

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 [1, 5]. В [1, 2, 4–10] изложены основополагающие приемы и виды практического применения динамико-статистических моделей для этих целей.

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 [5, 9]. 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, как подчеркнуто в [10], 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.

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) за период 1971–2000 гг. Средняя относительная ошибка расчета средней урожайности по независимым данным 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, предложенный в [5–7, 9]. 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 [4, 8], 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 технологично с точки зрения подготовки данных и выполнения расчетов.

Согласно [6], 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:

$$\eta_p = \frac{Y_o}{Y_p} \cdot 100.$$

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.

Успешность метода количественной оценки сложившихся агрометеорологических условий формирования урожая яровой пшеницы относительно условий 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 представлены в табл. 1.

Как следует из табл. 1, 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 %, превышение допустимого уровня за годы испытаний метода не отмечено.

Таблица 1

Сравнение рассчитанных и фактических величин комплексных оценок агрометеорологических условий формирования урожая яровой пшеницы за полный вегетационный период относительно условий прошлого года

Год	Оценка, %		Ошибка, %		Оценка, %		Ошибка, %	
	фактическая	рассчитанная	абсолютная	относительная	фактическая	рассчитанная	абсолютная	относительная
	Томская область				Новосибирская область			
2001	107	108	-1	1	130	111	19	15
2002	105	100	5	5	74	110	-36	49
2003	113	82	31	27	78	59	19	24
2004	97	119	-22	23	125	150	-25	20
2005	83	91	-8	10	78	98	-20	25
2006	83	104	-21	25	105	82	23	22
2007	137	115	22	16	140	155	-15	11
2008	99	91	8	8	99	75	24	24
Средняя за 2001–2008 гг.			15	14			23	24
	Кемеровская область				Алтайский край			
2001	110	101	1	1	106	102	4	4
2002	101	112	-11	11	96	103	-7	7
2003	112	96	16	14	71	77	-6	8
2004	102	104	-2	2	116	113	3	2
2005	87	95	-8	11	77	82	-5	6
2006	97	99	-2	2	126	108	18	14
2007	131	130	1	1	125	135	-10	8
2008	100	82	18	18	78	84	-6	8
Средняя за 2001–2008 гг.			7	8			7	7

По Новосибирской области средняя величина абсолютных отклонений рассчитанных и фактических оценок составила 23 % и только в 2007 году не превысила допустимую величину. В 2002 году отклонение превысило показатель $0,67\sigma$, в остальные годы отклонения на 1–6 % ниже этого показателя. Степень согласования рассчитанных и фактических величин оценок условий формирования урожая яровой пшеницы за полный вегетационный период показана на рис. 1.

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.

