

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЯ
МЕТОДОВ ПРОГНОЗА УРОЖАЙНОСТИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ
ПО АДМИНИСТРАТИВНЫМ РАЙОНАМ
КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

¹ Новосибирский Государственный Аграрный Университет, г. Новосибирск;

² Сибирский научно-исследовательский гидрометеорологический институт, г. Новосибирск;

³ Гидрометцентр ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС», г. Новосибирск

Метод прогноза урожайности яровой пшеницы по административным районам Кемеровской области разработан в рамках выполнения темы 1.1.7.1 Плана НИОКР Росгидромета на 2019 год.

Испытания методов проводились по 17 административным районам Кемеровской области, для каждого района разработано по 4 модели, позволяющих прогнозировать урожайность яровой пшеницы на сроки 23 июня и 23 июля. Агрометеорологические параметры выбирались из материалов наблюдений гидрометеорологических станций.

Как известно, у каждой сельскохозяйственной культуры свои требования к условиям среды, причем эти требования не остаются постоянными на протяжении всего вегетационного цикла, а меняются в зависимости от фаз развития. Авторами исследовалось влияние температуры воздуха, осадков, дефицита влажности воздуха на урожайность яровой пшеницы в административных районах Кемеровской области. Широко использованы комплексные показатели тепло- и влагообеспеченности: коэффициенты увлажнения по Н.В. Гулиновой, Д.А. Бринкену и С.А. Сапожниковой, а также гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова и т. д. [1, 2].

Наиболее значимые показатели были включены в физико-статистические модели для расчета урожайности яровой пшеницы по административным районам Кемеровской области. Разработка методов выполнялась с ориентацией на принятые в Росгидромете оперативные сроки составления прогноза урожайности яровой пшеницы (предварительного – 21–23 июня, 21–23 июля – уточненного) и соответствующие критерии оправдываемости [2].

Для выполнения расчетов был разработан пакет программ для персонального компьютера и материалы информационного обеспечения: программа расчета прогноза урожайности яровой пшеницы по административным районам Кемеровской области и программа оценки прогноза.

Авторские испытания метода прогноза урожайности проводились на независимом материале 2015–2017 гг., производственные испытания – в 2018–2021 гг. в отделе агрометеорологических прогнозов Гидрометцентра.

Оценка успешности методов прогноза урожайности яровой пшеницы проводилась согласно Методическим указаниям [3]. Ввиду отсутствия разработанных методов прогноза среднерайонной урожайности яровой пшеницы, сравнительная оценка успешности испытываемых методов осуществлялась с инерционным и климатологическим прогнозами.

С целью получения более достоверных выводов об испытываемых методах были проанализированы результаты оправдываемости прогнозов за период авторских (2015–2017 гг.) и оперативных (2018–2021 гг.) испытаний. Было проверено по две физико-статистические модели на два срока: 21–23 июня и 21–23 июля.

Результаты испытаний методов по административным районам Кемеровской области

87

По результатам авторской проверки (2015–2017 гг.) методические прогнозы урожайности яровой пшеницы по административным районам Кемеровской области по всем моделям в течение трех лет обеспечили хороший результат – средняя оправдываемость по величине относительной ошибки составила 86,4–97,6 % (табл. 1 и 2). Авторские испытания выявили явное преимущество разработанного метода. Так, за период авторских испытаний 96 % всех составленных методических прогнозов оправдались. Оправдываемость метода составила 100 %, лишь в Яшкинском районе из 3 составленных удачными были 2, оправдываемость метода 67 %.

В годы производственных испытаний (2018–2021 гг.) методические прогнозы урожайности яровой пшеницы по административным районам Кемеровской области по всем моделям оправдались хуже, средняя их оправдываемость по величине относительной ошибки составила 80 %. По большинству районов оправдываемость в годы производственных испытаний как предварительных, так и уточненных прогнозов оказалась ниже, чем в годы авторских испытаний, на 3–18 %, а по Тяжинскому, Яшкинскому, Ижморскому, Юргинскому, Кемеровскому, Крапивинскому, Гурьевскому, Прокопьевскому и Новокузнецкому районам – на 20–42 %.

