

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ СОСТАВЛЕНИЯ ОЦЕНКИ УСЛОВИЙ ВЕГЕТАЦИИ И ПРОГНОЗА УРОЖАЙНОСТИ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ПО СУБЪЕКТАМ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В ГИДРОМЕТЦЕНТРЕ РОССИИ

¹*Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной метеорологии, г. Обнинск;*

²*Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации*

Автоматизированная технология составления оценки условий вегетации и прогноза урожайности сельскохозяйственных культур

Впервые метод прогноза урожайности ярового ячменя по субъектам Российской Федерации был разработан во ВНИИСХМ в 2000 году, реализован в среде MS-DOS и внедрен в Гидрометцентре России. С течением времени разработанные методы устаревают и нуждаются в доработке и адаптации к современным уровням урожайности.

В 2011–2013 гг. в ФГБУ «ВНИИСХМ» была проведена адаптация этого метода к современным уровням урожайности с использованием данных об урожайности с уборочной площади (предыдущие методики были разработаны с использованием данных об урожайности с посевной площади). Модернизированные методики прогноза урожайности были автоматизированы и создана подсистема оценки условий вегетации и прогноза урожайности ярового ячменя по 43 субъектам Европейской территории России в рамках ранее созданной информационно-прогностической системы (ИПС) [4, 12] (авторы – Т.А. Гончарова, Т.А. Найдина, В.М. Лебедева). В дальнейшем в 2014–2016 гг. аналогичная работа была проведена для Азиатской территории России по 17 субъектам (авторы – В.М. Лебедева, Т.А. Гончарова).

Метод оценки условий вегетации и прогноза урожайности ярового ячменя разработан на основе прикладной динамико-статистической модели формирования урожая «погода – урожай» [5–8]. В ФГБУ «ВНИИСХМ» такой подход использован для разработки метода прогноза урожайности целого ряда сельскохозяйственных культур: яровой пшеницы, озимой пшеницы, кукурузы, зерновых и зернобобовых культур в целом, картофеля. Указанные методы автоматизированы, прошли производственные испытания и в рамках ИПС

используются в оперативной работе отдела агрометеорологических прогнозов Гидрометцентра России [1, 2, 9].

Структура модели модифицирована под задачу оценки средних областных условий формирования урожая сельскохозяйственных культур. В модели описываются основные процессы жизнедеятельности растений (фотосинтез, дыхание, рост и распределение ассимилятов), учитывается влияние метеорологических факторов на формирование продуктивности посевов. Модель адаптирована к сокращенным объемам исходной информации [11].

Корректировка ранее разработанных методик заключалась:

1) в замене исходных рядов урожайности ярового ячменя с посевной площади на ряды урожайности с уборочной площади;

2) подборе нового тренда, в должной мере учитывающего достигнутые за последние годы уровни урожайности ярового ячменя, для каждого субъекта был выбран оптимальный вариант тренда;

3) корректировке температурных и влажностных кривых динамико-статистической модели, чтобы сделать их менее чувствительными к осадкам и температуре воздуха, так как новые сорта более жаростойкие и засухоустойчивые.

Адаптация метода прогноза урожайности ярового ячменя и автоматизация проводилась следующим образом: все программы были переведены в Visual Fortran, модифицированы, подключены к ИПС и затем была проведена проверка автоматизированных расчетов в ИПС.

Блок-схема автоматизированной технологии составления оценки условий вегетации и прогноза урожайности сельскохозяйственных культур в ИПС представлена на рис. 1.

База данных ИПС содержит оперативные агрометеорологические данные, полученные в результате обработки декадных телеграмм, а также данные РОССТАТ об урожайности, валовом сборе и посевных площадях сельскохозяйственных культур.

ИПС позволяет на базе одного ПК осуществлять обработку декадных телеграмм, ежедекадно получать оценку условий вегетационного периода и проводить расчеты ожидаемой урожайности сельскохозяйственных культур по единой методике одновременно по всем субъектам Российской Федерации в сроки, установленные «Планом выпуска основных агрометеорологических прогнозов и докладов» [2, 4, 5].

