Гидрометцентре России технологии COSMO-RU (в каждой стране к имени модели добавляется две буквы из имени страны, поэтому в России версия функционирующей технологии имеет идентификатор COSMO-RU) началась с 2007 г, после того, как в соответствии с предложением Росгидромета в феврале 2007 г. Управляющий комитет консорциума COSMO принял решение о принятии России в его состав в качестве ассоциированного члена. Гидрометцентру России были предоставлены исходные коды модели COSMO и препроцессинга на языках программирования Фортран 90 и Си.

С июля 2007 г. Немецкая служба погоды на регулярной основе в оперативном режиме начала передавать в Международный метеорологический центр «Москва» информацию о начальных и граничных условиях для модели COSMO-RU по данным прогноза по глобальной модели атмосферы GME по согласованной с российской стороной области моделирования.

Имевшиеся в это время вычислительные ресурсы Гидрометцентра России позволили внедрить в квазиоперативном режиме модель COSMO с разрешением лишь 14 км (COSMORU14) для прогнозов на 78 ч. Сетка, используемая моделью COSMO-RU14, первоначально состояла из 168×300×40 узлов (168 узлов по параллели, 300 по меридиану, 40 – количество уровней). В начале 2010 года область интегрирования была расширена до 350×310×40 узлов.

Для достаточно продолжительного периода опытной эксплуатации в квазиоперативном режиме для версии COSMO-RU14 в 2008-2009 гг. были получены результаты апробации на основе анализа прогнозистов в лаборатории методического сопровождения прогнозов погоды Гидрометцентра России. Была показана полезность прогнозов приземной температуры по сравнению с доступными результатами глобальных моделей, а также сильных снегопадов для субъектов федерации

Центрального федерального округа. При этом во время своего анализа синоптиками рассматривались успешность факта прогнозирования явления не в пунктах, а в заданных областях прогноза в их окрестностях.

В этом случае, в сравнении с глобальными моделями, был получен вывод об однозначном преимуществе использования информации мезомасштабного моделирования. С появлением в Гидрометцентре России новой суперЭВМ, на ней сразу же была реализована новая расширенная область интегрирования модели COSMO-RU практически для всей Европы на сетке с шагом 7 км.

Географическая и сдвинутая сферические системы координат и область интегрирования для модели COSMO-RU07 позволила, во-первых, реально использовать возможность модели описывать негидростатические процессы (проявляющиеся, как правило, при шаге сетки не более 10 км), расширить область прогнозирования метеополей, уменьшить влияние более грубой детализации глобальной модели на границах области мезомасштабного прогноза на прогноз погоды для Европейской территории России, более полно воспроизводить метеорологические процессы, связанные с развитием синоптических образований, на модельном пространстве с высокой детализацией.

В настоящее время область COSMO-RU07 включает в себя такие районы циклогенеза, как большая часть Средиземноморья, Черное, Норвежское и Баренцево моря. Кроме того, в область интегрирования включена вся акватория Балтики и Каспия.

Таким образом, после достаточно длительной апробации в квазиоперативном режиме с шагом сетки 14 км и отработки системы выпуска и распространения продукции в видах, адаптированных к использованию прогнозистами, в 2009 году технология COSMO-RU была реализована на мощной вычислительной технике (ALTIX4700) для сетки с $700 \times 620 \times 40$ узлами и шагом 7 км. Прогнозы по модели COSMO данной конфигурации и анализировались во время оперативных испытаний в 2010-2011 гг.

В 2010–2011 гг. в экспериментальном режиме на фоне основного счета и инфраструктурных функций COSMO-RU07 были реализованы еще три экспериментальные технологии, также устойчиво регулярно формирующие прогностическую продукцию:

– технология COSMO-RU2.2-C – построенная на вложенной в COSMO-RU07 технологии выпуска прогнозов с шагом сетки 2.2 км для Центрального федерального округа;

– технология COSMO-RU2.2-S – построенная на вложенной в COSMO-RU07 технологии выпуска прогнозов с шагом сетки 2.2 км для Южного федерального округа, включающего в себя регион Сочи;

– технология COSMO-RU14-Sib – независимая от COSMO-RU07 технология выпуска прогнозов с шагом сетки 14 км для Сибирского региона. Тожественная технология эксплуатируется в РСМЦ Новосибирска также в режиме регулярного счета.

По технологии COSMO-RU07 прогнозы заблаговременностью до 78 ч вычисляются дважды в сутки по начальным данным за сроки наблюдений для 00 и 12 ч.

Графическая продукция формируется в виде наборов карт для районов и различных комплектов прогностических полей: давления на уровне моря (у.м.) + осадков + облачности, высоты H500 + давления на уровне моря + приземной температуры, линий тока + модуля скорости ветра + порывов ветра и.т.д. Карты формируются для прогнозов с дискретностью заблаговременностей в 3 часа.

Помимо карт для отдельных пунктов производится формирование метеограмм в виде текстовых файлов и графиков временного хода метеорологических величин: скорости ветра и температуры воздуха: приземных и на нескольких уровнях до высоты 5 км, приземной точки росы, сумм осадков за час с учетом фазы, высоты условий конвекции. В 2011 году по заявкам пользователей число пунктов, для которых формируются и рассылаются метеограммы, достигло 400 за один сеанс расчетов.

Все перечисленные виды графической продукции распространяются по FTP или электронной почте в течение 10 минут после окончания счета модели.

Программы расчета оценок, по результатам которых были выполнены оперативные испытания, использовали продукцию моделирования, размещенную в пользовательских базах данных Гидрометцентра России.

Сравнительная оценка прогнозов проводилась для теплого (с 1 мая по 30 сентября 2010 года) и холодного (с 1 октября 2010 по 25 марта 2011 года) периодов за исходный срок прогноза 00 ч ВСВ.

Методика проведения испытаний предусматривала:

- оценку успешности прогнозов давления, приземной температуры воздуха, точки росы, ветра и осадков по данным сети метеорологических станций Европейской территории России (45–65° с.ш., 27–57° в.д., ~ 430 станций);
- сравнение с прогнозами ряда отечественных и зарубежных моделей атмосферы различного масштаба.

В сравнении участвовали следующие модели:

- четыре зарубежные глобальные модели (доступная продукция на основе раскодирования полей в коде GRIB с шагами сетки около 1,25x1,25° при шагах расчетов 35–40 км):

DWD (ФРГ), JAPA (Япония), NCEP (США), UKMO (Великобритания);

- две отечественные глобальные модели:

спектральная (отв. – И.А. Розинкина), PLAV (полулагранжева, отв. – М.А. Толстых, шаг сетки 70 км); Regi (отв. – В.М. Лосев, шаг сетки 50 км);

- три мезомасштабные зарубежные модели, прогнозы по которым рассчитывались в Москве:

MM5K (шаг сетки 20 км, отв. – Г.Ю. Калугина, Московское ГМБ);

WRF-ARW, 4 варианта: Ru20 (отв. – К.Г. Рубинштейн, шаг сетки 20 км), Tros (отв. – И.В. Тросников, шаг сетки 20 км), Zagi (отв. – Р.Б. Зарипов, шаг сетки 20 км), Zn03 (отв. – В.Д. Жупанов, Н.Ф. Вельтищев, шаг сетки 3 км);

COSMO (модель COSMO-RU07, отв. – Г.С. Ривин, шаг сетки 7 км).

Для получения оценок сравнивались проинтерполированные на станцию билинейным способом из узлов прогностической сетки значения метеоэлементов с фактическими их значениями, измеренными на этой станции.

Отдельно была проведена оценка прогнозов температуры и осадков модели.

Сравнение моделей COSMO-RU07 и WRF-ARW показало следующее:

- прогнозы осадков обеих мезомоделей имеют достаточно высокую практическую значимость, при этом значения критерия качества Пирси-Обухова у модели COSMORU07 составляют 0,41–0,60, а у модели WRF-ARW-Zn03 – 0,37–0,55,

т.е. в целом качество прогнозирования факта осадков несколько выше у модели COSMO-RU07; при этом абсолютные ошибки прогноза количества осадков у модели COSMO-RU07 оказались несколько меньше, чем у модели WRF-ARW-Zn03;

– прогнозы приземной температуры воздуха и точки росы по модели COSMO-RU07 и WRF-ARW-Zn03 имели близкое качество, при этом в разные сезоны года имелись небольшие преимущества либо у модели COSMO-RU07, либо у модели WRF-ARW-Zn03 (различия абсолютной ошибки находились в пределах 0,4 °С);

– прогнозы ветра по модели COSMO-RU07 имели преимущество перед соответствующими прогнозами WRF-ARW-Zn03.

Сравнительная оценка успешности прогнозов осадков и температуры воздуха отечественных и зарубежных моделей по полному ряду случаев показала следующее:

– прогнозы осадков по модели COSMO-RU07 оказались наиболее успешными среди всех рассматриваемых моделей (включая оперативные зарубежные);

– абсолютные ошибки прогнозов приземной температуры воздуха по мезомасштабным моделям COSMO-RU07 и WRF-ARW-Zn03 оказались на 0,3–0,8 °С меньше, чем у отечественных глобальных моделей.

Решение ЦМКП ЦМКП констатировала, что эксплуатируемые в ФГБУ «Гидрометцентр России» мезомасштабные модели атмосферы достигли определенных успехов в успешности прогнозов осадков, температуры и влажности воздуха, фонового приземного ветра и рекомендовала ФГБУ «Гидрометцентр России»:

– внедрить в оперативную практику в качестве базовой модель COSMO-RU07 для численного прогнозирования следующих метеорологических величин (полей и метеограмм): осадков, температуры и влажности воздуха, фонового приземного ветра;

– продолжить работу по развитию мезомасштабных моделей атмосферы с целью повышения качества прогнозов, а также для возможности прогнозирования опасных природных гидрометеорологических явлений и резких изменений погоды, в том числе на основе использования ансамблевого подхода;

– в течение года подготовить методическое письмо для пользователей-прогнозистов о новом виде прогностической информации высокого

пространственного и временного разрешения с некоторыми рекомендациями по практическому использованию этой информации;

– продолжить работу по совершенствованию методики оценки качества прогнозов на основе мезомасштабных моделей атмосферы.

ЦМКП решила рекомендовать оперативно-прогностическим подразделениям Росгидромета использовать в практической работе выходную продукцию мезомасштабной модели COSMO-RU07.

В.В. Еремин, В.М. Мясников, М.М. Еремина

УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЙ МЕТОД ПРОГНОЗА ОСАДКОВ С ЗАБЛАГОВРЕМЕННОСТЬЮ 24–36 ЧАСА В ХОЛОДНЫЙ ПЕРИОД ГОДА ДЛЯ ПУНКТОВ ТЕРРИТОРИИ ОТВЕТСТВЕННОСТИ СРЕДНЕСИБИРСКОГО УГМС

Разработка усовершенствованного метода прогноза осадков с заблаговременностью 24–36 ч в холодный период года для пунктов территории ответственности Среднесибирского УГМС и оперативной технологии для его реализации осуществлялась в отделе разработки и внедрения гидрометеорологических прогнозов (ОриВГМП) Красноярского ЦГМС-Р.

В основе метода прогноза осадков – линейная альтернативная модель. Прогноз возможности выпадения осадков делается на основе отнесения текущей синоптической ситуации к одному из классов: «наличие осадков» или «отсутствие осадков». В данной модели решение поставленной задачи, относящейся к задачам распознавания образов, осуществляется с помощью алгоритма построения гиперплоскости, разделяющей классы ситуаций [3, 5]. Для расчета коэффициентов гиперплоскости используется метод псевдообращения матриц [2].

Каждая синоптическая ситуация описывается определенным набором параметров – предикторов. Выбор оптимальной совокупности параметров, по которой вычисляются коэффициенты гиперплоскости, осуществляется методом включения [1]. Упорядочение предикторов и определение их оптимального числа проводится на основе принципа минимизации среднего риска. В рассматриваемой модели количество предикторов, обеспечивающих минимальное число ошибок

разделения ситуаций, при определении различных предиктантов варьируется от 5 до 11. Предиктантом в данном случае является факт наличия или отсутствия осадков в одном из пунктов в полусуточном разрешении.

При разработке модели в качестве обучающей выборки использовался архив с данными наблюдений метеорологических и аэрологических станций, расположенных на территории Западной и Центральной Сибири, в 00 ч ВСВ в холодные периоды (октябрь–март) с 1982 по 1990 г. В этот архив вошли также сведения о полусуточных осадках с 16 метеорологических станций, расположенных на территории ответственности Среднесибирского УГМС. В целом в обучающей выборке представлено 1456 синоптических ситуаций, каждая из которых описывается более чем 500 параметрами. Однако оперативные данные, входящие в архив, не всегда бывают представлены в полном объеме.

Поэтому реальная обучающая выборка становится короче: ее составляют только те дни, в которые известны все параметры информационной совокупности. Предикторы, описывающие текущую ситуацию за срок 00 ВСВ, соотносятся с фактом наличия или отсутствия осадков, зарегистрированным в 00 (заблаговременность прогноза 24 ч) и 12 ч ВСВ (заблаговременность прогноза 36 ч) следующих суток.

Оценка прогностических возможностей модели по результатам авторских испытаний

Проверка прогностических возможностей модели проводилась на независимой выборке данных за холодные периоды (октябрь–март) 2004–2006 гг. Данные для авторских испытаний, как в последующем для составления прогноза и его оценки, формируются специальным программным комплексом из оперативного информационного потока в соответствии с макетом архивной выборки.

Для оценки качества прогнозов рассчитывались следующие показатели:

- общая оправдываемость прогнозов;
- оправдываемость прогнозов наличия осадков;
- оправдываемость прогнозов отсутствия осадков;
- критерий качества прогноза Пирси–Обухова;
- предупреденность факта наличия осадков;
- предупреденность факта отсутствия осадков.

Оправдываемость прогнозов определялась в соответствии с Наставлением [4], как оправдываемость альтернативного прогноза.

Оценка прогнозов проводилась по группам пунктов, расположенных в северной части территории (СЧТ), центральной (ЦЧТ) и южной (ЮЧТ).