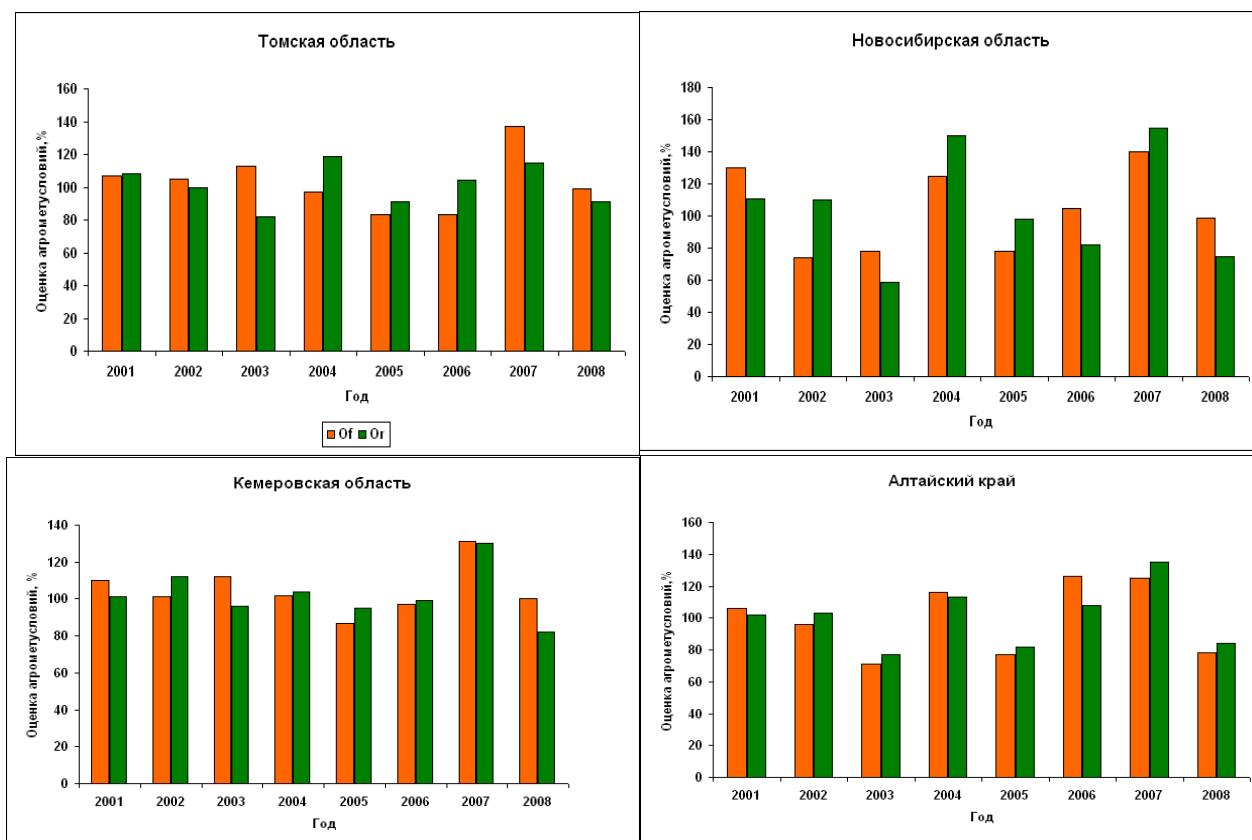


Рис. 1. Сравнение рассчитанных (Or) и фактических (Of) величин комплексной количественной оценки агрометеорологических условий формирования урожая яровой пшеницы за полный вегетационный период относительно условий прошлого года.

2001–2005 гг. – авторские испытания; 2006–2008 гг. – оперативные испытания

Методы прогноза 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 [1, 2]. 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. В 2009 году оценивалось только на качественном уровне согласование рассчитанных и оперативных декадных оценок условий формирования урожая яровой пшеницы в сравнении с прошлым годом, поскольку время, запланированное на проведение испытаний, закончилось до опубликования статистических данных о фактической урожайности культуры за 2009 год.

На рис. 2 показано сравнение рассчитанных величин ожидаемой урожайности яровой пшеницы по методическим (предварительному и уточненному), инерционному и климатологическому прогнозам с фактическими ее значениями за независимый ряд лет, включая годы авторских (2001–2005 гг.) и оперативных (2006–2008 гг.) испытаний.

Оценка успешности прогноза средней урожайности яровой пшеницы на основе указанных методов проводилась согласно [3].

На основании рекомендаций [3] 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.