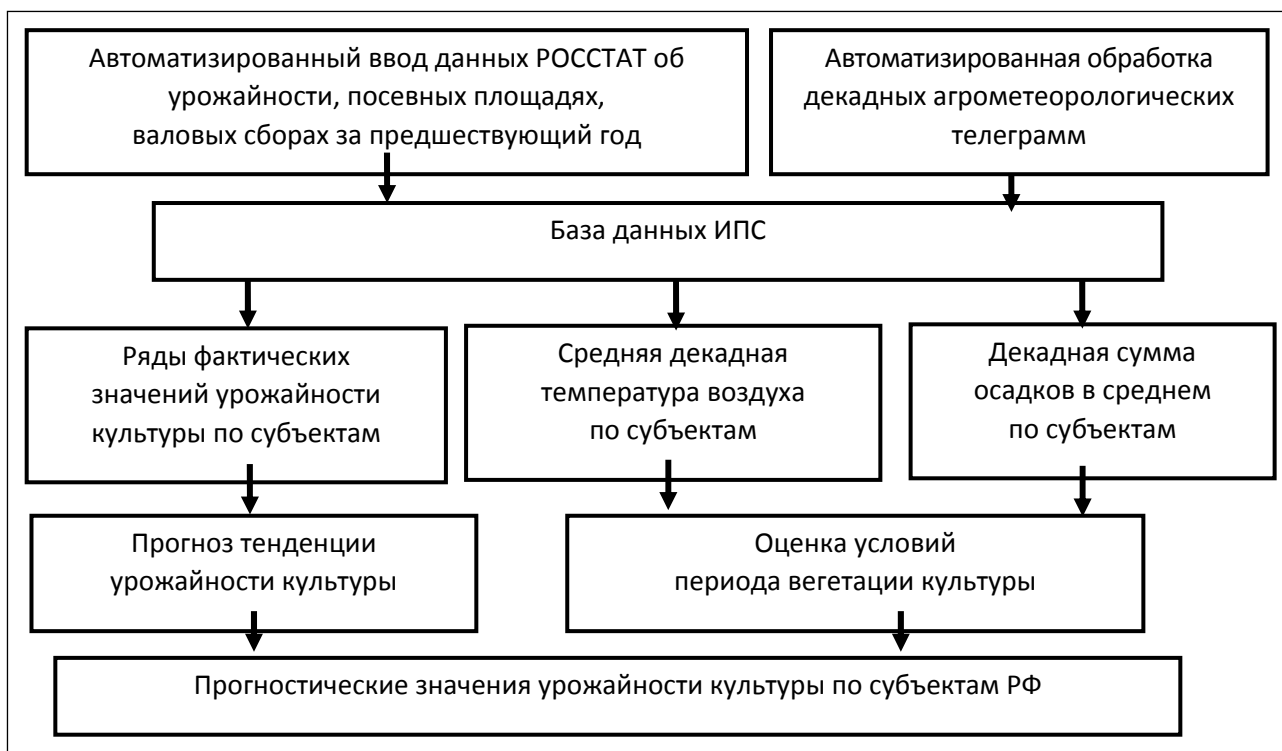


Рис. 1. Блок-схема автоматизированной технологии составления оценок условий вегетации и прогноза урожайности сельскохозяйственных культур.

В ИПС, после получения фактических данных об урожайности культуры за прогнозируемый год и внесения их в базу данных, можно оценить оправдываемость составленных прогнозов в соответствии с действующей Инструкцией по оценке оправдываемости оперативных агрометеорологических прогнозов [3]. Критерием оценки оправдываемости оперативных прогнозов урожайности является относительная ошибка (Р, %) – частное от деления абсолютной разности между фактической и прогнозируемой урожайностью на фактическую урожайность, выраженное в процентах. Оправдываемость прогнозов (%) рассчитывается по формуле $(100 \% - P)$.

Результаты испытаний автоматизированной технологии составления оценки условий вегетации и прогноза урожайности ярового ячменя по субъектам Российской Федерации в ФГБУ «Гидрометцентр России»

Производственные испытания метода проводились в ФГБУ «Гидрометцентр России» в рамках ИПС в течение шести лет: в 2014–2016 гг. были проведены испытания метода прогноза ярового ячменя по 43 субъектам Европейской территории России, а в период с 2017 по 2019 год – для 17 субъектов Азиатской территории России. Прогнозы урожайности

ярового ячменя составляются в вегетационный период с различной заблаговременностью до созревания: за два месяца – 21 июня, за один месяц – 21 июля.