В северную часть территории входят следующие пункты: Норильск, Дудинка, Игарка, Туруханск, Тура, Подкаменная Тунгуска (Бор); в центральную часть – Енисейск, Ачинск, Красноярск, Канск, Ужур, Назарово, Шарыпово; в южную часть – Минусинск, Абакан, Кызыл.

Такое разделение пунктов продиктовано объективно существующим разграничением большой территории на районы с различными климатическими условиями и, соответственно, распределением осадков. В северной части рассматриваемой территории наблюдается наибольшее количество дней с осадками, в южной части – наименьшее.

Подобная детализация имеет место при выпуске прогнозов синоптиками по территории ответственности Среднесибирского УГМС. Средние за рассмотренный период значения оправдываемости прогнозов осадков на ночь составили 73 и 77 % для прогнозов осадков на день. При этом наиболее высокие значения оправдываемости прогнозов отмечены для пунктов СЧТ, за исключением прогнозов по Туре. Наилучшие показатели оправдываемости прогнозов имели место в Туруханске и Игарке. Наиболее низкой была оправдываемость прогнозов в пунктах ЮЧТ. Анализ оправдываемости прогнозов по месяцам показал, что наилучшей оказалась оправдываемость прогнозов в пунктах СЧТ и ЦЧТ в ноябре, а в пунктах ЮЧТ – в марте.

Оправдываемость прогнозов наличия осадков более высокая в пунктах СЧТ (88 % – у прогнозов на ночь, 85 % – у прогнозов на день). Самые высокие оценки оказались в Туруханске (95 % – у прогнозов на ночь, 93 % – у прогнозов на день). В пунктах ЦЧТ и ЮЧТ оправдываемость прогнозов ниже: в центральных районах – 63 % (ночь) и 68 % (день), в южных районах – 56 % (ночь) и 60 % (день). Самые низкие оценки имели прогнозы по пунктам Канск и Кызыл (ниже 50 %).

Для прогнозов отсутствия осадков, наоборот, наиболее высокие проценты оправдываемости получены для пунктов ЮЧТ – 73 % (ночь) и 70 % (день); для

прогнозов по пунктам ЦЧТ эта оценка в среднем не превышает 67 %, а по пунктам СЧТ – 62 %.

Как показатель качества разделения моделью ситуаций по ряду прогнозов за холодные периоды 2004–2005 и 2005–2006 гг. был рассчитан критерий качества Пирси–Обухова. В основном модель показывает вполне удовлетворительное качество разделения для групп пунктов северной и центральной частей территории, средние значения критерия превышают 0,30. Это дает возможность говорить о целесообразности использования данной модели для прогноза осадков на этой территории. Для пунктов ЮЧТ показано невысокое качество разделения, в среднем значение критерия Пирси–Обухова не превышает пороговое значение (0,25). Рассмотрение значений указанного критерия по месяцам показало, что наиболее высокое значение критерия имели прогнозы для пунктов СЧТ в декабре и феврале, для пунктов ЦЧТ – в ноябре. В целом самое низкое качество разделения ситуаций отмечено у прогнозов в октябре для большинства пунктов.

Для более полной характеристики прогностических возможностей рассматриваемой модели рассчитывались также предупрежденности факта наличия осадков и факта отсутствия осадков. По полученным результатам необходимо отметить, что в среднем за период относительно высокая предупрежденность случаев с осадками отмечается для пунктов СЧТ (80 %). Далее к югу этот показатель снижается до 49 % для прогноза на ночь и до 42 % – для прогноза на день. В отдельных пунктах северной и центральной частей территории (Игарка, Ачинск, Красноярск) предупрежденность случаев с осадками в один–два месяца составила 100 %. В среднем по месяцам наиболее низкой предупрежденность осадков оказалась у январских прогнозов для пунктов СЧТ. В пунктах ЦЧТ предупрежденность случаев с осадками несколько ниже во все зимние месяцы, а в пунктах ЮЧТ – она не превышает 50 % во все месяцы холодного периода.

Особый интерес представляет предупрежденность факта выпадения сильных и очень сильных осадков (снег 25 мм). Средняя за период предупрежденность случаев сильных осадков по всем 16 пунктам составила 80 % (в прогнозах на ночь) и 69 % (в прогнозах на день). В СЧТ предупрежденность случаев сильных осадков достигала 96 % (в прогнозах на ночь) и 82 % (в прогнозах на день).

Таким образом, в большинстве случаев моделью «улавливаются» сильные осадки, связанные в холодное время года преимущественно с резкими изменениями в погоде при смещении атмосферных фронтов, т.е. преодолевается инерционность, априори заложенная в статистическую модель.

Наибольшие значения предупрежденности факта отсутствия осадков имеют в среднем прогнозы для пунктов ЮЧТ (83 %), для пунктов ЦЧТ и СЧТ этот показатель значительно ниже, хотя для некоторых пунктов в отдельные месяцы отсутствие осадков предусмотрено модельным прогнозом в подавляющем большинстве случаев (более 90 %). Наиболее низкие показатели предупрежденности факта отсутствия осадков имеют прогнозы, составленные в октябре для пунктов ЦЧТ и СЧТ.

Все показатели качества прогноза осадков по модели, полученные в ходе авторских испытаний, были сопоставлены с фактическим количеством дней с осадками для отдельных пунктов в период испытаний и в обучающей выборке. Было отмечено, что модель, «настроенная» на обучающую выборку, не очень чувствительна к изменению числа дней с осадками относительно их содержания в архиве. Для пунктов, где по данным многолетней выборки осадки наблюдаются часто (факт выпадения осадков в одну часть суток регистрируется более 20 раз за месяц) – СЧТ, они и прогнозируются чаще, и при фактическом увеличении числа дней с осадками оправдываемость прогнозов растет. Если для этих же пунктов фактическое число дней с осадками уменьшается, в прогнозах по модели это уменьшение отражается в меньшей степени, и оправдываемость падает. И, наоборот, для пунктов, где обычно, т.е. по данным архива, осадки наблюдаются редко (ЮЧТ), лучше прогнозируется факт отсутствия осадков, и оправдываемость прогнозов растет с уменьшением фактического количества дней с осадками. Эта закономерность отражена и в показателях предупрежденности факта наличия и отсутствия осадков: прогнозами для пунктов СЧТ лучше предупреждаются ситуации с осадками, для пунктов ЮЧТ – ситуации без осадков.

Следует отметить, что в основном качество прогнозов осадков на ночь оказалось выше качества прогнозов на день, что вполне объяснимо увеличением заблаговременности.

В общем, по основным показателям (общая оправдываемость прогнозов, критерий качества Пирси–Обухова) лучшие оценки имеют прогнозы для пунктов, где

обычно осадки наблюдаются чаще. Оценки эти можно считать удовлетворительными с точки зрения целесообразности использования модели для прогноза осадков, поэтому, основываясь на результатах авторских испытаний, технический семинар ГМЦ Красноярского ЦГМС-Р (26 января 2006 г.) принял решение о проведении оперативных испытаний метода прогноза осадков для холодного периода в октябре–декабре 2006 г.

Результаты оперативных испытаний метода прогноза осадков холодного периода. В октябре–декабре 2006 г. проводились оперативные испытания альтернативной модели прогноза осадков с заблаговременностью 24 и 36 ч холодного периода для 16 пунктов, расположенных на территории ответственности. Общая оправдываемость прогнозов с осадками и предупрежденность осадков для СЧТ превышает 80 %. Значение критерия Пирси–Обухова для СЧТ, превышающее 0,30, свидетельствует о практической значимости прогнозов. Показатели качества прогноза для пунктов центральной и южной частей территории значительно ниже.

Предупрежденность случаев с сильными и очень сильными осадками в среднем за период по всем станциям составила 90 % (ночь, день), для СЧТ – 93 % (в прогнозах на ночь) и 100 % (в прогнозах на день).

Сравнение качества методического (МП) и инерционного (ИП) прогнозов проведено по данным оправдываемости для 16 пунктов территории ответственности Среднесибирского УГМС, а методического и синоптического (СП) – для 11 пунктов, по которым составляется синоптический прогноз осадков. Одиннадцать станций также разбиты на группы, относящиеся к отдельным частям территории: СЧТ (Норильск, Дудинка), ЦЧТ (Енисейск, Ачинск, Красноярск, Канск, Назарово, Шарыпово) и ЮЧТ (Минусинск, Абакан, Кызыл). Для получения сравнимых результатов в прогнозе синоптика оценивался только факт наличия или отсутствия осадков, если не использовался термин «преимущественно без осадков». Если такой термин использовался, то и синоптический, и методический прогнозы оценивались с учетом количества выпавших осадков в соответствии с Наставлением.

Оправдываемость методических прогнозов превышает оправдываемость инерционных прогнозов в среднем на 2–7 %. Наиболее удачными методические прогнозы были в октябре. Самыми низкими оказались оценки методических

прогнозов в ноябре: в прогнозе осадков на ночь методический прогноз «уступил» инерционному по пунктам ЮЧТ, в прогнозах на день – по пунктам ЦЧТ и ЮЧТ.

В сравнении с синоптическим прогнозом методический прогноз имеет оправдываемость в среднем по территории и за весь период испытаний на 2–7 % ниже, чем синоптический. Необходимо заметить, что разница в оценках сравниваемых прогнозов.

Средние оценки оправдываемости методического и инерционного прогнозов обусловлена наличием значительного количества ситуаций, которые в синоптическом прогнозе характеризовались термином «преимущественно без осадков». Метод прогнозировал эти ситуации как «без осадков», в то время как фактически наблюдались незначительные осадки ($\leq 0,2$ мм).

В целом можно заключить, что проведенные оперативные испытания подтвердили результаты, полученные в ходе авторских испытаний относительно прогностических возможностей усовершенствованного метода прогноза осадков в холодный период года. Методические прогнозы имели вполне удовлетворительное качество прогнозов осадков для пунктов СЧТ ответственности Среднесибирского УГМС и несколько хуже – для пунктов ЦЧТ и ЮЧТ.

Рассмотрев полученные результаты испытаний, Технический совет Среднесибирского УГМС 25 января 2007 г. принял следующее решение:

- отметить большую работу, проведенную специалистами отдела по доработке и усовершенствованию метода прогноза осадков в холодный период года;
- рекомендовать использовать указанный метод в оперативной практике в качестве основного расчетного метода при прогнозе осадков на 24–36 ч по северной части территории ответственности УГМС и в качестве вспомогательного метода – при прогнозе осадков по центральной и южной ее части;

П.П. Васильев, Е.В. Васильева, И.А. Горлач

МЕТОД ПРОГНОЗА ЭКСТРЕМАЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА ДО 3 СУТОК ПО АДМИНИСТРАТИВНЫМ ЦЕНТРАМ СУБЪЕКТОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ РЭП (автор П.П. Васильев)

Метод прогноза экстремальной температуры воздуха до 3 суток основан на реализации программно-технологического комплекса адаптивной статистической модели краткосрочного и среднесрочного прогноза и использует статистическую интерпретацию результатов интегрирования гидродинамических моделей атмосферы.

В ГУ «Гидрометцентр России» в оперативную практику внедрена технология построения численных статистических моделей для прогноза элементов погоды (РЭП расчет элементов погоды) с использованием таких алгоритмов, как метод дискриминантного анализа, пошаговые регрессионные алгоритмы с динамическим отбором предикторов на каждом этапе; алгоритм усвоения, контроля и восстановления данных (уровня 2) для сбора и архивации их в среднесрочной проблемно-ориентированной базе данных (СПОБД), необходимой при численной интерпретации; создана справочно-информационная база (SNOB, SNOBIK) для комплектации и распространения прогностической продукции пользователям.

Технология предусматривает возможность формирования выпускаемой продукции различными алгоритмами, предназначенными для районирования по энергосистемам, бассейнам рек, побережьям морей, по территории субъектов Российской Федерации, а также для отдельных пунктов. Система связана с метеорологическими каналами связи, почтовыми серверами и осуществляет, кроме прогноза, накопление и поддержание базы данных (уровней 2 и 3), выполняет оценку оправдываемости прогностической продукции и распространение этой продукции потребителям (в том числе в территориальные УГМС).

Прогноз осуществляется отдельно для минимальной и максимальной температур воздуха. В связи с усовершенствованием и развитием технологии получения, декодирования и обработки метеорологических данных, поступающих по каналам связи, а также самой технологии РЭП, с июля 2008 г. основной сеанс выпуска и передачи прогнозов, рассчитанных на основе технологии РЭП, перенесен с 07 ч 10 мин на 04 ч 50 мин ВСВ.

В соответствии с решением Центральной методической комиссии (ЦМКП) от 9 ноября 2006 г. (п. 2.8), в период с июля 2007 по июнь 2008 г. в ГУ «Гидрометцентр России» были проведены оперативные испытания метода прогноза минимальной и максимальной температуры воздуха с заблаговременностью 1, 2 и 3 суток. Прогнозы рассчитывались по 81 административному центру субъектов Российской Федерации.

Методика испытаний предусматривала сравнение методических прогнозов с прогнозами синоптиков, составляемых в оперативно-прогностических подразделениях и передаваемых в ГУ «Гидрометцентр России» в коде КП-68.

Для установления успешности прогнозов рассчитывались абсолютная ошибка и оправдываемость прогнозов минимальной и максимальной температуры воздуха согласно рекомендациям Наставления.

Результаты проведенных испытаний показали следующее:

- в среднем за период испытания абсолютные ошибки методических прогнозов T_{min} изменялись в пределах от 1,9 °С на первые сутки до 2,2 °С на третьи сутки; а T_{max} от 1,8 °С на первые сутки до 2,3 °С на третьи сутки.

- оправдываемость прогнозов по Наставлению составила при этом соответственно для T_{min} и T_{max} 87 и 89 % на первые сутки и 82 и 80 % на третьи сутки;

- по сравнению с синоптическими, методические прогнозы отличались по оправдываемости в среднем на 1-5 % при суточной заблаговременности, а при заблаговременности 2 и 3 суток были на 5-8 % выше.