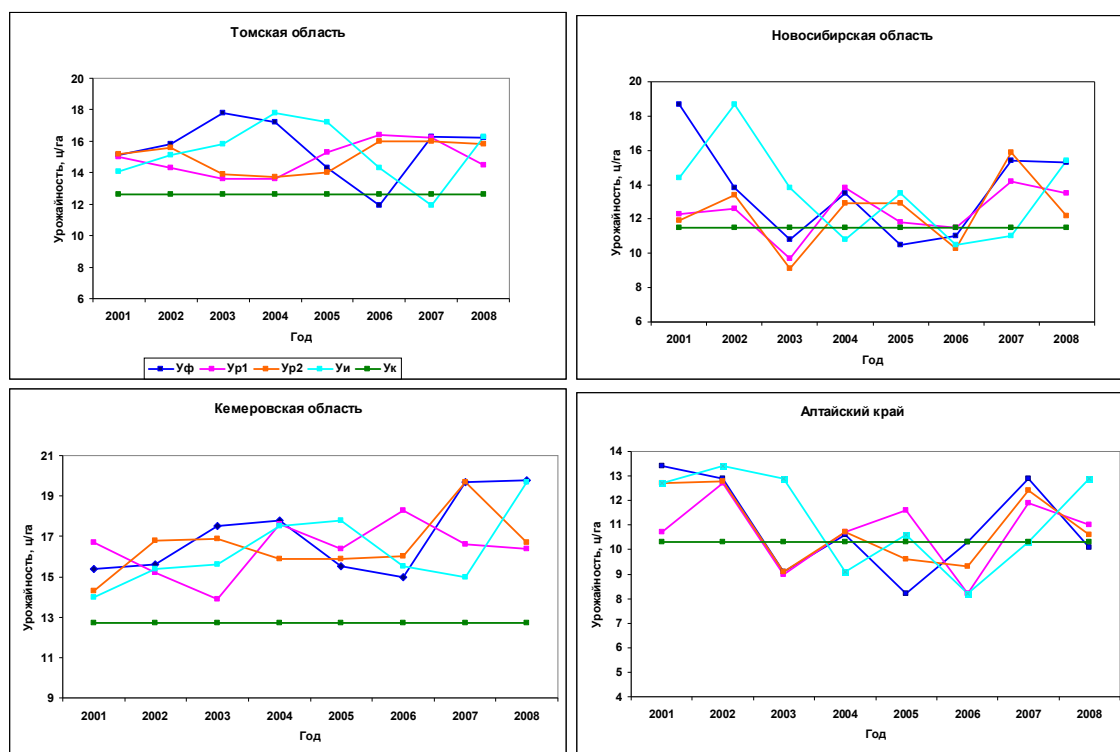


Рис. 2. Сравнение величин ожидаемой урожайности яровой пшеницы по методическому (предварительный - Ур1, уточненный - Ур2), инерционному (Ui) и климатологическому (Uк) прогнозам с фактической урожайностью (Уф)

Результаты сравнительной оценки оправдываемости прогнозов урожайности яровой пшеницы на первый и второй срок по новому методу с оправдываемостью вышеперечисленных прогнозов представлены в табл. 2 и 3.

Успешность прогнозов урожайности яровой пшеницы по территории Томской области

Анализ результатов испытаний нового метода прогноза урожайности яровой пшеницы по территории Томской области показал, что за 3 года производственных испытаний средняя оправдываемость прогнозов по новому методу составила 84 % – в первый срок и 87 % – во второй срок, что на 1–6 % выше оправдываемости инерционных и

климатологических прогнозов. В целом за 8 лет, включающих оперативные и авторские испытания, средняя оправдываемость методических прогнозов по Томской области в первый срок составила 86 %, что на 4 % выше оправдываемости климатологических, но на 2 % ниже оправдываемости инерционных прогнозов (табл. 2). Согласно расчетам, на второй срок средняя оправдываемость прогнозов за тот же период равна 90 %, что выше оправдываемости инерционных и климатологических прогнозов на 2–8 % и на 5–9 % выше оправдываемости прогнозов, составленных по внедренным методам М.И. Черниковой и В.В. Костюкова., и одинаковая с оправдываемостью оперативных прогнозов (табл. 3).

Оценка оправдываемости составленных прогнозов по величине допустимой абсолютной погрешности на этой территории (табл. 4) показала преимущество нового метода перед другими. Так, за период испытаний из 8 составленных прогнозов оправдалось в первый срок – 5, во второй срок – 6 прогнозов. Оправдываемость метода составила соответственно 63 % и 75 %, что превышает этот показатель для инерционных прогнозов на 12–25 %, а для климатологических – на 37–50 %.

Таблица 2

Оправдываемость предварительных прогнозов средней урожайности яровой пшеницы за 2001–2008 гг. по испытываемому методу в сравнении с инерционными, климатологическими, оперативными и другими расчетными методами