Согласно Методическим указаниям [10], оценка успешности агрометеорологических прогнозов проводилась на материалах независимой выборки с помощью двух критериев: оправдываемости метода и ошибки оправдавшихся прогнозов.

Оправдываемость метода – отношение числа оправдавшихся прогнозов к общему числу составленных прогнозов по методу, выраженное в процентах. Критерий оправдываемости прогноза – абсолютная ошибка прогноза, не превышающая $0,8\sigma$ (для первого срока прогноза) и $0,67\sigma$ (для второго срока прогноза) ряда урожайности за последние 15 лет, включая год прогноза. Ошибка метода – среднее арифметическое значение относительных ошибок (%) оправдавшихся прогнозов. Относительная ошибка оправдавшихся прогнозов рассчитывается как частное от деления абсолютной разности фактического урожая и прогнозируемого на среднее арифметическое значение фактического урожая за последние пять лет, выраженное в процентах. Испытываемый метод рекомендуется к внедрению в оперативную работу, если не менее 70 % пунктов исследуемой территории имеют показатели «оправдываемость» и «ошибка» метода выше аналогичных показателей инерционного и климатологического прогнозов. Выводы о приемлемости метода для оперативной работы делаются на основании испытаний в течение 5–8 лет, из них авторские испытания в течение 3–5 лет и производственные испытания в течение 2–3 лет.

В табл. 1 приведены результаты авторских и производственных испытаний динамико-статистического метода прогноза урожайности ярового ячменя с заблаговременностью два месяца (первый срок прогноза). Для сравнения здесь же приведены прогностические значения урожайности ярового ячменя, рассчитанные с помощью инерционного и климатологического методов прогнозов [10].

В первый срок прогноза по Методическим указаниям [10] оправдываемость по территории для 43 субъектов Европейской территории России составила 77 %. При этом, в Смоленской, Ивановской, Нижегородской, Курской, Пензенской, Самарской областях и Кабардино-Балкарской Республике оправдываемость испытываемого метода оказалась несколько ниже, чем в инерционном и (или) климатологическом методах прогноза. В Волгоградской, Новгородской, Калининградской областях при одинаковой оправдываемости метода относительная ошибка испытываемого метода была немного ниже, чем климатологического метода.

**Результаты авторских и производственных испытаний
динамико-статистического метода прогноза урожайности ярового ячменя с
заблаговременностью два месяца (первый срок прогноза)**

Субъект Российской Федерации	Метод прогноза					
	испытываемый		инерционный		климатологический	
	Оправдыва- емость, %	Ошибка, %	Оправдыва- емость, %	Ошибка, %	Оправдыва- емость, %	Ошибка, %
Европейская территория России (2009–2016 гг.)						
1. Вологодская обл.	62,5	6,9	62,5	5,3	62,5	6,0
2. Ленинградская обл.	50,0	4,4	50,0	5,1	50,0	6,0
3. Новгородская обл.	62,5	6,3	50,0	7,0	62,5	5,6
4. Псковская обл.	62,5	5,8	37,5	5,1	12,5	8,0
5. Калининградская обл.	75,0	5,9	62,5	3,8	75,0	4,3
6. Тверская обл.	75	4,6	50	4,7	37,5	5,6
7. Смоленская обл.	37,5	6,0	62,5	8,8	50	7,6
8. Московская обл.	62,5	7,7	37,5	6,8	62,5	9,2
9. Калужская обл.	62,5	3,2	50	9,4	50	3,6
10. Тульская обл.	62	5,9	62,5	9,1	62,5	9,4
11. Ярославская обл.	75	7,0	50	6,4	50	7,1
12. Рязанская обл.	75	7,8	50	10,4	50	9,7
13. Владимирская обл.	87,5	11,0	37,5	11,5	87,5	13,3
14. Костромская обл.	62,5	5,2	62,5	8,1	50	4,0
15. Ивановская обл.	75	4,7	62,5	7,6	87,5	10,5
16. Нижегородская обл.	62,5	7,1	62,5	11,1	75	9,4
17. Кировская обл.	87,5	8,8	12,5	11,8	50	7,0
18. Республ. Марий Эл	75	10,8	25	3,0	62,5	9,6
19. Чувашская Республика	75	10,6	62,5	9,0	75	13,7
20. Республика Мордовия	87,5	12,8	75	5,1	75	7,9
21. Удмуртская Республ.	62,5	11,3	37,5	9,1	37,5	6,2
22. Брянская обл.	50	6,6	37,5	9,4	50	8,1
23. Орловская обл.	75	5,3	50	7,5	75	9,7
24. Липецкая обл.	75	9,4	37,5	4,0	75	9,5
25. Тамбовская обл.	75	10,1	62,5	10,3	50	5,1
26. Курская обл.	62,5	6,9	37,5	6,8	75	7,0
27. Белгородская обл.	75	6,7	25	21,5	62,5	10,0
28. Воронежская обл.	87,5	9,5	50	8,2	75	8,5
29. Ульяновская обл.	87,5	13,5	62,5	13,7	75	8,0
30. Пензенская обл.	62,5	7,5	75	11,3	62,5	11,6
31. Самарская обл.	87,5	9,5	62,5	15,1	87,5	9,0
32. Саратовская обл.	87,5	9,0	50	33,7	62,5	21,6
33. Оренбургская обл.	100	10,1	62,5	11,4	87,5	19,0
34. Республика Башкортостан	100	10,3	50	7,3	75	15,4
35. Республика Татарстан	100	6,5	75	19,8	75	7,7
36. Республика Калмыкия	87,5	11,8	87,5	20,2	87,5	13,3