Анализ успешности прогнозов на основе технологии РЭП, выполненный для четырех сезонов года, показал наиболее высокую успешность прогнозов T_{max} летом, когда их оправдываемость составляла от 92 до 83 % при увеличении заблаговременности прогнозов от 1 до 3 суток.

Зимой методические прогнозы T_{max} имели оправдываемость ниже, чем летом (при заблаговременности от 1 до 3 суток она составляла от 86 до 78 % соответственно).

Прогнозы T_{min} в зимний период имели оправдываемость несколько ниже (76-68 %) по сравнению с прогнозами T_{min} в другие сезоны года (84-90 %). Наиболее высокую оправдываемость имели прогнозы T_{min} летом (95-92 %).

Анализ значений абсолютной ошибки прогнозов T_{\max} по месяцам показал, что в прогнозах на первые сутки она не превышала $2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ во все месяцы периода испытаний, в прогнозах на вторые и третьи сутки абсолютные ошибки возрастали в январе, апреле и мае 2008 г. до $2,5\text{-}2,9\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Абсолютные ошибки прогнозов T_{\min} наибольшими были в декабре-феврале (от $2,4$ до $2,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ при заблаговременности 1 сутки и $2,4\text{-}3,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ при заблаговременности 3 суток). В остальные месяцы периода испытаний указанные ошибки находились в пределах $1,4\text{-}2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Рассматривая оправдываемость методических и синоптических прогнозов минимальной и максимальной температуры воздуха в течение периода испытаний по месяцам, следует отметить преимущество синоптических прогнозов T_{\min} перед методическими прогнозами T_{\min} в зимние месяцы (декабрь, январь, февраль) в среднем на 47% . В остальные месяцы года методические прогнозы T_{\min} , а также прогнозы T_{\max} имели преимущества перед синоптическими прогнозами.

Рекомендации о внедрении ЦМКП, заслушав и обсудив метод прогноза экстремальной температуры воздуха до 3 суток по административным центрам субъектов Российской Федерации на основе технологии РЭП (автор П.П. Васильев) и результаты его испытаний, отметила, что:

- в ГУ «Гидрометцентр России» разработана и функционирует оперативная технология составления краткосрочного и среднесрочного прогноза температуры воздуха, позволяющая выпускать прогнозы минимальной и максимальной температуры воздуха заблаговременностью до 3 суток по административным центрам субъектов Российской Федерации;

- метод прогноза минимальной и максимальной температуры воздуха до 3 суток по административным центрам субъектов Российской Федерации базируется на статистической интерпретации результатов интегрирования гидродинамических моделей атмосферы;

- численная адаптивная статистическая модель строится заново для каждого прогноза в каждом пункте с использованием синхронных прогностических связей;

- для использования методических прогнозов минимальной и максимальной температуры воздуха при подготовке и выпуске прогнозов в административных центрах регионов Сибири и Дальнего Востока (различные часовые пояса)

технологией предусмотрены в сутки три сеанса расчетов и передачи результатов по каналам связи;

– в связи с усовершенствованием и развитием технологии получения, декодирования и обработки метеорологических данных, поступающих по каналам связи, а также самой технологии РЭП, с июля 2008 г. основной сеанс выпуска и передачи прогнозов, рассчитанных на основе технологии РЭП, перенесен с 07 ч 10 мин на 04 ч 50 мин ВСВ;

– в среднем за период испытания успешность прогнозов минимальной и максимальной температуры воздуха на основе технологии РЭП по большинству административных центров РФ превышала успешность прогнозов на первые сутки, составленных оперативно синоптиками 81 ЦГМС, и успешность прогнозов минимальной и максимальной температуры на вторые и третьи сутки, составленных синоптиками 51 ЦГМС;

– в холодный период года прогнозы минимальной температуры воздуха на первые сутки у синоптиков имели несколько лучшие показатели успешности (абсолютная ошибка меньше на 0,3-0,4 °С, оправдываемость прогнозов по Наставлению выше на 4-7 %), а в теплый период года, наоборот, несколько лучшие показатели успешности у методических прогнозов; прогнозы минимальной температуры воздуха на вторые и третьи сутки на основе технологии РЭП имели меньшие погрешности;

– успешность прогнозов максимальной температуры воздуха в холодный и теплый период года при всех заблаговременностях прогнозов несколько превышала успешность синоптических прогнозов;

– с созданием технологии РЭП появилась информационно-методическая основа для составления краткосрочного прогноза минимальной и максимальной температуры воздуха заблаговременностью до 3 суток по всем административным центрам субъектов Российской Федерации во всех ЦГМС-Р и ЦГМС Росгидромета.

ЦМКП рекомендовала ГУ «Гидрометцентр России» внедрить метод краткосрочного прогноза минимальной и максимальной температуры воздуха, реализованный в технологии РЭП, в оперативную практику в качестве основного метода прогноза минимальной и максимальной температуры воздуха

заблаговременностью до 3 суток по административным центрам субъектов Российской Федерации.

ЦМКП рекомендовала прогностическим подразделениям ЦГМС-Р и ЦГМС использовать прогнозы минимальной и максимальной температуры воздуха в оперативной практике в качестве объективной методической основы при подготовке и выпуске краткосрочных прогнозов погоды заблаговременностью до 3 суток.

М.Я. Здерева, В.М. Токарев, Н.А. Хлучина,

М.С. Котов, М.Я. Виноградова и др.

РАЗРАБОТАТЬ МЕТОД И ТЕХНОЛОГИЮ РАСЧЕТА (WSIBMZ) СРЕДНЕСРОЧНОГО ПРОГНОЗА ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА, ОСАДКОВ И ИНДЕКСА ПОЖАРООПАСНОСТИ ПО РАЙОНАМ ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА-ЮРГА И АДМИНИСТРАТИВНЫМ РАЙОНАМ АЛТАЙСКОГО КРАЯ, ТОМСКОЙ И КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТЕЙ (Т. 8.73)

Несмотря на то, что к настоящему времени существуют методы прогноза отдельных опасных и неблагоприятных явлений погоды для разных регионов России, задача повышения их качества и увеличения заблаговременности предсказания остается актуальной. Данное исследование направлено на повышение эффективности предупреждения высокой пожароопасности в лесах Сибири за счет повышения пространственной детализации и полной автоматизации выпускаемых прогнозов.

Погодные условия устойчиво являются одним из самых важных факторов вероятности возгорания, распространения и динамики лесных пожаров. Зная ожидаемую погоду, можно оценить и динамику пожароопасности в лесах через определенные критерии. Создать показатель, идеально соответствующий фактическому состоянию и полностью удовлетворяющий потребителей, не удастся, во-первых, по причине многообразия условий, присущих возникновению огненной стихии, и сочетаний различных факторов, включая антропогенный, во-вторых, из-за недостатка и большой дискретности начальных данных наблюдений различных природных параметров. Большие возможности для решения последней проблемы

заложены в привлечении данных спутникового зондирования атмосферы и отражения подстилающей поверхности в разных режимах.

Современная технология выпуска прогноза погоды предъявляет требования максимальной автоматизации и объективизации прогностического процесса. Первый опыт создания полностью автоматизированного детализированного среднесрочного прогноза показателя пожароопасности был произведен в СибНИГМИ 2007 года для районов Новосибирской области. Целью данного исследования является создание подобной схемы для остальной территории зоны ответственности Западно-Сибирского УГМС (Новосибирская, Томская, Кемеровская области, Алтайский край) и районов Ханты-Мансийского округа. Поскольку показатель пожароопасности в лесах базируется на основных метеорологических элементах, то первый этап работы включает разработку прогностических алгоритмов для температуры воздуха и осадков с детализацией по метеостанциям рассматриваемой территории.

Одним из наиболее качественных в настоящее время способов объективного прогноза элементов и явлений локальной погоды на средние сроки является физико-статистические разработки на базе прогностической продукции гидродинамических моделей атмосферы (ГДМА). С конца прошлого века в мировых центрах погоды интенсифицируются работы по гидродинамическому моделированию атмосферы. Усилия ученых направлены как на повышение качества прогностической продукции, так и на расширение списка выходных элементов параллельно с увеличением пространственного и временного разрешения. В результате этих работ в международной сети обмена метеорологической информацией появляются новые виды выходной продукции гидродинамических моделей из ведущих центров погоды. Уменьшение модельного шага по пространству дает возможность для увеличения пространственной детализации и в физико-статистических схемах.

В исследовании применен модифицированный вариант известных PP и MOS подходов: базовой информацией для параметров-предикторов служат поля объективного анализа гидродинамических схем. Таким образом, это еще не прогноз, но к исходным данным применены алгоритмы инициализации конкретной схемы, и данные уже определены в аналогичных узлах регулярной сетки. Для накопления архивов использованы модельные выпуски схем ECMF (Рединг) и UKMO (Эксетер). Первая является наиболее надежной по оценкам ожидаемых синоптических

процессов и значений в метеополях, вторая – имеет более широкий список выходных элементов. Модельные данные представлены в узлах географической сетки 2,50*2,50.

В рамках выполнения данной работы авторы вернулись к уже апробированным ранее фиксированным периодам в рабочих архивах, характерным для климата Западной Сибири: холодный — январь, февраль, март, ноябрь, декабрь; переходный — апрель, май и сентябрь, октябрь; теплый — июнь, июль, август. Это обусловлено, прежде всего, применением метода группового учета аргументов (МГУА), с предварительным делением рабочей выборки по знаку суточного изменения давления у земли и температуры на АТ850. Алгоритм МГУА позволяет эффективно отбирать устойчивые решения на большом объеме данных.

В рамках выполнения научно-исследовательской работы разработаны:

- новый метод прогноза экстремальной температуры воздуха на 1-5 суток;
- новый метод прогноза полусуточных сумм осадков на 1-5 суток с детализацией по полусуткам и пунктам региона;
- новый метод прогноза классов пожарной опасности лесов.

Метод прогноза температуры базируется на уравнениях МГУА, построенных для каждой станции рассматриваемого региона, отдельно для минимальной и максимальной температур воздуха. Рабочая выборка сформирована по трем периодам года: холодный, переходный, теплый. В ходе исследования апробировано несколько вариантов внутрисезонной кластеризации рабочих выборок.

Построение уравнений МГУА по распознанным с помощью DW-алгоритма (логического дерева решений) выборкам с потеплениями, похолоданиями или инерционными ситуациями не привело к хорошим результатам. Более эффективным оказалось предварительное деление выборок по знаку ожидаемой тенденции (суточного изменения) давления у земли или температуры на АТ850. Знак определяется по большинству из значений изменений в секторе из 15^0 по широте и 10^0 по долготе, всего на 35 узлах сетки GRIB, окружающих рассматриваемую станцию.

Эксперименты на независимом материале 2009 года позволили определить окончательный выбор уравнений МГУА для восстановления температуры воздуха. В теплом и переходном периоде для большинства равнинных станций оптимальные уравнения получены на выборке, сформированной по знаку изменения температуры

на АТ850, исключения для отдельных возвышенных станций - по знаку изменения давления. В холодном периоде для минимальных температур лучше работают уравнения на выборках, разделенных по величине изменения давления, поскольку в этом периоде года довольно большую повторяемость в Западной Сибири имеют ситуации с устойчивым вертикальным градиентом температуры - инверсиями, и тогда ход температуры на уровне 1,5 км не отражает ситуацию у земли.

Метод прогноза осадков включает два шага: оценку класса ожидаемых осадков и восстановление количества осадков по соответствующему уравнению МГУА. Для кластеризации осадков применен алгоритм DW. Для каждой станции региона по сезонам отдельно для ночных и дневных осадков построены деревья для выделения ситуаций трех классов: без осадков, с осадками, с умеренными осадками. При этом для более качественной оценки ситуации важно правильно сформировать по классам исходную матрицу. Для этой цели разработан отдельный алгоритм определения сектора однородного класса осадков. Первоначально отбираются близкие станции к заданной по следующим шагам:

- расчет расстояний между станциями и выбор шести минимальных;
- отбор из шести ближайших станций однородных по полю осадков.

Для оценки однородности поля осадков получена повторяемость разных градаций осадков для каждой станции региона по всем месяцам (2000-2006 гг.) и по периодам года:

- 1 - менее или равно 0,4 мм;
- 2 - от 0,5 до 5,0 мм;
- 3 - от 5,1 до 10,0 мм;
- 4 - более 10 мм.

Сильные осадки (начиная с 20 мм) отмечены в выборке только в теплом периоде. На большинстве станций число случаев без осадков или очень слабых составляет 40-60 % в течение всего года, ниже 30 % случаев первая градация не отмечена ни на одной станции.

Условия для формирования сектора однородного поля осадков для рассматриваемой станции выработаны на сопоставлении значений вероятности осадков соответствующих градаций данной станции с каждой из шести ближайших: - разность вероятностей осадков первой градации (без осадков и слабые) $< 6\%$ и -

разность вероятностей осадков больше $5 \text{ мм} < 6 \%$. При невыполнении хотя бы одного из условий, данные по осадкам «близкой» станции в рассматриваемый сектор не привлекаются, несмотря на расстояние.

Не менее важным для прогноза класса пожарной опасности является прогноз влажности воздуха. Разница между показателями "сухого" (температура воздуха) и смоченного термометров отражает количество влаги в атмосфере при данной температуре: чем ниже влажность воздуха, тем больше скорость процесса испарения и тем самым ниже температура смоченного термометра. Для многих задач важно знать не само количество водяного пара в атмосфере, а его соотношение с упругостью насыщения, то есть с максимально возможным давлением пара при данной температуре. После достижения упругости насыщения начинается процесс конденсации, а его дефицит отражает условия для испарения.

Для ожидаемой степени пожароопасности используется как традиционно принятый показатель Нестерова, так и его модификация: произведение температуры воздуха и дефицита точки росы заменяется дефицитом упругости насыщения.

