

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЯ МЕТОДА ДОЛГОСРОЧНОГО ПРОГНОЗА УРОЖАЙНОСТИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПО ФЕДЕРАЛЬНЫМ ОКРУГАМ И РОССИИ В ЦЕЛОМ

В ФГБУ «ВНИИСХМ» в 2011–2013 гг. впервые был разработан метод долгосрочного прогноза урожайности яровой пшеницы по федеральным округам и России в целом, заблаговременность прогноза составляет 5 месяцев (автор – В.М. Лебедева). Метод прогноза урожайности яровой пшеницы разработан на основе синоптико-статистического подхода, основанного на сочетании двух прогнозов: прогноза трендовой составляющей урожайности и оценки отклонений урожайности от тренда, выполняемой с помощью синоптико-статистического метода оценки агрометеорологических условий формирования урожая [2–6, 8–10].

В соответствии с рабочей гипотезой выявлены устойчивые временные связи между характеристиками циркуляции атмосферы и теплового состояния поверхности океанов в предшествующий периоду вегетации осенне-зимний период и урожайностью яровой пшеницы по федеральным округам. Блок-схема долгосрочного прогноза урожайности яровой пшеницы по федеральным округам приведена на рис. 1.

Для расчета ожидаемой урожайности яровой пшеницы используются следующие статистические и метеорологические исходные данные:

1. Статистические данные по федеральным округам: фактическая урожайность яровой пшеницы с 1981 г. по год, предшествующий году прогноза.

2. Метеорологические данные:

– средние месячные значения геопотенциала на уровне 500 гПа за осенне-зимний период (с октября по февраль) с 1981 г. по год прогноза;

– средние месячные значения температуры поверхности Тихого и Атлантического океанов за осенне-зимний период (с октября по февраль) с 1981 г. по год прогноза;

– средние месячные значения индексов Североатлантического колебания с 1981 по год прогноза;

– средние месячные значения центров действия атмосферы (широта и долгота Азорского и Сибирского максимумов) с 1981 по год прогноза.



Рис. 1. Блок-схема долгосрочного прогноза урожайности яровой пшеницы по федеральным округам.

В табл. 1 приведены отобранные потенциальные предикторы, используемые в уравнениях для расчета прогноза урожайности яровой пшеницы по федеральным округам Российской Федерации. В качестве математического аппарата для расчета прогностических отклонений урожайности от тренда применяется метод разложения случайных полей по естественным ортогональным составляющим [7]. На рис. 2, для примера, на картосхемах показаны области, значения температуры поверхности воды Тихого океана и геопотенциала на уровне 500 гПа в которых используются для построения прогностических уравнений для прогноза урожайности яровой пшеницы по Приволжскому федеральному округу.

Для составления долгосрочных прогнозов ожидаемой урожайности яровой пшеницы разработан пользовательский интерфейс, позволяющий в значительной мере упростить работу агрометеоролога-прогнозиста [6]. На основании полученных прогностических значений урожайности ярой пшеницы по округам рассчитываются прогностические значения валового сбора яровой пшеницы по округам и России в целом, при этом используются данные о посевных площадях культуры за предшествующий прогнозу год.

Результаты испытаний метода прогноза

Производственные испытания метода прогноза урожайности яровой пшеницы по федеральным округам Российской Федерации проводились в ФГБУ «Гидрометцентр России» (отв. – О.В. Береза) в течение трех лет (2014–2016 гг.).

Согласно Методическим указаниям [10] оценка успешности агрометеорологических прогнозов проводилась на материалах независимой выборки с помощью двух критериев: оправдываемости метода и его ошибки. Испытываемый метод рекомендуется к внедрению в оперативную работу, если не менее 70 % субъектов территории имеют показатели «оправдываемость» и «ошибка» метода лучше аналогичных показателей инерционного и климатологического прогнозов.

Выводы о приемлемости метода для оперативной работы делаются на основании испытаний в течение 5–7 лет, из них авторские испытания в течение 3–5 лет и производственные испытания в течение двух-трех лет.

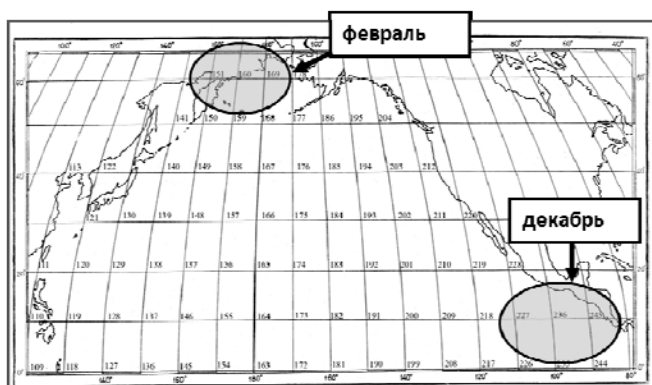
За девятилетний период (2008–2016 гг.) во всех восьми федеральных округах оправдываемость испытываемого метода выше оправдываемости инерционного и климатологического методов прогноза. Таким образом, 100 % субъектов территории имеют показатели «оправдываемость» и «ошибка» метода выше аналогичных показателей инерционного и климатологического прогнозов (табл. 2).