Субъект Российской Федерации	Метод прогноза					
	испытываемый		инерционный		климатологический	
	Оправдываемость, %	Ошибка, %	Оправдываемость, %	Ошибка, %	Оправдываемость, %	Ошибка, %
37. Астраханская обл.	75	7,0	37,5	9,3	50	10,1
38. Волгоградская обл.	75	2,9	50	16,2	75	14,6
39. Краснодарский край	75	7,6	62,5	7,6	75	8,5
40. Ставропольский край	100	8,1	62,5	11,1	75	14,2
41. Ростовская обл.	87,5	13,4	75	12,9	87,5	14,5
42. Кабардино-Балкарская Республика	87,5	9,1	100	9,3	100	9,2
43. Карачаево-Черкесская Республика	75	3,9	62,5	7,5	62,5	10,5
Оправдываемость по территории, %	76,7					
Азиатская территория России (2012–2019 гг.)						
1. Пермский край	62,5	4,9	62,5	6,3	75	3,9
2. Свердловская обл.	62,5	3,7	25	6,7	75	5,4
3. Челябинская обл.	87,5	16,7	50	9,6	62,5	8,7
4. Курганская обл.	100	8,9	87,5	10,3	100	9,2
5. Тюменская обл.	75	5,3	50	8,5	75	8,5
6. Омская обл.	87,5	7,8	75,0	5,7	87,5	10,2
7. Новосибирская обл.	75	10,1	50	6,0	50	10,4
8. Томская обл.	62,5	5,2	37,5	5,7	50	7,2
9. Кемеровская обл.	100	5,4	62,5	7,0	62,5	8,0
10. Краснодарский край.	62,5	4,4	75	4,9	75	4,2
11. Иркутская обл.	62,5	3,1	75	6,3	75	5,2
12. Забайкальский край	75	8,5	87,5	14,8	75,0	8,6
13. Республика Бурятия	87,5	10,8	75	13,6	87,5	9,2
14. Приморский край	87,5	7,5	50	10,9	37,5	11,2
15. Амурская обл.	100	6,8	62,5	13,9	87,5	9,7
16. Республика Саха	75	10,9	50	15,1	62,5	13,8
17. Алтайский край	62,5	8,7	50	3,4	37,5	14,2
Оправдываемость по территории, %	70,5					

В первый срок прогноза, при оценке метода прогноза урожайности ярового ячменя по 17 субъектам Азиатской территории России по Методическим указаниям [10], оправдываемость для 11 субъектов по первому сроку прогноза была выше оправдываемости инерционного и климатологического метода (75–100 %). По пяти субъектам (Пермская, Свердловская, Иркутская области, Красноярский и Забайкальский края) оправдываемость метода оказалась ниже оправдываемости инерционного и (или) климатологического методов и составила 62,5–75 %. В одном субъекте (Омская область) относительная ошибка

оправдавшихся прогнозов оказалась в климатологическом методе немного выше, чем в испытываемом (10,2 и 7,8 соответственно) при одинаковой оправдываемости метода (87,5 %).