Таким образом, расчет степени пожароопасности в лесах по метеорологическим условиям включает по первому блоку:

- расчет прогнозов максимальной температуры воздуха;
- расчет прогнозов дефицита точки росы и дефицита упругости насыщения водяного пара;
- расчет прогнозов осадков;
- расчет показателей пожароопасности;
- определение степени пожароопасности в классах.

К первому блоку добавлен расчет минимальной температуры воздуха.

Показатель степени пожароопасности рассчитывается в переходный и теплый периоды года со времени схода снежного покрова в лесах (весной) и до появления нового (осенью).

В остальное время года по разработанным методам рассчитываются прогнозы экстремальной температуры воздуха и осадков. Полученная модель полностью автоматизирована. Разработано программное обеспечение всех составляющих блоков полученной модели WSIBMZ:

- выборка исходных фактических данных из оперативных баз данных;

- контроль и восстановление забракованных и отсутствующих данных;
- выборка данных гидродинамических моделей;
- определение текущего периода года и выбор соответствующего методического алгоритма;
- расчет прогнозов;
- форматирование выходной продукции для различных пользователей: таблицы, телеграммы, файлы для оценок;
- запись результатов в файлы для оценки;
- передача результатов по каналам связи в ЦГМС региона;
- представление результатов в ГИС «Погода в реальном времени»;
- ежемесячная оценка прогнозов.

По результатам испытания методов прогноза температуры воздуха, количества осадков, классов пожарной опасности, разработанных в рамках выполнения темы НИР (8.73) были даны рекомендации к внедрению модели WSIBMZ в оперативную работу прогнозистов Западно-Сибирского УГМС и Ханты-Мансийского ЦГМС. По результатам испытания, проведенного в Гидрометцентре ГУ «Новосибирский ЦГМС-РСМЦ» и в ГУ «Ханты-Мансийский ЦГМС» было отмечено:

1. Более высокая оправдываемость методических прогнозов температуры воздуха по модели WSIBMZ по сравнению с существующими региональными методами прогнозов температуры (авторы И.Г.Храмцова, М.Я.Здерева).

2. Технология получения и распространения прогнозов полностью автоматизирована. Расчет прогнозов может производиться как на базе данных ГИС МЕТЕО, так и на данных SQL-базы СибНИГМИ. Передача прогнозов пользователям осуществляется как по традиционным каналам связи, так и с помощью интернет-технологии на базе ГИС «Погода в реальном времени», что предоставляет дополнительные возможности для оформления результатов и для расширения списка потребителей прогнозов.

3. Распространение расчетов автоматизированных прогнозов на Алтайский край, Томскую и Кемеровскую области, Ханты-Мансийский АО с детализацией по пунктам оказывает значительную помощь синоптикам региональных ЦГМС при прогнозе высокой и чрезвычайной пожарной опасности.

П.П.Васильев

МЕТОД ПРОГНОЗА СРЕДНЕЙ ЗА ДЕКАДУ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА И ЕЕ
АНОМАЛИИ ПО ТЕРРИТОРИИ РОССИИ С НУЛЕВОЙ
ЗАБЛАГОВРЕМЕННОСТЬЮ

Метод прогноза средней за декаду температуры воздуха и ее аномалии по территории России с нулевой заблаговременностью основан на реализации программно-технологического комплекса адаптивной статистической модели среднесрочного прогноза и использует статистическую интерпретацию результатов интегрирования гидродинамических моделей атмосферы.

В ГУ «Гидрометцентр России» функционирует оперативная технология составления краткосрочного и среднесрочного прогноза температуры воздуха (технология РЭП – расчет элементов погоды, автор П.П. Васильев). Указанная технология наряду с другими методами реализует метод прогноза средней декадной температуры воздуха и ее аномалии по территории России с нулевой заблаговременностью.

Метод прогноза средней за декаду температуры воздуха и ее аномалии по территории России с нулевой заблаговременностью основан на методе статистической интерпретации результатов интегрирования гидродинамических моделей атмосферы (ECMWF, UKMO).

Программная реализация методологии построения численных статистических моделей для прогноза элементов погоды с использованием таких алгоритмов, как метод дискриминантного анализа, пошаговые регрессионные алгоритмы с динамическим отбором предикторов на каждом этапе; алгоритм усвоения, контроля и восстановления данных (уровня 2) для сбора и архивации их в среднесрочной проблемно-ориентированной базе данных (СПОБД), необходимой при численной интерпретации.

Следует отметить, что:

- изучение климатического режима и пространственно-временной структуры основных метеорологических элементов (температуры и др.) позволило корректно осуществлять построение вышеперечисленных алгоритмов;

- численная адаптивная статистическая модель строится заново для каждой географической точки, для каждой даты и заблаговременности прогноза, и использует синхронные прогностические связи;

- методика прогноза дополнительно к детализированному по дням прогнозу температуры воздуха на 7 суток включает самостоятельную (также полностью адаптивную) статистическую модель, в потенциальные предикторы которой входят величины, связанные с перестройкой (тенденциями изменения) высотного поля геопотенциала (характеризующего условия формирования и перемещения воздушных масс), осредненные по площади окружающего пространства в точку прогноза;

- технология предусматривает возможность формирования выпускаемой продукции различными алгоритмами (для отдельных пунктов, для территории субъектов Российской Федерации).

Рассматриваемая методика прогноза в рамках технологии РЭП является единственной автоматизированной прогностической технологией в ГУ «Гидрометцентр России», выпускающей оперативные прогнозы декадной температуры и ее аномалии, по территории всех Федеральных округов России, с нулевой заблаговременностью.

Оперативные испытания метода прогноза средней за декаду температуры воздуха и ее аномалии по территории России с нулевой заблаговременностью проводились в ГУ «Гидрометцентр России» в период с июля 2007 г. по июнь 2008 г. В период испытаний выполнена оценка декадных прогнозов температуры воздуха и ее аномалий по 326 станциям Российской Федерации для 36 календарных и 252 скользящих декад.

Оценка успешности прогнозов декадной температуры и ее аномалии за период испытания осуществлялась путем сравнения их с тривиальными (климатическими) прогнозами.

Результаты показали следующее:

- в среднем по всем календарным и скользящим декадам абсолютные ошибки прогнозов средней декадной температуры и ее аномалий ΔT не превышали $2,0^{\circ}\text{C}$ и находились в пределах от $0,8$ до $1,9^{\circ}\text{C}$ во все месяцы года, за исключением зимнего периода и марта 2008 г., когда абсолютная ошибка аномалии ΔT составляла от $2,0^{\circ}\text{C}$ до $2,9^{\circ}\text{C}$ как для календарных декад, так и для скользящих декад;

- оправдываемость прогнозов средней декадной температуры воздуха по Наставлению при этом была выше 80 % (80-99 %), за исключением вторых декад декабря 2007 г. и марта 2008 г., когда она не составляла 73 %;
- показатель аналогичности r , характеризующий меру совпадения изменений прогнозируемой и фактической температуры воздуха (и ее аномалии) по знаку, для рассматриваемого метода был выше 0,4 с преобладанием значений более 0,6, что как правило превышало значения r инерционных прогнозов, более чем в 1,5-2 раза;
- сравнение характеристик успешности методических и инерционных прогнозов показало заметное преимущество методического прогноза над инерционным по всем значениям оценок прогнозов. Оправдываемость по Наставлению ($R_n\%$) у инерционных прогнозов, как правило, была ниже 60-70 %, Исключение составили первая декада октября и вторая декада декабря 2007 г., когда R_n инерционных и методических прогнозов различалась всего на 3-4 %.

В целом результаты выполненного сравнения показали преимущество методических прогнозов над климатическими и инерционными декадными прогнозами температуры воздуха.

Центральная методическая комиссия по гидрометеорологическим и гелиогеофизическим прогнозам (ЦМКП) Росгидромета в своем решении от 24 октября 2008 г. отметила, что функционирующая в ГУ «Гидрометцентр России» оперативная технология составления краткосрочного и среднесрочного прогноза температуры воздуха (технология РЭП – расчет элементов погоды) позволяет реализовать метод прогноза средней декадной температуры воздуха и ее аномалии с нулевой заблаговременностью по территории России с высоким качеством. ЦМКП рекомендовала ГУ «Гидрометцентр России» внедрение метода прогноза декадной приземной температуры воздуха и ее аномалии с нулевой заблаговременностью на основе автоматизированной технологии РЭП в оперативную практику в качестве основного метода прогноза по территории Российской Федерации.

ЦМКП рекомендовала прогностическим подразделениям УГМС использование декадных прогнозов температуры воздуха и ее аномалии, выпускаемые на основе данной технологии, в оперативной практике.

Л.В. Беркович, А.Н. Багров

ПРОГНОЗ ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ, ВЕТРА И ОСАДКОВ
ДЛЯ 17 ОБЛАСТНЫХ ГОРОДОВ ЦЕНТРАЛЬНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА С
ЗАБЛАГОВРЕМЕННОСТЬЮ ДО 84 Ч

Отдел гидродинамических краткосрочных прогнозов погоды ФГБУ «Гидрометцентр России» ежедневно осуществляет выпуск и распространение оперативных гидродинамических прогнозов метеозаэlements (минимальная и максимальная температура воздуха, направление и скорость ветра, порывы ветра и осадки) с 3-часовой детализацией с заблаговременностью до 48 часов по 17 областным городам Центрального федерального округа (ЦФО), включая Москву, на основе полушарной модели и технологии.

Результаты оперативных испытаний гидродинамических прогнозов погоды для Москвы позволили распространить такие прогнозы для оперативного метеорологического обеспечения всех областных городов ЦФО. В отличие от синоптических, они представляют возможность расчета суточного хода всех основных метеовеличин с любой требуемой для потребителя дискретностью по времени, т.е. обладают значительно большей детальностью.

Исследования по дальнейшему совершенствованию гидродинамических прогнозов погоды привели к созданию методики комплексного прогноза метеовеличин в пунктах ЦФО. Результативность прогнозов, достигнутая при авторских испытаниях, послужила основанием для проведения оперативных испытаний с 1.10.2010 г. по 30.09.2011 г. от исходного срока прогнозов 00 ч ВСВ.

Прогноз приземной температуры, ветра и осадков для 17 областных городов ЦФО основан на комплексном использовании результатов гидродинамических прогнозов ряда отечественных и зарубежных прогностических моделей.

В перечень прогностических моделей входят:

- полусферная модель (Mod 1, Mod 21) в различной конфигурации (разрешение, физическое наполнение, начальные данные и др.) (автор – Л.В. Беркович);
- ETA-модель (США) для Европейской территории России в 2 вариантах

(ETA 0, ETA 12);

- WRF-модель (США, отв. – К.Г. Рубинштейн);
- модель UKMO (Великобритания);
- модель NCEP (США).

Прогностические поля по моделям UKMO и NCEP используются непосредственно, т.е. в том виде, в каком поступают по каналам связи; прогнозы WRF берутся также в готовом виде из базы суперкомпьютера SGI Altix 4700 по исходному сроку 12 ч ВСВ предыдущего дня; прогнозы по остальным моделям рассчитываются в основном на оперативном персональном компьютере с использованием полей оперативного объективного анализа ФГБУ «Гидрометцентр России».

Результаты комплексных прогнозов получаются путем осреднения прогнозов по различным моделям с учетом статистической коррекции для различных сезонов, городов, метеорологических величин и заблаговременностей прогнозов. Ниже приведен один из возможных вариантов представления результатов комплексных прогнозов температуры и осадков для Москвы по исходным данным для составления прогноза 00 ч ВСВ 4.10.2011 г. (табл. 1).

Время готовности комплексных прогнозов ~ 4.30 ч ВСВ.

При проведении оперативных испытаний проводилась сравнительная оценка успешности прогнозов элементов погоды испытываемым комплексным методом (Berk) с аналогичными прогнозами отечественных и зарубежных моделей атмосферы различного масштаба, среди которых четыре зарубежных глобальные модели: UKMO (Великобритания), NCEP (США), DWD (ФРГ) и JAPA (Япония); три глобальных модели Гидрометцентра России (T85, T169 и PLAV); региональная модель Regi; шесть мезомасштабных моделей в различных вариантах конфигурации, реализованных и используемых в научной и оперативной работе в Гидрометцентре России, а также ансамблевый прогноз AnUNJ (авторы – А.Н. Багров, В.А. Гордин ФГБУ «Гидрометцентр России»).

Оценки успешности прогнозов проводились по 17 областным городам ЦФО.

С 1 декабря 2011 года информация комплексных прогнозов поступает в отдел краткосрочных прогнозов погоды и опасных явлений ФГБУ «Гидрометцентр России» в 8.30 ч МСК.

Испытания показали довольно высокое качество прогнозов «срочной» температуры воздуха по представленному методу, как на ночное, так и на дневное время. Качество прогнозов осадков по факту их выпадения испытываемым методом примерно соответствует среднему качеству таких прогнозов других испытываемых моделей, а по количеству осадков – несколько лучше средних показателей.

Векторная ошибка при прогнозе «среднего» ветра по предложенной методике соответствует точности прогнозов ветра глобальных моделей, но меньше ошибок мезометеорологических моделей.

Технологическая линия расчетов прогнозов функционирует в отделе гидродинамических краткосрочных прогнозов погоды ФГБУ «Гидрометцентр России» более 3 лет.

На основе результатов оперативных испытаний комплексного прогноза температуры, осадков и ветра для 17 областных городов ЦФО Центральная методическая комиссия по гидрометеорологическим и гелиогеофизическим прогнозам Росгидромета (ЦМКП) от 21 октября 2011 г. рекомендовала использование данного метода прогноза в оперативной работе лаборатории прогнозов по ЦФО отдела краткосрочных прогнозов погоды и опасных явлений ФГБУ «Гидрометцентр России» в качестве консультативного метода.