**Оправдываемость прогнозов урожайности яровой пшеницы по административным
районам Кемеровской области, предварительный прогноз
(по величине относительной ошибки)**

Район	№ модели	Методические прогнозы, оправдываемость, %			Инерционный	Климатологический
		Авторские испытания 2015-2017 гг.	Производственные испытания 2018-2021 гг.	Средняя оправдываемость (%) 2015-2021гг.		
Мариинский	1	97,6	87,2	91,6	89,7	81,1
	2	96,5	87,9	91,6	89,7	81,1
Тяжинский	1	94,2	65,7	74,8	79,6	71
	2	96,4	63,2	77,4	79,6	71
Тисульский	1	92,2	78,3	86,3	82,1	82,1
	2	90,3	73,4	80,6	82,1	82,1
Яшкинский	1	86,3	58,1	70,2	70,6	47
	2	87,8	56,6	70	70,6	47
Яйский	1	91,3	91,4	91,4	92,7	88,3
	2	89,1	89,6	89,4	92,7	88,3
Ижморский	1	91,3	68	78	78	69,9
	2	90,7	66,5	76,9	78	69,9
Чебулинский	1	94	78,8	85,3	84,3	69
	2	83,7	77,7	80,2	84,3	69
Юргинский	1	90,4	66,8	76,9	88,5	79
	2	91,6	67,4	77,8	88,5	79
Топкинский	1	95,6	85,5	89,8	94,2	85,4
	2	96	81,6	88	94,2	85,4
Кемеровский	1	91,8	69,1	79,9	89,9	78,7
	2	88,3	69,2	79,1	89,9	78,7
Крапивинский	1	95,4	67,5	79,5	85,6	79,6
	2	94,5	72,5	82	85,6	79,6
Промышленный	1	89,8	79,9	84,2	84,1	77,6
	2	90,2	82	85,5	84,1	77,6
Ленинск-Кузнецкий	1	83	81,4	82,1	82,5	75,8
	2	86	80	82,6	82,5	75,8
Гурьевский	1	84,5	60,7	70,9	74,5	60,6
	2	86,1	63,8	73,4	74,5	60,6
Беловский	1	86,3	69,2	76,5	79,6	77,4
	2	86,1	68,6	76,2	79,6	77,4
Прокопьевский	1	88,2	67,2	76,2	87,2	75,7
	2	90,6	68,5	78	87,2	75,7
Новокузнецкий	1	90,4	75,6	82	82,8	77,4
	2	94,2	70,3	81,6	82,8	77,4

**Оправдываемость прогнозов урожайности яровой пшеницы по административным
районам Кемеровской области, уточненный прогноз
(по величине относительной ошибки)**

Район	№ модели	Методические прогнозы, оправдываемость, %			Инерционный	Климатологический
		Авторские испытания 2015-2017 гг.	Производственные испытания 2018-2021 гг.	Средняя оправдываемость (%) 2015-2021гг.		
Мариинский	3	95	86,7	90,3	89,7	81,1
	4	95,8	87,5	91,1	89,7	81,1
Тяжинский	3	94,7	65,7	78,1	79,6	71
	4	94,6	61,8	76,9	79,6	71
Тисульский	3	89,6	72,8	80,1	82,1	82,1
	4	91,5	72,1	80,5	82,1	82,1
Яшкинский	3	88,7	49,8	65,9	70,6	47
	4	90	47,6	65,8	70,6	47
Яйский	3	85,6	85,5	85,5	92,7	88,3
	4	88,4	88,8	88,7	92,7	88,3
Ижморский	3	91,3	67,7	77,8	78	69,9
	4	87,7	64,7	74,6	78	69,9
Чебулинский	3	92,7	78,6	84,6	84,3	69
	4	82,8	75,2	78,5	84,3	69
Юргинский	3	92,9	71	80,4	88,5	79
	4	93,3	72,9	81,6	88,5	79
Топкинский	3	91,9	88,6	88,6	94,2	85,4
	4	92,7	87,3	89,6	94,2	85,4
Кемеровский	3	91,7	71,2	80	89,9	78,7
	4	91,4	70,1	79,3	89,9	78,7
Крапивинский	3	97,6	67,8	80,6	85,6	79,6
	4	97,4	69,7	81,6	85,6	79,6
Промышленный	3	88,4	81	84,2	84,1	77,6
	4	87,4	81,3	83,9	84,1	77,6
Ленинск-Кузнецкий	3	84,9	91,9	88,9	82,5	75,8
	4	81	76,1	78,2	82,5	75,8
Гурьевский	3	83,9	60,6	70,6	74,5	60,6
	4	85,7	64,3	73,4	74,5	60,6
Беловский	3	88,9	68,8	77,4	79,6	77,4
	4	86,4	70	77,1	79,6	77,4
Прокопьевский	3	92,3	63,2	75,7	87,2	75,7
	4	91	70	79,1	87,2	75,7
Новокузнецкий	3	90,6	69,7	78,6	82,8	77,4
	4	90,6	70	78,8	82,8	77,4