Согласно табл. 2, для второго срока прогноза) оправдываемость 43 прогнозов по Европейской территории России была выше, чем в первый срок, и составила 88 %. Оправдываемость испытываемого метода была ниже инерционного или климатологического методов в Липецкой, Ростовской областях и в Чувашской Республике, в Республике Мордовия и Самарской области ошибка испытываемого метода была несколько ниже, чем инерционного или климатологического.

Таблица 2

**Результаты авторских и производственных испытаний
динамико-статистического метода прогноза урожайности ярового ячменя с
заблаговременностью один месяца (второй срок прогноза)**

Субъект Российской Федерации	Метод прогноза					
	испытываемый		инерционный		климатологический	
	Оправдыва- емость, %	Ошибка, %	Оправдыва- емость, %	Ошибка, %	Оправдыва- емость, %	Ошибка, %
Европейская территория России (2009–2016 гг.)						
1. Вологодская обл.	62,5	3,9	50	4,4	50	5,1
2. Ленинградская обл.	62,5	3,7	25	2,1	37,5	4,7
3. Новгородская обл.	75	4,3	50	7,0	62,5	5,6
4. Псковская обл.	62,5	3,3	37,5	5,1	12,5	8,0
5. Калининградская обл.	87,5	3,8	62,5	3,8	75	4,3
6. Тверская обл.	62,5	2,3	37,5	1,0	25	0,9
7. Смоленская обл.	62,5	5,1	62,5	8,8	37,5	6,5
8. Московская обл.	62,5	4,7	37,5	6,8	37,5	5,1
9. Калужская обл.	62,5	2,5	37,5	7,4	50	3,6
10. Тульская обл.	62,5	2,6	62,5	9,1	50	7,5
11. Ярославская обл.	87,5	3,5	50	6,4	37,5	4,2
12. Рязанская обл.	75	5,4	50	10,4	50	9,7
13. Владимирская обл.	75	9,0	25	9,2	62,5	11,6
14. Костромская обл.	75	4,6	50	6,8	50	4,0
15. Ивановская обл.	75	2,8	50	5,7	37,5	4,5
16. Нижегородская обл.	75	5,9	62,5	11,1	62,5	7,7
17. Кировская обл.	75	3,3	12,5	11,8	50	7,0
18. Республ. Марий Эл	75	8,7	25	3,0	62,5	9,6
19. Чувашская Республика	62,5	6,5	50	5,1	87,5	13,7
20. Республика Мордовия	75	7,2	75	5,1	75	7,9
21. Удмуртская Республ.	75	5,9	25	4,2	37,5	6,2
22. Брянская обл.	50	2,7	25	8,3	37,5	5,1
23. Орловская обл.	75	2,6	50	7,5	62,5	8,2
24. Липецкая обл.	62,5	2,1	37,5	4,0	75	9,4
25. Тамбовская обл.	75	4,6	62,5	10,3	50	5,1