© Методический кабинет Гидрометцентра России

М.А.Толстых, Н.Н. Богословский, А.В. Шляева

**ПРОГНОЗ ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА И СРЕДНЕГО ВЕТРА ДЛЯ
РЕГИОНОВ ВНЕТРОПИЧЕСКОЙ ЧАСТИ СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ С
ПОМОЩЬЮ ПОЛУЛАГРАНЖЕВОЙ МОДЕЛИ С ПОСТОЯННЫМ
РАЗРЕШЕНИЕМ ПЛАВ 2005 С ЗАБЛАГОВРЕМЕННОСТЬЮ ДО 120 ЧАСОВ**

В Гидрометцентре России совместно с ИВМ РАН была разработана глобальная полулагранжевая конечно-разностная модель среднесрочного прогноза погоды ПЛАВ (версия модели с постоянным разрешением по горизонтали, шаг по широте $0,72^\circ$, по долготе $0,9^\circ$) и с 28 неравномерно расположенными уровнями по вертикали). Прогноз

полей метеорологических элементов осуществлялся с помощью численного решения уравнений гидротермодинамики в сигма-системе координат на сфере. В модель включены параметризации процессов подсеточного масштаба (коротко- и длинноволновая радиация, глубокая и мелкая конвекция, планетарный пограничный слой, торможение гравитационных волн, тепло- и влагообмен с подстилающей поверхностью), разработанные в Метео-Франс для модели оперативного прогноза ARPEGE/IFS.

Решением ЦМКП от 27.01.2006 г. модель рекомендована к внедрению в Гидрометцентре для прогноза метеорологических полей в свободной атмосфере и давления на уровне моря, а решением ЦМКП от 29.11.2007 г. – для прогноза осадков.

Для улучшения прогноза приземной температуры воздуха в блоке параметризации процессов подсеточного масштаба использована параметризация процессов тепло- и влагообмена с почвой ISBA. В параметризации ISBA учитывается влияние растительности на суточный ход испарения, способность растительности перехватывать и испарять поступившие на нее осадки, а также тепловая инерция растительности. В модель включено и расширение этой параметризации, касающиеся промерзания и оттаивания почвы. Для работы параметризации ISBA необходимо корректное и согласованное с данной параметризацией задание начальных значений влагосодержания почвы.

В качестве начальных данных модель ПЛАВ использует поля оперативного объективного анализа на стандартных изобарических поверхностях с горизонтальным разрешением 1,25 градуса по долготе и широте, а также объективные анализы на модельной сетке: поля температуры и относительной влажности на уровне 2 м, температуры и влагосодержания поверхностного и глубинного слоев почвы, разработанные в Лаборатории перспективных численных методов в моделях атмосферы ГУ «Гидрометцентр России», поля температуры поверхности океана и высоты снежного покрова, разработанные А.Н. Багровым.

Авторами впервые в России реализована технология усвоения почвенных переменных и вариационный алгоритм усвоения приземной температуры. Программный комплекс модели был распараллелен в 2006 году на основе сочетания технологий MPI и OpenMP, достигнута масштабируемость кода на 512 процессорах.

Прогностическая модель работает на сервере Xeon4b в оперативном режиме под управлением системы АСООИ и записывает выходную продукцию в базы АСООИ LAG1 и LAG2 на машинах Xeon4b и Xeon4. Модель ПЛАВ в различных версиях реализована в опытном режиме на новом вычислителе SGI Altix 4700, установленном в ГВЦ Росгидромета. Экспериментальная версия модели, включающая постпроцессинг, с горизонтальным разрешением над Россией порядка 37 км и 50 уровнями по вертикали показывает параллельное ускорение около 24 на 48 вычислительных ядрах, при этом на 36 ядрах время расчета прогноза на 24 часа составляет 20 мин.

По результатам испытаний прогноза приземной температуры в модель были внесены некоторые изменения, направленные на повышения качества прогноза приземной температуры в зимний период:

- уточнение климата температуры и влагосодержания глубинного слоя почвы,
- усовершенствованная схема расчета альbedo снега на растительности (Bazile et al, 2003),
- параметризация пограничного слоя атмосферы на основе псевдо-кинетической энергии турбулентности (Geleyn et al, 2006),
- для интерполяции температуры на уровень 2 м применены профили Грачева (BLM2006) в приземном подслое для случаев устойчивой стратификации.

Результаты оперативной эксплуатации модели в период ноябрь 2008 г. – февраль 2009 г. подтвердили улучшение оценок прогноза приземной температуры.

Методика испытаний

Оперативные испытания прогнозов приземной температуры воздуха и приземного среднего ветра (зональной и меридиональной составляющих), рассчитанных моделью ПЛАВ–2005, проводились в сравнении с аналогичными прогнозами оперативной глобальной модели T85L31 и с прогнозами зарубежных метеорологических центров (UKMO, NCEP, DWD) в период с ноября 2007 г. по октябрь 2008 г.

Оценка прогнозов температуры воздуха, среднего ветра производилась путем сравнения с данными наблюдений на станциях: при оценке успешности прогнозов приземной температуры воздуха рассчитывались средняя, абсолютная, среднеквадратическая и относительной ошибки; при оценке успешности прогнозов среднего приземного ветра рассчитывались средняя, абсолютная и среднеквадратическая ошибки векторной разности прогностического и фактического ветра.

Показатели успешности прогнозов заблаговременностью 12, 24, 36, 48 и 72 ч по исходному сроку 00 ч ВСВ рассчитывались для центральной части Европейской территории России, территории Урала и Западной Сибири, территории Восточной Сибири и Дальнего Востока.

Показатели успешности прогнозов заблаговременностью 24, 48, 72, 96 и 120 ч, по исходному сроку 12 ч ВСВ рассчитывались для регионов: Северное полушарие, Европа, Азия и центральная часть Европейской территории России (27° - 57° в. д., 45° - 65° с. ш.).

Результаты оперативных испытаний

Результаты оперативных испытаний показали:

- лучшие показатели успешности прогнозов приземной температуры заблаговременность до 72 ч отмечены у модели на большинстве рассматриваемых территорий у модели Т85L31, при заблаговременности прогнозов 96 ч и более у модели ПЛАВ 2005;

- в среднем показатели успешности прогнозов среднего приземного ветра у модели ПЛАВ 2005 оказались несколько выше, чем у модели Т85L31;

- дополнительный анализ ошибок прогнозов среднего ветра на территории центральной части Европейской территории России по модели ПЛАВ 2005 в градациях фактического ветра 0-5, 5-10 и более 10 м/сек показал, что модельные прогнозы имели погрешности в указанных градациях соответственно:

1–2 м/с, 2-3 м /с 4-6,5 м/с.

Рекомендации Центральной методической комиссии по гидрометеорологическим и гелиогеофизическим прогнозам от 2 апреля 2009 г.

Одобрить работу, выполненную в ГУ «Гидрометцентр России» по развитию глобальной полулагранжевой конечно-разностной модели ПЛАВ 2005 прогноза полей метеорологических величин в свободной атмосфере и характеристик приземной погоды с использованием технологии усвоения почвенных переменных.

Рекомендовать ГУ «Гидрометцентр России»:

- расширить внедренную технологию прогноза полей метеорологических величин в свободной атмосфере и осадков на основе глобальной модели ПЛАВ 2005 включением прогнозов полей приземной температуры и приземного ветра с заблаговременностью до 120 ч и размещать указанные прогнозы на веб-сайте ГУ «Гидрометцентр России»;

- рассмотреть возможность выпуска прогнозов минимальной и максимальной приземной температуры воздуха (в терминах прогнозов, выпускаемых синоптиками) и сравнения их с синоптическими прогнозами;

- провести дополнительный анализ показателей успешности прогнозов приземной погоды с целью выработки практических рекомендаций для прогнозистов и дополнительные испытания прогнозов ветра на акватории океанов с использованием данных измерений, выполняемых буями;

- продолжить работы по улучшению качества прогнозов на основе модели ПЛАВ с учетом результатов, полученных в период испытаний.

© Методический кабинет Гидрометцентра России

Д.А. Бураков, В.Ф. Богданова, Н.С. Зайцева, В.Ф. Космакова,

В.Н. Копытин, В.Ю. Ромасько, С. А. Холод, А.В. Шнитова

МЕТОД ПРОГНОЗА ЕЖЕДНЕВНЫХ И МАКСИМАЛЬНЫХ УРОВНЕЙ ВОДЫ В БАССЕЙНАХ РЕК ВЕРХНЕЙ, СРЕДНЕЙ И НИЖНЕЙ ОБИ, НИЖНЕГО ИРТЫША С ПРИМЕНЕНИЕМ МАТЕМАТИЧЕСКИХ И ФИЗИКО-СТАТИСТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

1. Физико-статистический метод долгосрочного прогноза максимальных уровней весеннего половодья

В основу физико-статистической модели долгосрочного прогноза максимальных уровней воды положены исследования Л.Г. Шуляковского. Для разработки методик прогноза максимальных уровней сначала подбирались оптимальные уравнения для обобщенных показателей. Они представляют линейные комбинации соответствующих гидрометеорологических предикторов, измеряемых в пунктах наблюдения гидрометеорологической сети. К обобщенным показателям относятся:

- характеристика толщины льда или ее изменение по длине участка реки;
- показатель теплозапасов почвы;
- показатели температуры воздуха в марте и апреле;
- показатели влагообеспеченности (количество осадков в апреле или марте-апреле);
- показатель снегонакопления;
- характерные осенние и зимние уровни;
- осенний сток.

Набор предикторов, входящих в уравнения для обобщенных показателей, определяется из физических соображений и уточняется на основе корреляции с максимальными уровнями воды. Используемые предикторы:

- Запасы воды в снеге в пунктах наблюдения, характеризующие количество поступившей на водозабор талой воды.
- Температура воздуха в марте (декадная, месячная), косвенно характеризует тип весны. Например, при низкой температуре марта более вероятна холодная погода в первой половине апреля и последующее интенсивное потепление в конце апреля-начале мая, усиливающее концентрацию весеннего половодья. Теплое начало марта чаще сопровождается растянутым половодьем.
- Температура почвы характеризует теплофизические процессы впитывания и повторного замерзания талой воды с возможным образованием запирающих слоев на открытых участках. Вертикальный градиент температуры в почвенном слое косвенно характеризует запас влаги в почве (чем меньше градиент, тем больше влагозапас).

- Температура воздуха в апреле характеризует величину таяния и оставшегося в бассейне влагозапаса, переходящего на начало мая.
- Количество весенних осадков отражает дополнительное поступление воды и косвенно влажность воздуха и потери воды на испарение.
- Осенний сток характеризует запасы влаги, и льдистость почвы к моменту начала снеготаяния, либо водность реки в период замерзания и пропускную способность русла.
- Максимальная толщина льда указывает на его объем и прочность, и предопределяет заторность реки в период вскрытия.
- Уровень реки на дату появления ледовых образований или на дату установления ледостава, минимальный и максимальный уровни за зимний период, а также превышение максимального уровня над уровнем воды на момент установления ледостава отражают ледовые условия, наличие зажоров льда в зимний период и пропускную способность русла.

Линейные комбинации перечисленных предикторов – есть соответствующие обобщенные показатели. Весовые коэффициенты в этих комбинациях определяются на основе множественной корреляции отобранных предикторов с максимальным уровнем воды. Далее вычисляются значения всех обобщенных показателей за каждый год и путем множественной регрессии устанавливаются линейные зависимости между обобщенными показателями и максимальными уровнями воды. Это и есть искомые уравнения для прогнозов.

Предложенный путь позволяет использовать преимущества физического подхода (на этапе «конструирования» обобщенных показателей) и объективного статистического анализа (на этапе получения прогностических уравнений). При расчете прогноза используются данные наблюдений за последние 50 лет.

Максимальные уровни воды не всегда связаны с заторами льда. Нередко они сформированы снегодождевыми паводками и наступают в мае-начале июня при прохождении первой или второй волны половодья.

В первом случае волна половодья формируется за счет интенсивной и дружной весны при устойчивом юго-западном переносе воздушных масс. На повышение уровня влияет накопленные за зиму запасы воды в снеге, температура воздуха в мае.

Во втором случае максимальных отметок уровни воды достигают при формировании второй (или очередной) волны половодья, которая чаще имеет снегодождевой характер. В горных районах, ливни, связанные с прохождением атмосферных фронтов, обеспечивают интенсивное таяние и водоотдачу из снежного покрова. При таком развитии погоды талый сток, без существенных потерь на испарение и инфильтрацию, попадает в русловую сеть, формируя максимум в замыкающем створе. В некоторых случаях площадь снегового покрытия бассейна может составлять всего 10 %.

В равнинной зоне, осадки, выпадающие после схода снега на быстро просыхающую поверхность бассейна, просачиваются в почву и расходуются в основном на испарение. Однако, в дождливые годы в лесной зоне они вызывают дополнительные подъемы воды на спаде половодья.

Долгосрочный прогноз максимальных уровней воды составляется в конце марта, уточнение в апреле-мае.

Метод не требует больших временных затрат в подготовке исходных данных, и является автоматизированным.

2. Прогноз ежедневных уровней воды

В основу метода положена математическая модель формирования стока для сибирских рек. Рассматриваемый бассейн рек отличается сложным строением рельефа и широким диапазоном изменения ландшафтов. Вследствие недостаточного информационного обеспечения гидрологических прогнозов, в оперативной практике реализованы концептуальные модели, использующие всю доступную оперативную информацию, – наземную (температура воздуха, осадки, расходы и уровни воды в замыкающем створе и на речной системе) и спутниковую (динамика снегового покрытия территории водосбора). В обобщенном виде структура модели показана на рисунке 1.



Рисунок А1.- Общая структура модели формирования стока

Разработанная методика учитывает специфику формирования максимальных уровней воды, например, в нижнем бьефе высоконапорной Красноярской ГЭС, для заболоченных рек Западносибирской равнины, для рек горных районов южной Сибири и Среднесибирского плоскогорья.

Для описания основных процессов концептуальные модели используют физически и экспериментально обоснованные соотношения. Процессы стокообразования описываются с помощью созданных гидрологией понятий в укрупненном, обобщающем виде. Территориальное многообразие процессов стока учитывается путем выделения в бассейне ландшафтно-гидрологических районов. На рисунках 1 и 2 приведены схемы ландшафтно-гидрологических районов, принятые в гидролого-математической модели, для бассейнов рек горной территории на примере бассейна Верхней Оби (Северо-Восточный Алтай, рис.А2) и для бассейнов рек равнинной территории Западной Сибири, где диапазоны высот практически не превышают 300 м над уровнем моря (рис. А3).