Территория	Наименование прогноза	Оправдываемость, %		
		Авторские испытания за 2001–2005 гг.	Производственные испытания за 2006–2008 гг.	Средняя за 2001–2008 гг.
Томская область	Методический	88	84	86
	Инерционный	91	84	88
	Климатологический	82	83	82
	Оперативный	91	87	90
Новосибирская область	Методический	87/92*	92	89/92**
	Инерционный	73	89	79
	Климатологический	83	82	82
	Метод Костюкова В.В.	88*	88	88**
	Оперативный	81	92	85
Кемеровская область	Методический	93/91*	82	88/86**
	Инерционный	92	91	92
	Климатологический	78	71	75
	Метод М.И. Черниковой	94	93	94
	Метод В.В. Костюкова	73*	85	79**
	Оперативный	88	87	88
Алтайский край	Методический	87/86*	88	87/87**
	Инерционный	80	77	79
	Климатологический	83	93	86
	Метод К.В. Кирилличевой	77	83	79
	Метод В.В. Костюкова	90*	87	89**
	Оперативный	80	90	84

Примечание: * средняя оправдываемость за 2003–2005 гг.

** средняя оправдываемость за 2003–2008 гг.

Оправдываемость уточненных прогнозов средней урожайности яровой пшеницы за 2001–2008 гг. по испытываемому методу в сравнении с инерционными, климатологическими, оперативными и другими расчетными методами

Территория	Наименование прогноза	Оправдываемость, %		
		Авторские испытания за 2001–2005 гг.	Производственные испытания за 2006–2008 гг.	Средняя за 2001–2008 гг.
Томская область	Методический	91/85*	87	90/86**
	Инерционный	91	84	88
	Климатологический	82	83	82
	Метод М.И. Черниковой	85	84	85
	Метод В.В. Костюкова	86*	78	81**
	Оперативный	92	87	90
Новосибирская область	Методический	84/86*	90	86/88**
	Инерционный	73	89	79
	Климатологический	83	82	82
	Метод К.В. Кириличевой	79	91	84
	Метод В.В. Костюкова	90*	90	90**
	Оперативный	81	93	85
Кемеровская область	Методический	94/95*	92	93/94**
	Инерционный	92	91	92
	Климатологический	78	71	75
	Метод М.И. Черниковой	89	92	90
	Метод В.В. Костюкова	79*	90	84**
	Оперативный	90	86	88
Алтайский край	Методический	95/94*	94	95/94**
	Инерционный	80	77	79
	Климатологический	83	93	86
	Метод К.В. Кириличевой	91	83	88
	Метод В.В. Костюкова	97*	76	86**
	Оперативный	84	88	85

Примечание: * средняя оправдываемость за 2003–2005 гг.

** средняя оправдываемость за 2003–2008 гг.

Успешность прогнозов урожайности яровой пшеницы по территории Новосибирской области

В годы оперативной проверки по территории Новосибирской области в оба срока не оправдались прогнозы, составленные в 2008 году. Относительная ошибка уточненного прогноза оказалась больше предварительного на 8 %. Средняя оправдываемость методических прогнозов в годы производственных испытаний составила: в первый срок 92 %, во второй срок – 90 %, что выше оправдываемости инерционных и климатологических прогнозов на 1–10 % и методических прогнозов за годы авторской проверки на 5–6 %.

В итоге за 8 лет испытаний нового метода по Новосибирской области средняя оправдываемость прогноза на первый срок составила 89 %, на второй – 86%. Это на 4–10 % выше оправдываемости инерционных и климатологических прогнозов, на 1–2 % успешнее

расчетных методов, используемых в оперативной практике, и оперативных прогнозов. На второй срок новый метод по средней оправдываемости уступает только методу В.В. Костюкова на 4 %.

Оценка оправдываемости прогнозов по величине допустимой погрешности также показала преимущество нового метода (табл. 4). Из 8 предварительных прогнозов по новому методу оправдались 6, из 8 уточненных – 5, оправдываемость нового метода в первый срок составила 75 %, во второй срок – 63 %. Успешность инерционных и климатологических прогнозов в 2,5–3 раза ниже оправдываемости методических прогнозов.