Субъект Российской Федерации	Метод прогноза					
	испытываемый		инерционный		климатологический	
	Оправдыва- емость, %	Ошибка, %	Оправдыва- емость, %	Ошибка, %	Оправдыва- емость, %	Ошибка, %
26. Курская обл.	62,5	2,8	37,5	6,8	62,5	5,9
27. Белгородская обл.	87,5	4,4	0	–	50	7,4
28. Воронежская обл.	87,5	4,9	37,5	4,3	75	8,5
29. Ульяновская обл.	87,5	6,8	50	10,3	75	8,0
30. Пензенская обл.	75	6,6	75	11,3	62,5	11,6
31. Самарская обл.	87,5	10,1	50	13,4	87,5	9,0
32. Саратовская обл.	87,5	9,3	12,5	29,9	37,5	12,9
33. Оренбургская обл.	100	9,9	62,5	11,4	75	15,4
34. Республика Башкортостан	100	9,5	50	7,3	75	15,4
35. Республика Татарстан	100	6,4	62,5	17,7	75	7,7
36. Республика Калмыкия	75	7,9	62,5	15,8	87,5	13,3
37. Астраханская обл.	75	5,1	37,5	9,3	50	10,1
38. Волгоградская обл.	75	4,2	37,5	11,1	50	7,5
39. Краснодарский край	87,5	7,1	62,5	7,6	62,5	5,9
40. Ставропольский край	87,5	5,0	62,5	11,1	62,5	13,1
41. Ростовская обл.	62,5	3,6	75	12,9	87,5	14,5
42. Кабардино-Балкарская Республика	100	3,7	87,5	7,6	100	9,2
43. Карачаево-Черкесская Республика	75	2,4	50	5,0	50	7,5
Оправдываемость по территории, %	88,4					
Азиатская территория России (2012–2019 гг.)						
1. Пермский край	62,5	5,4	62,5	6,3	75	3,9
2. Свердловская обл.	62,5	3,5	25,0	6,7	75	5,4
3. Челябинская обл.	75	15,0	37,5	3,4	50	4,3
4. Курганская обл.	100	8,5	87,5	10,3	75	4,8
5. Тюменская обл.	75	4,8	37,5	7,1	75	7,7
6. Омская обл.	87,5	7,7	75	5,7	75	7,1
7. Новосибирская обл.	62,5	8,3	50	6,0	50	10,4
8. Томская обл.	62,5	5,2	37,5	5,7	50	7,2
9. Кемеровская обл.	100	5,5	62,5	7,0	62,5	8,0
10. Краснодарский край.	75	4,2	62,5	4,1	75	3,3
11. Иркутская обл.	62,5	2,5	37,5	3,5	62,5	4,3
12. Забайкальский край	75	8,5	62,5	13,2	62,5	5,3
13. Республика Бурятия	75	7,2	62,5	12,5	75	9,2
14. Приморский край	87,5	7,4	37,5	7,8	25	6,8
15. Амурская обл.	100	7,4	62,5	13,9	87,5	9,7
16. Республика Саха	62,5	4,1	37,5	13,7	37,5	9,6
17. Алтайский край	62,5	7,7	50	3,4	25	12,0
Оправдываемость по территории, %	88,2					

По Азиатской территории России во второй срок прогноза оправдываемость испытываемого метода для 15 субъектов оказалась выше инерционного и климатологического (62,5–100 %), по двум субъектам (Пермский край и Свердловская область) оправдываемость испытываемого метода оказалась ниже инерционного и климатологического методов прогноза (25–87,5 %). Оправдываемость метода в целом по Азиатской территории составила 88 %.

На независимом материале в ФГБУ «Гидрометцентр России» всего было составлено 360 прогнозов урожайности ярового ячменя по субъектам Российской Федерации (табл. 3, 4).

В первый год производственных испытаний – в целом по территории Европейской территории России прогноз не оправдался (оправдываемость 40 % – в июне и 44 % – в июле). В 2015 и 2016 гг. прогноз имел высокую оправдываемость для двух сроков прогноза. В целом по территории ЕТР оправдываемость прогнозов, составленных на 21 июня, составила 91 % – в 2015 г. и 93 % – в 2016 г. Прогнозы, составленные на 21 июля, имели, соответственно, оправдываемость 81 и 84 % (табл. 3).

Таблица 3

**Оправдываемость прогнозов урожайности ярового ячменя
по субъектам Российской Федерации в период производственных испытаний
в Гидрометцентре России в 2014–2016 гг.**

Субъект Российской Федерации	Оправдываемость прогноза, %					
	2014 год		2015 год		2016 год	
	21 июня	21 июля	21 июня	21 июля	21 июня	21 июля
1. Вологодская обл.	78	75	90	83	86	82
2. Ленинградская обл.	75	76	85	74	94	90
3. Новгородская обл.	68	67	91	91	75	75
4. Псковская обл.	66	70	66	62	92	76
5. Калининградская обл.	78	87	89	98	99	95
6. Тверская обл.	58	54	54	48	87	80
7. Смоленская обл.	63	59	65	61	80	76
8. Московская обл.	78	70	81	74	61	67
9. Калужская обл.	70	64	81	77	70	35
10. Тульская обл.	86	77	76	81	79	26
11. Ярославская обл.	59	54	92	97	90	93
12. Рязанская обл.	87	65	97	94	24	36
13. Владимирская обл.	69	60	92	83	83	88
14. Костромская обл.	47	44	83	75	92	86
15. Ивановская обл.	64	53	85	75	96	98
16. Нижегородская обл.	80	75	93	98	73	69
17. Кировская обл.	55	43	85	78	90	87
18. Республ. Марий Эл	65	63	78	74	86	85