В горных условиях в каждом районе учитывается высотная поясность через выделение высотных зон. Неравномерность распределения на водосборах запасов снега, емкостного поглощения воды и других факторов формирования стока учитывается с помощью распределений вероятности.

В горах южной Сибири пункты наблюдений за снегонакоплением располагаются в основном в относительно засушливых речных долинах. В зонах высокой снежности регулярные наблюдения почти не проводятся. Для оценки

запасов снега используется подход, согласно которому допускается существование постоянного соотношения между суммами осадков, выпавших за одинаковые календарные периоды на нижних и верхних высотных уровнях бассейна. По данным наиболее репрезентативных пунктов наблюдений оцениваются относительные (в долях многолетней нормы) характеристики снегонакопления (модульные коэффициенты).

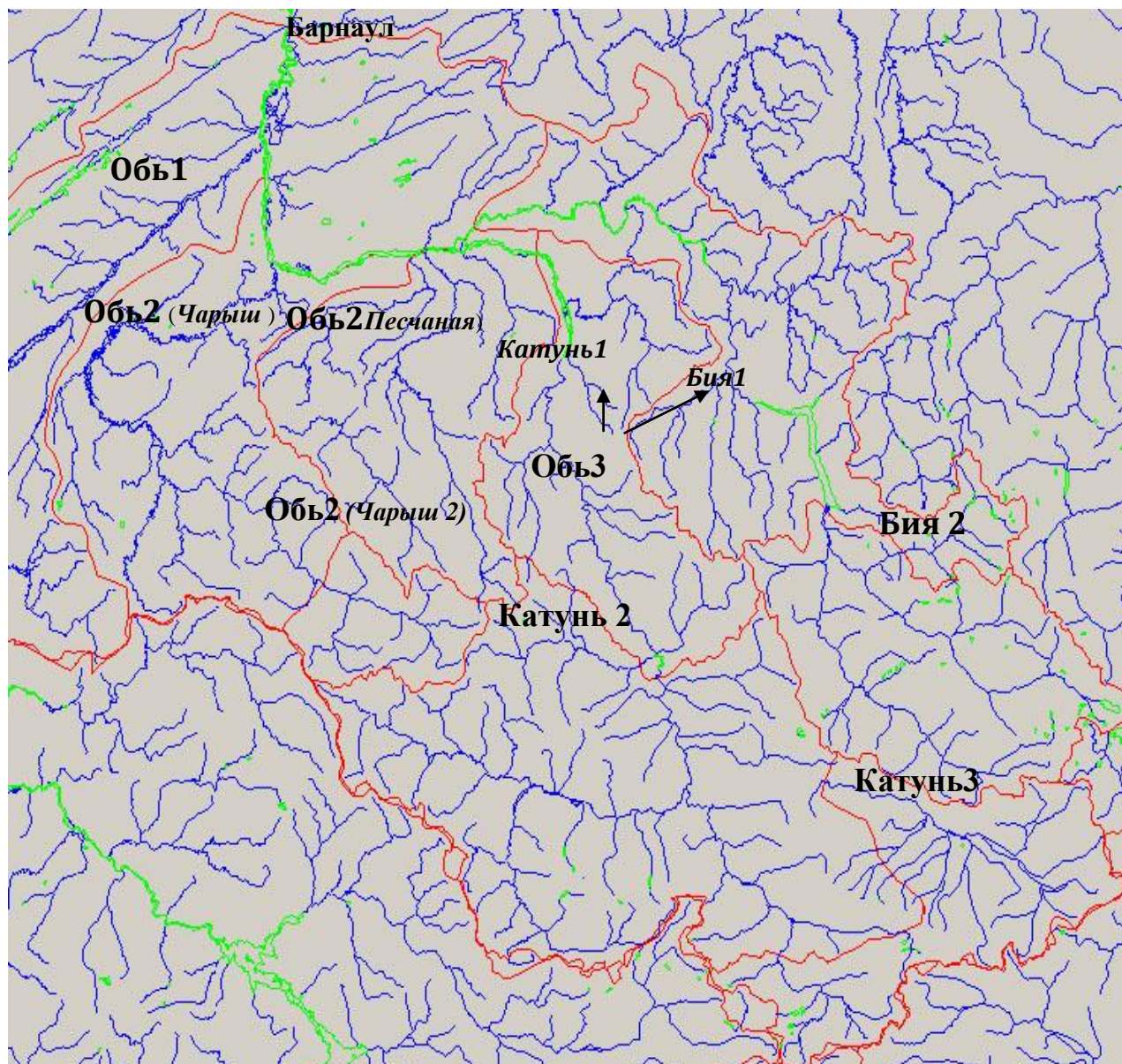


Рисунок А2. - Схема ландшафтно-гидрологических районов в бассейне Верхней Оби

Переход от относительных к абсолютным значениям запасов воды в снеге (мм) осуществляется умножением соответствующих модульных коэффициентов на

многолетние средние запасы воды в районах и высотных зонах. Последние определяются на основе обобщения существующей информации, научных публикаций, а также с использованием спутниковой информации на основе анализа высотной динамики сезонных снеговых границ.

Главным источником питания рек в период весеннего половодья является вода, образующая в процессе таяния запасов воды в снежном покрове, накопившегося в холодную часть года. Запасы воды в снеге, накапливающиеся на открытых участках и в лесу, заметно различаются в зависимости от ветрового переноса снега, от таксационных характеристик леса, оттепелей в период снегонакопления и других факторов. Средние запасы воды в снежном покрове по площади бассейнов определяются по данным маршрутных снегосъемок с учетом доли площади открытых и лесных угодий.

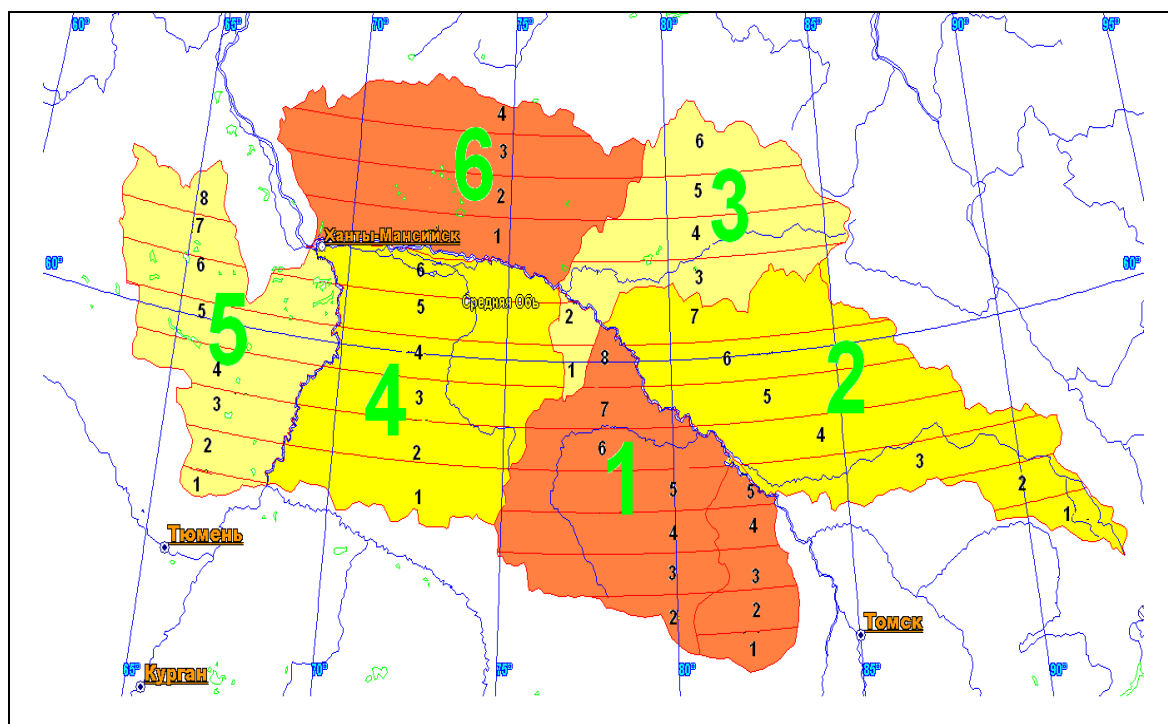


Рисунок А3.- Ландшафтно-гидрологические районы и широтные зоны бассейна Средней Оби

Осадки, выпавшие в период снеготаяния, чаще всего, в несколько в несколько раз меньше запасов воды в снежном покрове. Отделить сток осадков от стока талого стока затруднительно, поэтому эти виды стока суммируются и обозначаются, как сток талых вод.

Осадки, выпавшие после схода снега на быстро просыхающую поверхность, просачивается в почву и в основном расходуется на испарение. В дождливые годы, когда величина выпавших осадков превышает норму в 2-2,5 раза, они вызывают дополнительные подъемы воды на спаде половодья. Дождевой сток в период спада половодья определяется путем расчленения гидрографа с использованием типовой кривой спада.

Сток, обусловленный подземным питанием, определяется по величине расхода воды в конце зимы. Дождевой сток на спаде половодья выделяется на гидрографе с применением типовой кривой спада половодья. В результате расчленения гидрографа стока по типам водного питания определяются три составляющие суммарного стока за период половодья (в мм слоя воды):

- сток талых вод, который формируется в результате таяния снега и поступления осадков периода снеготаяния;
- дождевой сток (формируется осадками, выпавшими после схода снежного покрова);
- подземный сток.

Для оценки площадей снегового покрытия (заснеженности) бассейнов по спутниковым данным используется автоматизированная система обработки космической информации – «Служба мониторинга заснеженности», установленная в центрах приема спутниковой информации: СЦ ФГБУ «НИЦ ПЛАНЕТА» (г. Новосибирск), Институт леса РАН (г. Красноярск), Югорский научно-исследовательский институт информационных технологий (г. Ханты-Мансийск).

Согласно исследованиям В.Ю. Ромасько для территории Горного Алтая и Саян, комбинация каналов 1,6 мкм и видимого диапазона с применением индекса NDSI (Нормализованный Дифференциальный Снеговой Индекс) позволяет в большинстве случаев эффективно отличать снег от прочих объектов на снимке, в том числе, и от облачности.

Чувствительность критерия на основе NDSI столь велика, что зимние кроны деревьев в лиственных и смешенных лесах не являются непреодолимым препятствием для классификации снежного покрова в лесах. Информация с ИСЗ TERRA позволяет получать данные о заснеженности, как по безлесным территориям, так и по лесным (кроме густых темнохвойных участков леса).

Данные о заснеженности, полученные со спутников, используются для сравнения с расчётными значениями во второй половине периода снеготаяния. При существенных различиях заснеженности и при систематическом занижении или завышении прогнозных уровней воды вводится поправка. Информация с ИСЗ полезна и для качественного анализа развития половодья. При заснеженности более 10 – 20 % и при ожидаемой высокой температуре воздуха следует ждать подъёма уровня воды. Если заснеженность незначительна и не ожидаются умеренные или сильные осадки, значительного подъёма уровней воды ожидать не следует.

Программное обеспечение, разработанное на основе рассмотренной выше гидролого-математической модели, позволяет путём численных экспериментов моделировать величины речного стока и ежедневного притока воды в водохранилища ГЭС. Известные к моменту выпуска прогноза максимальные запасы воды в снежном покрове, характеристики предшествующего увлажнения бассейна, ежедневные температуры воздуха и суточные осадки определяются по фактическим данным наблюдений.

Преимущество данного метода заключается в следующем:

- метод не требует больших временных затрат в подготовке исходных данных, является автоматизированным, даёт возможность составлять прогнозы ежедневных уровней воды рек в период весеннего половодья с заблаговременностью до 7 суток.

Д.А. Бураков.

МЕТОДИКА ПРОГНОЗА ДЕКАДНОГО ПРИТОКА ВОДЫ В ВОДОХРАНИЛИЩА ЕНИСЕЙСКИХ ГЭС (САЯНО-ШУШЕНСКОЕ И КРАСНОЯРСКОЕ) В ПЕРИОД ОТКРЫТОГО РУСЛА

Гидролого-математическая модель - методическая основа прогнозов

В Сибири, вследствие недостаточного информационного обеспечения гидрологических прогнозов, в оперативной практике реализована концептуальная модель формирования стока, использующая всю доступную оперативную информацию, – наземную (температура воздуха, осадки, расходы и уровни воды в замыкающем створе и в речной системе) и спутниковую (динамика снегового

покрытия территории водосбора). В обобщенном виде структура модели показана на рисунке А4.



Рисунок А4. Общая структура гидролого-математической модели формирования стока

Цель настоящей работы – адаптация модели формирования стока применительно к условиям бассейна Саяно-Шушенского и Красноярского водохранилища и её реализация на базе наземной информации пунктов наблюдений гидрометеорологической сети и спутниковой информации о динамике снегового покрытия территории бассейна в период снеготаяния. Гидролого-математическая модель, описанная в работе, в настоящее время используется на практике для прогноза ежедневных уровней воды рек Енисей, Абакан, Туба, Кача, Чулым и др., а также ежедневного притока воды в водохранилища Красноярской, Саяно-Шушенской и Новосибирской ГЭС.

Использование спутниковой информации для оценки динамики снегового покрытия бассейна в гидролого-математической модели стока весеннего половодья

Бассейны Саяно-Шушенского и Красноярского водохранилищ весьма слабо освещены метеорологическими наблюдениями, особенно в основных питающих высотных зонах (выше отметки 1000 м над уровнем моря). Космическая информация со спутника «Терра» о динамике площади одновременного снеготаяния используется для оптимизации блоков снегонакопления и снеготаяния. Таким образом, расчёты по модели дают возможность оценить динамику площадей снегового покрытия (в районах и высотных зонах) и сопоставить её со спутниковыми данными. В результате

дальнейшего анализа проводится корректировка параметров блоков модели, в которых ведётся расчёт снегонакопления и снеготаяния.