Таблица 1. Предикторы, используемые в уравнениях для расчета прогноза урожайности яровой пшеницы по федеральным округам Российской Федерации

| Федеральный округ | Предикторы | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|---------------------------|----------|-------------|---|---|-----|----|---|---|---|-----|----|---|---|---|-----|----|---|
| | Центры действия атмосферы | | Индексы САК | Средняя месячная температура поверхности воды Атлантического океана | | | | | Средняя месячная температура поверхности воды Тихого океана | | | | | Средние месячные значения геопотенциала на уровне 500 гПа | | | | |
| | | | | Месяц, предшествующий периоду вегетации (октябрь-февраль) | | | | | | | | | | | | | | |
| | Сибирский | Азорский | | II | I | XII | XI | X | II | I | XII | XI | X | II | I | XII | XI | X |
| Центральный | + | | | | | + | | | + | | + | | | | + | | | |
| Северо-Западный | | | | | | | | | | + | + | | | | + | | | + |
| Южный | | | + | | + | | | | | + | | | | + | | | | |
| Северо-Кавказский | + | + | | | | | | | | + | | | | | + | | | |
| Приволжский | | | | | | + | | | + | | | | | | | + | + | |
| Уральский | | | | | | | | | + | | + | | | | | + | + | |
| Сибирский | | | | | | + | | | | + | | | | | + | | | |
| Дальневосточный | | | | | | | | | | | | | + | + | + | | + | |

Примечание. Знаком «+» отмечены месяцы осенне-зимнего периода, за которые информация используется в уравнениях.

Средние месячные значения температуры поверхности воды Тихого океана



Средние месячные значения геопотенциала на уровне 500 гПа:

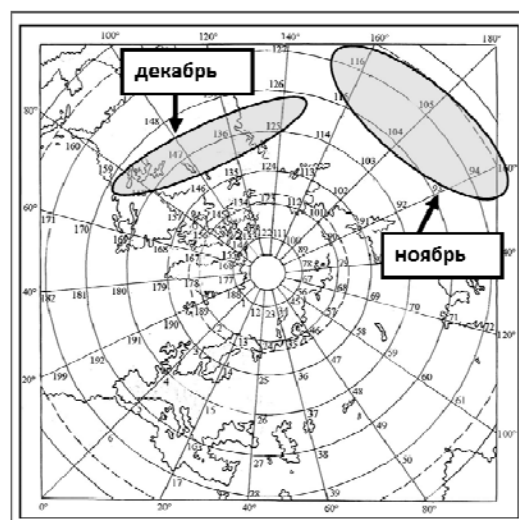


Рис. 2. Предикторы, отобранные для прогноза урожайности яровой пшеницы в Приволжском федеральном округе.

Таблица 2. Результаты авторских (2008–2013 гг.) и производственных (2014–2016 гг.) испытаний метода прогноза урожайности яровой пшеницы по федеральным округам

| Федеральный округ | Метод прогноза урожайности | | | | | |
|------------------------------|----------------------------|--------------|-------------------------|--------------|-------------------------|--------------|
| | испытываемый | | инерционный | | климатологический | |
| | оправды- ваемость, % | ошибка, % | оправды- ваемость, % | ошибка, % | оправды- ваемость, % | ошибка, % |
| 97 % посевной площади | | | | | | |
| Сибирский | 88,9 | 9,1 | 55,6 | 9,0 | 77,8 | 6,7 |
| Приволжский | 88,9 | 8,0 | 66,7 | 15,8 | 77,8 | 20,4 |
| Уральский | 88,9 | 11,8 | 77,8 | 11,1 | 77,8 | 14,3 |
| Центральный | 77,8 | 10,0 | 66,7 | 8,2 | 44,4 | 11,7 |
| Остальная территория | | | | | | |
| Южный | 88,9 | 12,7 | 55,6 | 18,8 | 77,8 | 24,2 |
| Дальневосточный | 77,8 | 10,1 | 44,4 | 16,0 | 66,7 | 15,9 |
| Северо-Западный | 66,7 | 3,5 | 55,6 | 5,2 | 33,3 | 5,4 |
| Северо-Кавказский | 88,9 | 8,1 | 55,6 | 13,3 | 66,7 | 12,3 |

В период производственных испытаний (2014–2016 гг.) было составлено 24 прогноза. Качество прогнозов согласно Инструкции по оценке агрометеорологических прогнозов [1] оценивается по балльной шкале: оправдываемость 91 % и более – 5 баллов; 90–81 % – 4 балла; 80 – 70 % – 3 балла; менее 70 % – 0 баллов (табл. 3).

В 2014 году прогноз не оправдался только в Уральском федеральном округе (69,3 %), при этом оправдываемость в среднем по территории (по восьми федеральным округам) составила 88 %, в 2015 году – все прогнозы оправдались – 100 %, в 2016 году прогноз не оправдался в двух федеральных округах: Приволжском и Южном (1,6 % от всей посевной

площади), оправдываемость по территории составила 75 %. На основании прогноза урожайности яровой пшеницы по федеральным округам была рассчитана урожайность яровой пшеницы по России в целом (в расчетах использовались данные о посевных площадях за предшествующий год). Средняя за три года относительная ошибка прогноза валового сбора яровой пшеницы в целом по Российской Федерации составила 11 %.