Таблица 4

Результаты испытаний метода прогноза средней урожайности яровой пшеницы за период 2001–2008 гг. по территории ответственности Западно–Сибирского УГМС

Территория	Наименование прогноза	Заблаговременность	Количество составленных прогнозов	Число оправдавшихся прогнозов	Оправдываемость метода, %	Ошибка метода, %
Томская Область	Предварительный	2 мес	8	5	63	5,6
	Уточненный	1 мес	8	6	75	1,6
	Инерционный		8	4	50	5,2
	Климатологический		8	2	25	9,0
Новосибирская область	Предварительный	2 мес	8	6	75	7,5
	Уточненный	1 мес	8	5	63	6,4
	Инерционный		8	2	25	2,5
	Климатологический		8	2	25	5,0
Кемеровская область	Предварительный	2 мес	8	4	50	4,2
	Уточненный	1 мес	8	7	88	5,4
	Инерционный		8	6	75	4,5
	Климатологический		8	0	-	-
Алтайский край	Предварительный	2 мес	8	5	63	4,2
	Уточненный	1 мес	8	8	100	5,4
	Инерционный		8	3	38	10,3
	Климатологический		8	4	50	4,5

Успешность прогнозов урожайности яровой пшеницы по территории Кемеровской области

Для территории Кемеровской области, как в годы авторской, так и в годы оперативной проверки, наиболее успешными были методические прогнозы, составленные во второй срок – уточненные прогнозы. В годы авторских испытаний прогнозы, составленные по новому методу во второй срок, имели высокую оправдываемость (89–98 %), абсолютная ошибка ни в одном из прогнозов не превысила допустимую

погрешность (0,67σ). Средняя оправдываемость методических прогнозов составила 94 %, что на 2–16 % выше оправдываемости инерционных и климатологических прогнозов.

В годы оперативных испытаний нового метода прогноза урожайности яровой пшеницы на территории Кемеровской области не оправдался один прогноз, составленный в 2008 г. Прогнозируемая урожайность оказалась ниже фактической на 3,1 ц/га (рис. 2), оправдываемость прогноза составила 84 %. Средняя оправдываемость прогнозов за 3 года производственных испытаний 92 %, что выше оправдываемости инерционных и климатологических прогнозов на 1–21 %.

Средняя оправдываемость уточненных методических прогнозов за 8 лет испытаний составила 93 %, что выше оправдываемости инерционных и климатологических прогнозов на 1–18 %, а также выше оправдываемости оперативных и прогнозов, составленных по применяемым расчетным методам (табл. 3).

В то же время предварительный прогноз (первый срок) в годы авторских испытаний не оправдался из пяти лет только в 2003 году (абсолютная ошибка превысила допустимую погрешность на 1,6 ц/га). Средняя оправдываемость методических прогнозов составила 93 %, что успешнее инерционных и климатологических на 1–15 %. При оперативных испытаниях по допустимой абсолютной погрешности не оправдался ни один прогноз, составленный по новому методу. Средняя оправдываемость методических прогнозов оказалась ниже оправдываемости инерционных прогнозов на 9 % и составила 82 %. В целом за весь период испытаний оправдываемость методических прогнозов на первый срок ниже оправдываемости инерционных прогнозов на 4 % (табл. 2).

По территории Кемеровской области оценка оправдываемости прогнозов по новому методу по величине допустимой абсолютной погрешности такова: из 8 составленных прогнозов оправдались в первый срок 4 прогноза (оправдываемость метода 50 %, средняя ошибка 4,2 %), во второй срок оправдались 7 прогнозов (оправдываемость метода 87,5 %, средняя ошибка метода 5,4 %). Оправдываемость инерционных прогнозов составила 75 %, а климатологических прогнозов – 0 % (табл. 4). Следует отметить, что за последние два года оперативных испытаний в области наблюдалась максимальная урожайность за весь период, включая годы, используемые при разработке метода.

Успешность прогнозов урожайности яровой пшеницы по территории Алтайского края

Анализ успешности прогнозов средней краевой урожайности яровой пшеницы по новому методу для территории Алтайского края показал, что средняя оправдываемость

методических прогнозов за все годы проверки (2001–2008 гг.) на первый срок составила 87 %, что выше оправдываемости инерционных и климатологических прогнозов на 1–8 % (табл. 2.). Все методические прогнозы, составленные на второй срок (табл. 3), были удачными, абсолютная ошибка прогнозов не превышала допустимую погрешность ($0,67\sigma$). Средняя оправдываемость уточненных прогнозов за все годы проверки составила 95 %, что на 8–16 % выше оправдываемости предварительных, инерционных и климатологических прогнозов (табл. 2, 3), а также выше средней оправдываемости оперативных прогнозов и прогнозов, составленных по расчетным методам.