Путем корректировки высотного распределения нормы снегонакопления получено наилучшее совпадение модельных и спутниковых данных (ИСЗ «Терра») о динамике площадей снегового покрытия. Использование спутниковой информации для оперативной коррекции прогнозов выполняется в тех случаях, когда рассчитанные по наземной информации значения заснеженности более чем на 6-10 % отличаются от спутниковых данных. При таком несовпадении космических и “модельных” значений заснеженности запускается специальный режим коррекции, в котором прогнозист по запросу ПК вводит процент исправления запаса воды в снежном покрове в соответствующих районах (высотных зонах), добиваясь в интерактивном режиме совпадения рассчитанной и «космической» заснеженности. В ходе снеготаяния продолжается сопоставление сравниваемых характеристик и при необходимости проводится повторная коррекция запаса воды в снежном покрове.

В 2006 г. разработан и реализован пакет программ «Служба мониторинга заснеженности», – полностью автоматическая система непрерывной обработки данных дистанционного зондирования Земли для оценки заснеженности речных бассейнов и средней высоты границы снега. «Служба мониторинга заснеженности» является масштабируемым, многопоточным приложением, работает полностью автоматически, добавляет и обновляет данные в течение 30 минут после получения, представляет результаты в виде изображений, отчетов и графиков, и обеспечивает доступ к ним через глобальную сеть.

Применение гидролого-математической модели для долгосрочного прогноза элементов водного режима

Специфика применения математических моделей для детерминистического долгосрочного прогноза объема, максимального расхода и гидрографа весеннего половодья связана с тем обстоятельством, что решение задачи с увеличением заблаговременности прогноза все в большей степени зависит от будущей погоды, которая достоверно не известна на момент выпуска прогноза. Преимуществом применения метода моделирования является возможность усвоения

среднесрочных и краткосрочных прогнозов погоды для непрерывного уточнения долгосрочного прогноза гидрографа весеннего половодья, выдача результата с суточным разрешением, а также возможность оперативной оценки влияния метеорологических особенностей весны на ожидаемый весенний сток.

Программное обеспечение, разработанное на основе рассмотренной выше гидролого-математической модели, позволяет путём численных экспериментов моделировать величины речного стока и ежедневного притока воды в водохранилища ГЭС. Известные к моменту выпуска прогноза максимальные запасы воды в снежном покрове, характеристики предшествующего увлажнения бассейна, ежедневные температуры воздуха и суточные осадки определяются по фактическим данным наблюдений.

Начиная с 2001 г. накапливается опыт использования рассмотренной модели для выпуска прогноза притока воды в водохранилище Енисейских ГЭС на декаду, месяц и квартал.

Испытание методики прогноза декадного притока воды в водохранилища Енисейских ГЭС

Испытания проводилось в оперативном режиме в течение второго и третьего кварталов 2007-2008 годов. Технологическая линия прогноза включает:

- 1) программное обеспечение, реализуемое на ПЭВМ,
- 2) наземную оперативную информацию УГМС и прогнозы погоды,
- 3) информацию о заснеженности по космическим данным.

Прогноз рассчитывался на специально разработанной для пользователя программе, реализуемой на ПЭВМ. Начиная с первой декады марта, ежедневно в память компьютера вводится ежедневная гидрометеорологическая информация (по данным наблюдений) и прогностическая, на период заблаговременности прогноза. Уровни воды и средний суточный приток воды учитываются на дату выпуска прогноза и предшествующие сутки. Результат прогноза - ежедневный приток воды в водохранилище.

На начало каждой декады выпускался прогноз притока воды, основывающийся на данных прогноза погоды Красноярского Гидрометцентра на шесть суток.

Синоптическая ситуация в конце декады дополнялась по наиболее вероятному развитию ситуации, на основе месячного прогноза погоды Иркутского ГМЦ, среднесрочных прогнозов погоды центра Фобос, немецкого центра Оффенбах. Прогноз погоды по южным районам края интерпретировался в числовом выражении в количество осадков и температуру воздуха на станциях бассейна водохранилищ, включенных в методику прогноза.

Качество результатов прогнозов притока воды в 2007–2008 гг. на декаду за период открытого русла (оценивается по соотношению фактической и допустимой ошибки прогноза) представлено в таблице А1.

Таблица А1. Оправдываемость прогноза декадного притока воды в водохранилище Красноярской ГЭС в 2007–2008 гг.

Месяц	Декада	Прогноз по модели в 2007 г.				Прогноз по модели в 2008 г.				Доп. ошибка
		Факт	Прогноз	Ошибка		Факт	Прогноз	Ошибка		
Май	1									
	2	4670	5979	1309	-	3960	3640	-320	+	934
	3	5700	4052	-1648	-	4270	4280	10	+	1150
Июнь	1	6510	4239	-2271	-	3510	3140	-370	+	1120
	2	3470	2518	-952	+	2390	2300	-90	+	1020
	3	3050	3052	2	+	2040	2110	70	+	697
Июль	1	2190	2086	-104	+	1250	1240	-10	+	560
	2	1710	1480	-230	+	1630	1700	70	+	497
	3	1070	1024	-46	+	1170	1580	410	+	416
Август	1	1520	1441	-79	+	1060	1180	120	+	479
	2	1420	1356	-64	+	970	770	-200	+	364
	3	1550	1620	70	+	1660	1490	170	+	318
Сентябрь	1	1100	788	-312	+	1480	650	-830	-	345
	2	935	802	-133	+	2400	1810	-590	-	402
	3	934	670	-264	+					
Оправдываемость декадных прогнозов, %		79				85				

Основываясь на результатах оперативных испытаний, можно отметить хорошую оправдываемость прогноза декадного притока воды в весенне-летний период.

Всего для Красноярского водохранилища по гидролого-математической модели в 2007 году было выпущено 14 прогнозов притока воды на декаду (3 не оправдалось),

в 2008 году – 13 прогнозов (2 не оправдалось). Для Саяно-Шушенского водохранилища по гидролого-математической модели в 2007 году было выпущено 14 прогнозов притока воды на декаду (2 не оправдалось), в 2008 году – 13 прогнозов (4 не оправдалось). Низкой оправдываемостью характеризуются прогнозы декадного притока в водо-хранилище Красноярской ГЭС в сентябре, Саяно-Шушенской ГЭС – в августе – сентябре, в период наблюдавшейся в 2008 году повышенной водности на южных притоках Енисея вследствие выпадения обильных дождей.

Основываясь на результатах оперативных испытаний, можно отметить хорошую оправдываемость прогноза декадного притока воды в весенне-летний период.

Всего для Красноярского водохранилища по гидролого-математической модели в 2007 году было выпущено 14 прогнозов притока воды на декаду (3 не оправдалось), в 2008 году – 13 прогнозов (2 не оправдалось). Для Саяно-Шушенского водохранилища по гидролого-математической модели в 2007 году было выпущено 14 прогнозов притока воды на декаду (2 не оправдалось), в 2008 году – 13 прогнозов (4 не оправдалось). Низкой оправдываемостью характеризуются прогнозы декадного притока в водо-хранилище Красноярской ГЭС в сентябре, Саяно-Шушенской ГЭС – в августе – сентябре, в период наблюдавшейся в 2008 году повышенной водности на южных притоках Енисея вследствие выпадения обильных дождей.

Таким образом, оправдываемость прогноза декадного притока воды в водохранилище Красноярской ГЭС составила: 85 % в 2008 году и 79 % – в 2007 году. Качество прогнозов притока воды в Саяно-Шушенское водохранилище несколько ниже: 69 % в 2008 году и 86 % – в 2007 году. Это связано с крайне редкой гидрометеорологической сетью в бассейне, отсутствием данных по р. Хемчик, отсутствием репрезентативных высокогорных станций выше створа реки Енисей у г. Кызыла. Все это отражается на качестве прогноза водности рек бассейна.

Во втором квартале прогнозы оправдываются лучше, чем в третьем квартале. Прогнозы в третьем квартале все меньше зависят от запаса воды в снеге и температуры воздуха, и все больше зависят от прогноза осадков. Испытания показали, что оправдываемость прогнозов декадного притока воды в Саяно-Шушенское водохранилище в июне-августе достаточно высокая.

Заслушав и обсудив полученные результаты испытания метода прогноза

декадного притока воды в водохранилища Саяно-Шушенской и Красноярской за период открытого русла, Технический совет Среднесибирского УГМС в своем решении от 13 ноября 2008 г. отметил актуальность и своевременность проделанной работы и постановил:

1. Рекомендовать метод декадного прогноза притока воды в водохранилище Крас-ноярской ГЭС использовать в качестве основного расчетного метода в отделе гидрологических прогнозов Гидрометцентра Красноярского ЦГМС-Р.

2. Метод декадного прогноза притока воды в водохранилище Саяно-Шушенской ГЭС рекомендовать в качестве вспомогательного расчетного метода на период июнь-август.

© Методический кабинет Гидрометцентра России

В.В. Набока, И.Г. Ковригина

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЯ И ПРОГНОЗА
СРЕДНЕЙ УРОЖАЙНОСТИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПО ТЕРРИТОРИИ ТОМСКОЙ,
НОВОСИБИРСКОЙ, КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТЕЙ И АЛТАЙСКОГО КРАЯ
И РЕЗУЛЬТАТЫ ИХ ОПЕРАТИВНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Методы количественной оценки агрометеорологических условий формирования урожая и прогноза средней урожайности яровой пшеницы для территории Томской, Новосибирской, Кемеровской областей и Алтайского края разработаны в лаборатории агрометеорологических исследований ГУ «СибНИГМИ» в 2003-2005 гг. на основе применения динамико-статистического подхода.

В современных условиях выбор динамико-статистического подхода для решения поставленных задач представляется наиболее приемлемым.

Хорошо обусловленные динамические модели, адаптированные для конкретных культур и природно-климатических условий их возделывания, обладают важными для практической агрометеорологии свойствами, главные среди которых - способность наиболее полно учесть комплекс факторов внешней среды, влияющих на продукционный процесс растений, и возможность с их помощью дать объективную количественную оценку, как всего комплекса факторов, так и отдельных его

элементов, за любой отрезок времени и вегетационный период в целом относительно выбранного эталона.

Отечественной наукой достигнуты значительные успехи в разработке теоретической базы и прикладного динамического моделирования для целей агрометеорологического обеспечения производства сельскохозяйственных культур.

В качестве базового средства расчета необходимых параметров и характеристик в представленной работе применен один из вариантов динамико-статистической модели продукционного процесса яровых злаковых культур «Погода–Урожай» с суточным разрешением. Выбор модели продиктован, прежде всего, условиями резкоконтинентального климата рассматриваемой территории: коротким вегетационным периодом, большой вероятностью значительных амплитуд колебаний величин метеорологических параметров за короткие временные отрезки, влияние которых на рост и развитие растений сложно учесть при меньшей детализации по времени.

Кроме того за последние 10-15 лет существенно снизилась освещенность территории данными агрометеорологических наблюдений вследствие сокращения не только наблюдательной сети, но и объемов агрометеорологических наблюдений на сохранных станциях. Это, в свою очередь, требует создания информационно-прогностических методов, в которых недостаточная освещенность территории данными агрометеорологических наблюдений могла бы компенсироваться более детальным учетом метеорологических условий вегетационного периода.

Адекватное модельное отражение влияния изменений условий внешней среды на продукционный процесс яровой пшеницы в природно-климатических условиях юго-восточной части Западной Сибири достигнуто путем адаптации базовой модели на материалах агрометеорологических наблюдений и данных статистических управлений по каждому субъекту исследуемой территории.

За период 1971-2000 гг. достигнуто удовлетворительное согласование рассчитанных и фактических величин средней урожайности яровой пшеницы (коэффициент корреляции 0,51-0,69) и запасов влаги по станциям на конец вегетации (коэффициент корреляции в метровом слое почвы составляет 0,41-0,51 при значимой величине на 5 %-ном уровне, равной 0,36). Средняя относительная ошибка расчета

средней урожайности на независимом материале (2001-2005 гг.) составляет от 5,0 до 15,8 %, а обеспеченность расчетов с ошибкой менее 20 % составляет 80-100 %.

Для расчета при помощи динамико-статистической модели комплексной количественной оценки агрометеорологических условий формирования урожая яровой пшеницы за определенный отрезок периода вегетации, относительно выбранных эталонных условий за аналогичный период, применен известный подход, подбор аналога. При этом в качестве эталона приняты условия прошлого года.

Оценка условий формирования урожая относительно условий прошлого года на качественном уровне, наряду со средними многолетними условиями, наиболее часто применяется в практической агрометеорологии. Сценарий «климатические нормы», с суточной реализацией в частности, не имеет аналогов в природных условиях. Кроме того, рядом авторов показано, что использование в динамической модели климатических норм в качестве исходных данных вызывает методическую ошибку (существенное повышение рассчитанных значений урожайности). Использование сценария «прошлый год» кроме простоты восприятия потребителем, технологичен с точки зрения подготовки данных и выполнения расчетов.

Рассматривая урожай в качестве интегральной характеристики агрометеорологических условий вегетационного периода, мерой отличия оцениваемых условий текущей вегетации от прошлогодних будет отношение - η_p , %, конечных урожаев, рассчитанное по условиям текущего (Y_o) и прошлого года (Y_p) за оцениваемый период:

$$\eta_p = Y_o / Y_p \times 100$$

Чтобы дать количественную оценку агрометеорологических условий формирования урожая яровой пшеницы, например, по состоянию на 20 июля текущего года, необходимо рассчитать отношение, где Y_o – урожай, рассчитанный по фактическим данным текущего года от всходов до 20 июля и данным прошлого года от 21 июля до конца вегетации; Y_p - урожай, рассчитанный полностью по данным прошлого года.

В ходе оперативных испытаний оценивались условия, сложившиеся на конец каждой декады периода вегетации 2008-2009 гг. и всего вегетационного периода 2006-2008 гг. до поступления данных по урожайности за 2009 г.