19. Чувашская Республика	59	54	77	69	81	83
20. Республика Мордовия	66	80	83	68	85	77
21. Удмуртская Республ.	69	65	81	72	88	92
22. Брянская обл.	49	52	73	73	83	85
23. Орловская обл.	52	58	77	75	97	91
24. Липецкая обл.	66	68	75	75	84	70
25. Тамбовская обл.	48	50	65	65	80	87
26. Курская обл.	76	81	86	84	75	75
27. Белгородская обл.	58	61	86	84	99	97
28. Воронежская обл.	61	64	93	87	94	95
29. Ульяновская обл.	74	71	87	83	100	92
30. Пензенская обл.	65	61	74	67	86	87
31. Самарская обл.	63	57	98	83	89	94
32. Саратовская обл.	65	65	95	84	89	83
33. Оренбургская обл.	89	77	90	76	88	88
34. Республика Башкортостан	81	79	91	80	87	88
35. Республика Татарстан	87	81	91	79	98	97
36. Республика Калмыкия	66	66	78	79	55	62
37. Астраханская обл.	53	70	79	64	89	93
38. Волгоградская обл.	49	53	88	83	65	70
39. Краснодарский край	77	89	86	87	80	90
40. Ставропольский край	98	81	98	93	89	65
41. Ростовская обл.	63	66	78	76	79	80
42. Кабардино-Балкарская Республика	74	99	96	98	84	86
43. Карачаево-Черкесская Республика	81	81	83	89	99	100
Оправдываемость по территории, %	40	44	91	81	93	84

При оценке оправдываемости прогнозов в первый год производственных испытаний – в целом по Азиатской территории России по двум срокам прогноза – прогноз не оправдался по 4 субъектам (оправдываемость прогнозов ниже 70 %), оправдываемость по территории в 2017 г. составила 76 %. В 2018 и 2019 гг. прогноз имел высокую оправдываемость для двух сроков прогноза. В целом по территории оправдываемость прогнозов в среднем по субъектам Азиатской территории России в оба срока в 2018 и 2019 гг. составила 94 % (табл. 4).

**Оправдываемость прогнозов урожайности ярового ячменя
по субъектам Российской Федерации в период производственных испытаний
в Гидрометцентре России в 2017–2019 гг.**

Субъект Российской Федерации	Оправдываемость прогноза					
	2017 год		2018 год		2019 год	
	21 июня	21 июля	21 июня	21 июля	21 июня	21 июля
1. Пермский край	59,5	59,5	39,9	39,9	67,1	65,8
2. Свердловская обл.	78,0	78,0	76,1	76,1	84,5	84,5
3. Челябинская обл.	74,3	73,2	81,9	81,9	97,7	97,7
4. Курганская обл.	89,7	89,7	83,6	84,9	94,6	94,6
5. Тюменская обл.	79,0	79,0	90,8	90,8	93,4	93,4
6. Омская обл.	50,3	50,3	97,4	97,4	78,6	78,6
7. Новосибирская обл.	80,9	80,9	85,6	85,6	99,0	99,0
8. Томская обл.	68,1	68,1	83,8	83,8	84,6	84,6
9. Кемеровская обл.	88,4	88,4	95,8	95,3	97,6	97,1
10. Краснодарский край.	83,3	98,8	97,6	95,5	91,9	88,2
11. Иркутская обл.	82,3	82,3	85,1	85,1	99,5	99,5
12. Забайкальский край	69,6	69,6	86,6	86,6	75,2	74,5
13. Республика Бурятия	90,3	90,3	83,5	83,5	90,5	90,5
14. Приморский край	94,2	94,2	88,2	87,7	79,5	78,2
15. Амурская обл.	84,5	84,5	97,7	97,7	99,0	97,5
16. Республика Саха	98,5	97,1	72,3	70,5	76,5	78,6
17. Алтайский край	75,9	75,9	79,6	77,8	89,3	89,3