Неудачными были методические прогнозы, составленные в 2020-2021 гг., а также в 2019 г. в Беловском, Прокопьевском, Юргинском, Чебулинском, Кемеровском (модели 1, 2), Тяжинском (модель 4), Новокузнецком (модель 3) районах и в 2018 г. в Ижморском, Гурьевском (модель 4), Тисульском (модели 3, 4) районах. Прогнозируемая урожайность оказалась меньше фактической на 3,6–15,9 ц/га. Лишь в Яйском и Ленинск-Кузнецком (модель 3) районах успешность составленных прогнозов по новому методу была на уровне оправдываемости прогнозов в годы авторских испытаний.

За 7 лет испытаний, включая годы авторской и оперативной проверки, по величине относительной ошибки оправдываемость прогнозов, составленных по новому методу, в Мариинском, Тисульском, Яйском, Топкинском, Промышленновском, Чебулинском (модели 1–3), Юргинском (модели 3,4), Крапивинском (модели 2–4), Ленинск-Кузнецком (модели 1–3) и Новокузнецком (модели 1, 2) районах оказалось в пределах принятого порога успешности агрометеорологических прогнозов и составляла 80,1–91,6 %, что выше оправдываемости климатологических и на уровне и несколько выше качества инерционных прогнозов (в Яйском, Топкинском, Крапивинском и Новокузнецком районах ниже успешности инерционных прогнозов на 2–6 %). Однако следует заметить, что лишь в Мариинском, Яйском, Топкинском, Промышленновском (модели 2–4) и Ленинск-Кузнецком (модели 1-3) районах в годы производственных испытаний оправдываемость методических прогнозов была выше 80 % (общепринятого порога успешности) (см. табл. 1 и 2).

Оценка оправдываемости составленных прогнозов по новому методу в годы производственных испытаний (2018–2021 гг.) (по величине допустимой погрешности ($\Delta\sigma$) согласно Методических указаний [3]) позволила выявить число оправдавшихся методических, инерционных и климатологических прогнозов. Лишь по четырем районам области из 4 составленных методических прогнозов оправдались 3: в Яйском районе удачными были прогнозы по моделям 1, 2 и 4, в Топкинском – по моделям 1 и 2, по модели 4 все прогнозы успешные, Промышленновском районе хорошо сработала модель 2 и в Ленинск-Кузнецком – модели 1–3. Оправдываемость метода по перечисленным моделям составила 75 %, в Топкинском районе (модель 4) – 100 %, что, в основном, на уровне оправдываемости инерционных и климатологических прогнозов, в Топкинском (модели 1, 2), Промышленновском и Ленинск-Кузнецком (модель 3) районах – выше оправдываемости климатологических прогнозов на 25–50 %, в Топкинском районе (модель 4) методические прогнозы успешнее инерционных и климатологических прогнозов на 25–75 %.