Для верификации метода расчета комплексной количественной оценки сложившихся агрометеорологических условий формирования урожая официально принятых критериев не существует. Поэтому решение о качестве метода выработано с применением общепринятого статистического критерия - среднеквадратического отклонения ряда фактических оценок условий всего вегетационного периода относительно условий прошлого года, то есть ряда величин отношений фактической урожайности текущего года к урожайности предыдущего. Так, допустимые отклонения оценок, рассчитанные по величине $0,67\sigma$ за 1972-2000 гг., составляют по Томской области 22 %, по Новосибирской области - 16 %, по Кемеровской области - 16 % и по Алтайскому краю - 26 %.

Результаты сравнения рассчитанных и фактических величин оценок агрометеорологических условий, сложившихся за полный вегетационный период, в сравнении с прошлогодними условиями за годы испытаний метода, включая авторские и оперативные испытания, абсолютные отклонения рассчитанных и фактических оценок только по одному случаю из восьми превысили допустимую величину по Томской и Кемеровской областям. Средние величины этих отклонений составили соответственно 15 и 7 % . По Алтайскому краю при средней величине отклонения, равной 7 %, превышения допустимого уровня за годы испытаний метода не отмечено. По Новосибирской области средняя величина абсолютных отклонений рассчитанных и фактических оценок составила 23 % и только в 2007 году не превысили допустимой величины.

В динамике вегетационного периода проводилось сравнение расчетных методических оценок на конец декад вегетации с обзорными оперативными оценками за аналогичный период. При сопоставлении оценок в преобладающем числе случаев на качественном уровне отмечалось совпадение по знаку и глубине отклонений результатов расчетной оценки и оперативного анализа сложившихся условий во всех субъектах региона.

Прогноз урожайности яровой пшеницы

Разработка методов прогноза средней урожайности яровой пшеницы по территории отдельных субъектов региона на основе динамической модели «Погода-

Урожай» выполнялась с ориентацией на принятые в Росгидромете оперативные сроки их составления (предварительного (первый срок) 21-23 июня, уточненного (второй срок) - 21–23 июля) и соответствующие критерии оправдываемости.

Один из способов применения динамической модели в целях прогнозирования урожайности, широко применяемый отечественной агрометеорологической наукой и практикой в настоящее время, был предложен А. Н. Полевым. Модель используется в качестве средства расчета ожидаемых отклонений урожайности от тренда, то есть для определения степени отличия сложившихся на дату составления прогноза агрометеорологических условий формирования урожая относительно средних многолетних.

Применению данной методологии прогнозирования в рамках отдельных субъектов рассматриваемого региона препятствует отсутствие значимого тренда урожайности. Так, тренд урожайности яровой пшеницы после доработки за период 1971-2000 гг. характеризуется следующими коэффициентами корреляции при значимой величине на 5 % уровне, равной 0,361: Томская область – 0,327; Новосибирская область – 0,101; Кемеровская область – 0,289; Алтайский край - 0,332.

Для расчета прогнозов урожайности яровой пшеницы на основе динамико-статистической модели «Погода-Урожай» путем статистического анализа подобраны наиболее показательные варианты сценариев ожидаемых метеорологических условий от даты составления прогноза до конца вегетации.

Для Томской, Новосибирской, Кемеровской областей – это пролонгированный сценарий “года-аналога” по долгосрочному прогнозу погоды на июль – для предварительного прогноза урожайности и на август – для уточненного. По Алтайскому краю рекомендован сценарий инерционного прогноза метеорологических условий – по прошлому году.

Авторские испытания методов проводились по независимым материалам наблюдений за 2001–2005 гг. Производственные испытания осуществлялись: по территории Новосибирской области в отделе агрометеорологических прогнозов Новосибирского Гидрометцентра, по территории Алтайского края – в отделе агрометеорологии и агрометеорологических прогнозов, по территории Кемеровской и Томской областей – в отделе гидрометеорологического обеспечения (ОГМО) соответствующих ЦГМС.

На материалах наблюдений 2006-2007 гг. испытания проводились в квазиоперативном режиме и в оперативном режиме на материалах 2008-2009 гг. Оценка успешности прогноза средней урожайности яровой пшеницы на основе указанных методов проводилась согласно РД 52.27.284-91. «Методические указания по проведению производственных (оперативных) испытаний новых и совершенствованных методов гидрометеорологических и гелиогеофизических прогнозов». На основании рекомендаций Методических указаний и утвержденной программы испытаний, новый метод прогноза средней областной (краевой) урожайности яровой пшеницы сравнивался с инерционными, климатологическими и с применяемыми в оперативной практике расчетными методами В.В. Костюкова, М.И. Черниковой, К.В. Кирилличевой, а также с оперативными прогнозами.

Представленные методы полностью автоматизированы. Технологическая линия включает выборку текущей информации из ГИС МЕТЕО (БД АСОАМИ для Новосибирского ГМЦ) и из электронной версии ТСХ-1 (для Томского, Кемеровского, и Алтайского ЦГМС), выборку данных по прогнозируемым годам-аналогам из специализированного автоматически пополняемого каталога, составление РНД, расчет оценок сложившихся условий формирования урожая и прогнозов урожайности яровой пшеницы на заданную дату.

Т.В. Старостина, И.Г. Ковригина

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЯ ДОЛГОСРОЧНОГО ПРОГНОЗА ВАЛОВОГО СБОРА ЗЕРНОВЫХ И ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР ПО ТЕРРИТОРИИ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО УГМС

Метод долгосрочного прогноза (с заблаговременностью 6 месяцев) валового сбора зерновых и зернобобовых культур по территории ответственности Западно-Сибирского УГМС (4 субъекта Российской Федерации: Новосибирская, Кемеровская и Томская область и Алтайский край) разработан в лаборатории агрометеорологических исследований ГУ «СибНИГМИ» (авторы В.В. Костюков, Т.В. Старостина) в рамках выполнения темы 1.1.5 Плана НИОКР Росгидромета 2007 года.

При разработке метода в качестве исходных данных использовалась информация за 50-летний период: месячные суммы осадков, запасы продуктивной влаги в почве при последнем осеннем определении, месячные индексы атмосферной циркуляции Вангенгейма-Гирса (количество дней с октября предыдущего года по февраль текущего года с западной, восточной и меридиональной формой циркуляции). Для каждой области (края) рассматриваемой территории были созданы и представлены на испытания по три модели с различным набором предикторов.

Авторские испытания метода прогноза валового сбора зерновых и зернобобовых культур проводились на независимом материале 2003-2005 гг. Производственные испытания осуществлялись в отделе агрометеорологических прогнозов Гидрометцентра ГУ «Новосибирский ЦГМС-РСМЦ» за период 2006-2008 гг. с привлечением материалов наблюдений Алтайского, Кемеровского и Томского ЦГМС.

С целью получения более достоверных выводов, анализ оправдываемости прогнозов, составленных по новому методу, проводился за весь период авторских и производственных испытаний с 2003 по 2008 г. Оценка успешности методических прогнозов валового сбора и урожайности всех зерновых и зернобобовых культур проводилась согласно РД 52.27.284-91. «Методические указания. Проведение производственных (оперативных) испытаний новых и усовершенствованных методов гидрометеорологических и гелиогеофизических прогнозов». На основании Методических указаний и согласно утвержденной Программы испытаний методические прогнозы валового сбора и урожайности зерновых и зернобобовых культур сравнивались с инерционными и климатологическим прогнозами.

По результатам авторской проверки (2003-2005 гг.), методические прогнозы по всем моделям были успешные. Абсолютная ошибка прогнозов урожайности и валового сбора зерновых и зернобобовых культур не превысила допустимую погрешность ($\Delta\sigma$). При этом оправдываемость прогнозов, составленных по новым моделям, в среднем составила по территории Алтайского края и Томской области 89,6-95,2 %, по территории Новосибирской области 88,0-90,2 % и по территории Кемеровской области 85,9-88,2 %, что превысило оправдываемость климатологических и инерционных прогнозов на 2,6-11,6 % и 2,2-14,4 % соответственно.

За период производственных испытаний (2006-2008 гг.) все методические прогнозы, составленные по территории Новосибирской, Томской области и Алтайского края, оправдались. Абсолютная ошибка прогнозов не превысила допустимую погрешность ($\Delta\sigma$).

В среднем за годы производственных испытаний средняя оправдываемость прогнозов по новому методу составила: по Томской области 85,8-86,7 %, по Алтайскому краю 82,0-90,8 %, по Новосибирской области 85,3-91,2 %, что выше оправдываемости инерционных и климатологических прогнозов на 1,0-16,6 %.

Абсолютная ошибка прогноза превысила допустимую погрешность на 1,1 ц/га. Средняя оправдываемость методических прогнозов за годы производственных испытаний составила 84,3 %, что несколько ниже, чем при авторской проверке (87,4 %) при относительной ошибке 11,3 и 12,6 % соответственно.

Из трёх составленных методических прогнозов не оправдались два (прогнозы, составленные в 2007 и в 2008 г.). Прогнозируемая урожайность оказалась значительно ниже фактической и абсолютная ошибка прогнозов превысила допустимую погрешность ($\Delta\sigma$).

В целом за период, включающий производственные и авторские испытания, оправдываемость методических прогнозов составила: по Новосибирской, Томской области и Алтайскому краю 87,2-90,5 %, что на 1,3-11,1 % и на 1,1-11,7 % выше оправдываемости климатологических и инерционных прогнозов соответственно. Оправдываемость прогнозов по новому методу за весь период испытаний для территории Кемеровской области в среднем составила 81,6-85,8 %, что близко к величине оправдываемости климатологических прогнозов (84,0 %), но ниже средней оправдываемости инерционных прогнозов (86,9 %). Средняя оправдываемость методических прогнозов, составленных по новому методу, по всей территории превышает принятый порог успешности.

Оценка оправдываемости составленных прогнозов за весь период проверки по величине допустимой погрешности, позволила выявить, в основном, преимущество нового метода, а также преимущество одной из моделей для каждой территории.

Метод полностью автоматизирован.

Т.В. Старостина, И.Г. Ковригина

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЯ МЕТОДОВ ПРОГНОЗА УРОЖАЙНОСТИ И ВАЛОВОГО СБОРА ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ И ОВСА ПО НОВОСИБИРСКОЙ И КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТЯМ, АЛТАЙСКОМУ КРАЮ И УРОЖАЙНОСТИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПО ОТДЕЛЬНЫМ АДМИНИСТРАТИВНЫМ РАЙОНАМ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Методы прогноза урожайности и валового сбора ярового ячменя и овса по Новосибирской и Кемеровской областям, Алтайскому краю и урожайности яровой пшеницы по отдельным административным районам Новосибирской области разработаны в рамках выполнения региональной темы 8.72 Плана НИОКР Росгидромета на 2008-2009 гг. (авторы – Т.В. Старостина (ФГБУ «СибНИГМИ»), И.Г. Ковригина (ФГБУ «Новосибирский ЦГМС- РСМЦ»), Г.Н. Тюкало (ФГБУ «Кемеровский ЦГМС»), Е.И. Янова (ФГБУ «Алтайский ЦГМС»))

Рассматриваемые методы прогноза базируются на физико-статистических моделях, отражающих связи между урожайностью зерновых культур и основными метеорологическими и агрометеорологическими факторами. Для каждой территории (области, края) испытывались две прогностические модели, позволяющие прогнозировать урожайность в весе после доработки в единые по России сроки: 21–23 июня и 21–23 июля, отличающиеся друг от друга набором предикторов. Агрометеорологические параметры, используемые в качестве потенциальных предикторов, выбирались из материалов наблюдений гидрометеорологических станций. Для построения прогностических моделей использованы следующие параметры, достаточно хорошо описывающие агрометеорологические условия вегетационного периода: сумма осадков (за период с марта по вторую декаду июля), среднесуточная температура воздуха, накопленная температура воздуха, определяемая как сумма температур за период с мая по вторую декаду июля, дефицит влажности воздуха за период с мая по вторую декаду июля.

Для оценки увлажнения вегетационного периода (май – вторая декада июля) использовались широко применяемые в агрометеорологии значения гидротермического коэффициента Г.Т. Селянинова.

Кроме того, при создании прогностических моделей, в отличие от ранее разработанных методов, которые прогнозируют урожайность в бункерном весе, использовались ряды урожайности зерновых культур в весе после доработки.

Разработанные методы прогноза являются основой созданной автоматизированной технологии расчета прогноза урожайности яровой пшеницы, овса и ярового ячменя, реализованной на персональном компьютере. Составной частью технологии является автоматизированная выборка информации по Новосибирской области из базы автоматизированной системы обработки агрометеорологических данных (АСОАМИ), по Кемеровской области и Алтайскому краю – из электронной версии таблиц ТСХ-1. Оценка урожайности и валового сбора зерновых культур также производится в рамках технологии.

Авторские испытания методов проводились на независимом материале 2006–2008 гг. Производственные испытания осуществлялись по Новосибирской области – в группе агрометпрогнозов Гидрометцентра, по Алтайскому краю – в отделе агрометеорологии и агрометпрогнозов, по Кемеровской области – в ОГМО Кемеровского ЦГМС в оперативном режиме в период 2009–2011 гг.

Оценка успешности методов прогноза среднеобластной урожайности ярового ячменя, овса и среднерайонной урожайности яровой пшеницы проводилась согласно.

Сравнительная оценка успешности испытываемых методов осуществлялась с инерционными и климатологическими прогнозами. С целью получения более достоверных выводов об испытываемых методах проанализированы оправдываемости прогнозов за период 2006–2011 гг., включающий авторские и производственные испытания.

К достоинствам нового метода следует отнести:

1. Полную автоматизацию расчетов прогнозов, включая выборку данных из автоматизированной системы обработки агрометеорологической информации в Новосибирской области, электронной версии таблиц ТСХ-1 в Кемеровской области и Алтайском крае, а также расчет оценки прогнозов.

2. Возможность метода прогнозировать урожайность ярового ячменя, овса и яровой пшеницы по Новосибирской, Кемеровской областям и Алтайскому краю в весе после доработки.