Рекомендации о внедрении

Решением Центральной методической комиссии по гидрометеорологическим и гелиогеофизическим прогнозам (ЦМКП) Росгидромета от 4 июля 2017 г. автоматизированная технология составления оценок условий вегетации и прогнозов урожайности ярового ячменя по субъектам Европейской территории России рекомендована в качестве основного расчетного метода в ФГБУ «ВНИИСХМ». Методики прогноза урожайности ярового ячменя по Московской, Рязанской, Тверской, Смоленской областям рекомендовано доработать в целях повышения оправдываемости прогноза.

Решением ЦМКП от 18 сентября 2020 г. метод прогноза урожайности ярового ячменя по субъектам Азиатской территории России рекомендован к внедрению в качестве основного расчетного метода. Авторам рекомендовано доработать метод прогноза урожайности ярового ячменя по Пермскому краю и Свердловской области.

Список литературы

1. Гончарова Т.А., Найдина Т.А., Лебедева В.М., Богомолова Н.А. Результаты авторских и производственных испытаний в ФГБУ «Гидрометцентр России» автоматизированной технологии составления оценки условий вегетации и прогноза урожайности яровой пшеницы и картофеля по субъектам Российской Федерации // Результаты испытания новых и усовершенствованных технологий, моделей и методов гидрометеорологических прогнозов. – 2014. – Информационный сборник № 41. – С. 111–126.
2. Гончарова Т.А., Найдина Т.А., Лебедева В.М., Береза О.В. Результаты испытания метода оценки условий вегетации и прогноза урожайности кукурузы с использованием спутниковой и наземной информации по субъектам Российской Федерации // Результаты испытания новых и усовершенствованных технологий, моделей и методов гидрометеорологических прогнозов. – 2018. – Информационный сборник № 45. – С. 127–136.
3. Инструкция по оценке оправдываемости агрометеорологических прогнозов. – М.: Гидрометеиздат, 1983. – 7 с.
4. Клеценко А.Д., Лебедева В.М., Найдина Т.А., Гончарова Т.А., Шкляева Н.М. Оперативное информационно-прогностическое обеспечение потребителей агрометеорологической продукции // Труды ВНИИГМИ-МЦД. – 2015. – Вып. 179. – С. 33–43.
5. Лебедева В.М., Страшная А.И. Основы сельскохозяйственной метеорологии: Учебное пособие. Том II. Методы расчетов и прогнозов в агрометеорологии. Книга 2. Оперативное агрометеорологическое прогнозирование. – Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2012. – 216 с.
6. Полевой А.Н. Теория и расчет продуктивности сельскохозяйственных культур. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 175 с.
7. Полевой А.Н. Прикладное моделирование и прогнозирование продуктивности посевов. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 320 с.
8. Полевой А.Н., Русакова Т.И. и др. Прикладная динамическая модель формирования урожая сельскохозяйственных культур // Гидрометеорологическое обеспечение агропромышленного комплекса страны: Сб. докладов Всесоюзного совещания, Целиноград, сентябрь 1988 г. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – С. 15–31.
9. РД 52.33.810–2014. Порядок составления прогноза урожайности яровой пшеницы по субъектам Российской Федерации. – Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2014. – 20 с.
10. РД 52.27.284-91 Методические указания. Проведение производственных (оперативных) испытаний новых и усовершенствованных методов гидрометеорологических и гелиогеофизических прогнозов. – С. 98–107.

11. *Русакова Т.И.* О создании новой технологии оперативного агрометеорологического обеспечения агропромышленного комплекса России // Метеорология и гидрология. – 2004. – № 12. – С. 82–89.

12. *Русакова Т.И.* Автоматизированная система оценки агрометеорологических условий вегетации и прогноза урожайности озимой ржи и пшеницы по территории субъектов Российской Федерации // Результаты испытания новых и усовершенствованных технологий, моделей и методов гидрометеорологических прогнозов. – 2006. – Информационный сборник № 32. – С. 58–64.