Плохо сработали модели по Яшкинскому району (ни один прогноз, составленный по новому методу в годы оперативной проверки, не оправдался, оправдываемость метода – 0 %). По Кемеровскому (модели 3, 4), Гурьевскому (модели 1, 4) районам также нулевая

оправдываемость. По Тисульскому (модели 3, 4), Ижморскому (модели 2–4), Чебулинскому, Юргинскому, Беловскому, Прокопьевскому (все модели), Кемеровскому (модели 1,2), Гурьевскому (модель 4), Тяжинскому (модель 4) и Новокузнецкому (модель 3) районам оправдался лишь 1 прогноз из 4 составленных, оправдываемость метода составила лишь 25 %, что значительно ниже или на уровне успешности инерционных и климатологических прогнозов.

По остальным моделям по Мариинскому, Крапивинскому (модели 1–4), Тисульскому (модели 1–2), Тяжинскому (модели 1–3), Яйскому(модель 3), Ижморскому (модель 1), Топкинскому (модель 3), Промышленновскому (модели 1, 3, 4), Ленинск-Кузнецкому (модель 4), Гурьевскому (модель 2), Новокузнецкому (модели 1, 2, 4) административным районам оправдались 2 прогноза по новому методу (оправдываемость метода 50 %, что либо ниже успешности инерционных и климатологических прогнозов, либо на уровне). Неудачными, в основном, были прогнозы, составленные в 2020 и 2021 годах.

В период оперативных испытаний качество прогнозов снизилось в связи со значительным ростом урожайности, что объясняется модернизацией аграрной отрасли в сторону устойчивости, использованием новых методов обработки почвы, улучшением качества семенного материала, вхождением в Агрохолдинги и внедрением химизации и цифровых технологий.

Решением Технического Совета ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС» от 07 июня 2022 г., одобренным решением Центральной методической комиссии по гидрометеорологическим и гелиогеофизическим прогнозам (ЦМКП) Росгидромета от 9.06.2022 г., автоматизированная технология прогноза урожайности яровой пшеницы по административным районам Кемеровской области с 20 июня 2022 года рекомендована к внедрению в оперативную практику специалистов-агрометеорологов Кемеровского ЦГМС – филиала ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС» в качестве основного расчетного метода на сроки 21–23 июня и 21–23 июля для районов: Яйского (модели 1, 4), Топкинского (модели 1, 4), Промышленновского (модель 2), Ленинск-Кузнецкого (модели 2, 3), а также Мариинского (модели 1, 4) и Промышленновского (модель 4) районов, поскольку оправдываемость методических прогнозов (по величине относительной ошибки) в годы производственных испытаний была выше 80 % (общепринятого порога успешности). Для Тяжинского (модели 1, 3), Крапивинского (модели 2, 4), Новокузнецкого (модели 2, 4), Ижморского, Гурьевского и Тисульского (модель 1) районов – в качестве консультативного.

Метод прогнозирования урожайности яровой пшеницы по остальным районам области (Яшкинский, Чебулинский, Юргинский, Кемеровский, Беловский, Прокопьевский) оставить без внедрения в связи с низкой оправдываемостью в период оперативных испытаний.

К достоинствам нового метода следует отнести:

1. Позволяет прогнозировать урожайность яровой пшеницы в амбарном весе.
2. Для выполнения расчетов была создана и запущена полностью автоматизированная технология составления прогнозов и расчетов оценок, включая выборку данных из базы данных АСОАМИ и электронной версии ТСХ-1 в Кемеровском ЦГМС.

Список литературы

1. Кононенко С.М., Старостина Т.В. Спутниковые данные в прогнозе урожайности пшеницы для административных районов Сибири // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XIV Междунар. научн. конгр.: Междунар. научн. конф. «Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология»: сб. материалов в двух томах (Новосибирск, 23–27 апреля 2018 г.). – Новосибирск: СГУГиТ, 2018. – Том 1. С. 94–101.
2. Старостина Т.В., Пищимко О.И., Пищимко В.В. Автоматизированная технология прогноза урожайности яровой пшеницы по административным районам Кемеровской области // Труды СибНИГМИ. – 2021. – Вып. 107. – С 92–99.
3. РД 52.27.284-91. Методические указания. Проведение производственных (оперативных) испытаний новых и усовершенствованных методов гидрометеорологических и гелиогеофизических прогнозов. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 150 с.