Таблица 3. Результаты производственных испытаний метода долгосрочного прогноза урожайности яровой пшеницы по федеральным округам и России в целом

| Федеральный округ, Российская Федерация | Оправдываемость прогнозов (%) и оценка в баллах | | | | Посевная площадь, % |
|--|--|----------------|----------------|-------------|---------------------------|
| | 2014 г. | 2015 г. | 2016 г. | Средняя,% | |
| Российская Федерация | 88,0 (4) | 96,6(5) | 83,0(4) | 89,2 | 100 |
| 97 % посевной площади | | | | | |
| Сибирский | 76,4(3) | 97,1(5) | 88,9(4) | 87,5 | 47,6 |
| Приволжский | 98,5(5) | 87,2(4) | 44,1(0) | 76,6 | 28,8 |
| Уральский | 69,3(0) | 77,8(3) | 69,6(3) | 72,2 | 16,2 |
| Центральный | 74,4(3) | 91,4(5) | 89,3(4) | 85,0 | 4,5 |
| Остальная территория | | | | | |
| Южный | 99,2(5) | 88,4(4) | 49,4(0) | 79,0 | 1,6 |
| Дальневосточный | 71,8(3) | 85,3(4) | 75,0(3) | 77,4 | 0,9 |
| Северо-Западный | 70,8(3) | 96,5(5) | 88,4(4) | 85,2 | 0,4 |
| Северо-Кавказский | 97,3(5) | 80,2(4) | 86,4(4) | 88,0 | 0,04 |
| Оправдываемость по территории, % | 88 | 100 | 75 | | |

Рекомендации о внедрении

Решением Центральной методической комиссии по гидрометеорологическим и гелиофизическим прогнозам (ЦМКП) Росгидромета от 7 июля 2017 года метод долгосрочного прогноза урожайности яровой пшеницы по федеральным округам и России в целом рекомендован к использованию в ФГБУ «Гидрометцентр России» в качестве основного расчетного метода. ФГБУ «ВНИИСХМ» рекомендовано доработать метод прогноза урожайности яровой пшеницы по Уральскому, Приволжскому и Южному федеральным округам.

Список литературы

1. Инструкция по оценке оправдываемости агрометеорологических прогнозов. – М.: Гидрометеоздат, 1983. – 7 с.
2. Лебедева В.М. Прогноз урожайности яровой пшеницы до сева по территории Восточно-Сибирского экономического района // Труды «ВНИИСХМ». – 2000. – Вып. 32. – С. 150–159.

3. *Лебедева В.М.* Метод долгосрочного прогноза теплообеспеченности вегетационного периода // *Метеорология и гидрология.* – 2005. – № 9. – С. 93–99.

4. *Лебедева В.М.* Долгосрочный синоптико-статистический метод прогноза валового сбора зерновых культур по федеральным округам и России в целом // *Труды ВНИИСХМ.* – 2010. – Вып. 37. – С. 69–81.

5. *Лебедева В.М., Страшная А.И.* Основы сельскохозяйственной метеорологии. Том II. Методы расчетов и прогнозов в агрометеорологии. Книга 2. Оперативное агрометеорологическое прогнозирование: Учебное пособие. – Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2012. – 216 с.

6. *Лебедева В.М., Чуб О.В.* Результаты испытания метода долгосрочного прогноза урожайности зерновых и зернобобовых культур по федеральным округам и России в целом в ФГБУ «Гидрометцентр России» // Информационный сборник № 41 «Результаты испытания новых и усовершенствованных технологий, моделей и методов гидрометеорологических прогнозов». – 2014. – С. 136–150.

7. *Мещерская А.В., Руховец Л.В., Юдин М.И., Яковлева Н.И.* Естественные составляющие метеорологических полей. – Л.: Гидрометеоиздат, 1970. – 200 с.

8. *Пасов В.М.* Изменчивость урожаев и оценка ожидаемой продуктивности зерновых культур. – Л.: Гидрометеоиздат, 1986. – 107 с.

9. *Пасов В.М., Аксарина Е.А., Лебедева В.М.* Особенности циркуляции атмосферы в годы с различной урожайностью кукурузы в США // *Труды ВНИИСХМ.* – 1991. – Вып. 28. – С. 62–81.

10. РД 52.27.284-91 Методические указания. Проведение производственных (оперативных) испытаний новых и усовершенствованных методов гидрометеорологических и гелиогеофизических прогнозов. – М.: Госкомгидромет, 1991. – С. 98–107.

11. *Русакова Т.И., Лебедева В.М., Грингоф И.Г., Шкляева Н.М.* Современная технология поэтапного прогнозирования урожайности и валового сбора зерновых культур // *Метеорология и гидрология.* – 2006. – № 7. – С. 101–108.