Оценка оправдываемости прогнозов для территории Алтайского края по величине допустимой погрешности показала преимущество нового метода в сравнении с применяемыми методами (табл. 4).

За весь период испытаний нового метода оправдываемость предварительных прогнозов (первый срок) составила 63 % (средняя ошибка 4,2 %). Для уточненных прогнозов (второй срок) оправдываемость метода 100 % (средняя ошибка 5,4 %).

В целом для Алтайского края по новому методу оправдываемость прогнозов средней краевой урожайности яровой пшеницы для первого срока на 13–25 %, для второго срока – на 50–62 % выше уровня оправдываемости инерционных и климатологических прогнозов.

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.

Технический совет ГУ «Новосибирский ЦГМС-РСМЦ» 8 сентября 2009 года, рассмотрев полученные результаты испытаний, рекомендовал новый метод оценки агрометеорологических условий формирования и прогноза урожайности яровой пшеницы по территории Томской, Новосибирской, Кемеровской областей и Алтайского края к внедрению в качестве основного по всей территории Западно-Сибирского УГМС: по территории Томской, Новосибирской областей и Алтайского края – на сроки 21–23 июня и 21–23 июля, по территории Кемеровской области – только на срок 21–23 июля.

Использование прогнозов на срок 21–23 июня по Кемеровской области из-за низкой оправдываемости считать нецелесообразным. Рекомендовать ГУ «СибНИГМИ», ГУ

«Новосибирский ЦГМС-РСМЦ» (Отдел агрометеорологических прогнозов) продолжить оперативные испытания метода оценки агрометеорологических условий формирования и прогноза урожайности яровой пшеницы» по Кемеровской области на срок 21–23 июня.

Список литературы

1. *Полевой А.Н.* Теория и расчет продуктивности сельскохозяйственных культур. – Л.: Гидрометеоиздат, 1983. – 175 с.
2. *Полевой А.Н., Русакова Т.И. и др.* Прикладная динамическая модель формирования урожая сельскохозяйственных культур // В сб. «Гидрометеорологическое обеспечение агропромышленного комплекса страны». – Л.: Гидрометеоиздат, 1991. – С. 15–31.
3. РД 52.27.284-91. Методические указания по проведению производственных (оперативных) испытаний новых и усовершенствованных методов гидрометеорологических и гелиогеофизических прогнозов.
4. *Септ Ю.В., Тооминг Х.Г.* Динамическая модель продукционного процесса картофеля и ее применение для решения некоторых агрометеорологических задач. – М.: Гидрометеоиздат, 1987. – 44 с.
5. *Сиротенко О.Д.* Математическое моделирование водно-теплового режима и продуктивности агроэкосистем. – Л.: Гидрометеоиздат, 1981. – 167 с.
6. *Сиротенко О.Д., Абашина Е.В.* Об использовании динамических моделей для оценки агрометеорологических условий формирования урожая // Метеорология и гидрология. – 1982. – № 8. – С. 95–101.
7. *Сиротенко О.Д., Просвиркина А.Г.* Метод количественной оценки агрометеорологических условий формирования урожая ярового ячменя (для Нечерноземной зоны Европейской территории СССР): Методическое пособие. – М.: Гидрометеоиздат, 1979. – 32 с.
8. *Сиротенко О.Д., Павлова В.Н.* Об использовании динамических моделей для оценки влияния возможных изменений и колебаний климата на урожайность сельскохозяйственных культур // Труды ВНИИСХМ. – 1985. – Вып. 10. – С. 81–90.
9. *Сиротенко О.Д., Абашина Е.В., Павлова В.Н.* Динамическая модель «Погода–Урожай» для яровых зерновых культур и ее использование при оценке агрометеорологических условий формирования урожая в аридной зоне // Тр. ВНИИСХМ. – 1985. – Вып. 10. – С. 43–61.
10. *Страшная А.И.* Состояние и проблемы оперативного агрометеорологического обеспечения сельского хозяйства на федеральном уровне в условиях глобального изменения климата // Труды ГУ «ВНИИСХМ». – 2007. – Вып. 36. – С. 78–91.