

Прогноз погоды и урожайности сельскохозяйственных культур в Оренбургской области на предстоящий вегетационный период 2018 г.

А.А. Неверов, к.с.-х.н., ФБГНУ ФНЦ БСТ РАН

Главной задачей сельского хозяйства РФ, и в первую очередь растениеводства, является снабжение населения необходимыми продуктами питания, формирование стратегических ресурсов продовольствия в целях обеспечения продовольственной безопасности страны.

В Российской Федерации, от Центрального Поволжья и до Урала, преобладает сухой степной климат. Средние июльские температуры воздуха достигают +21–23°C. Годовая сумма осадков снижается до 300 мм. Испаряемость превышает сумму осадков в 2–3 раза [1].

Наиболее засушливыми регионами страны являются Астраханская, Волгоградская, Оренбургская области и Республика Калмыкия. Возможности орошения в этих регионах ограничены, и продук-

тивность посевов в значительной степени зависит от погодных условий. Характерными особенностями климата данных территорий являются недостаточное и неустойчивое атмосферное увлажнение в сочетании с экстремально высокими температурами и низкой относительной влажностью воздуха в летний период.

Сильная зависимость урожая сельскохозяйственных культур от изменений погоды в засушливых регионах предопределяет актуальность прогнозирования предстоящих погодных условий и возможную продуктивность посевов сельскохозяйственных культур в целях снижения убытков от повреждающих факторов и оптимизации агротехнологий путём своевременного принятия управленческих решений [1–5].

Для задач прогнозирования метеорологических факторов и урожайности сельскохозяйственных

культур с заблаговременностью до года и более важно учитывать так называемые непериодические изменения погоды, связанные с изменением активности Солнца, угловой скорости вращения Земли, угла наклона земной оси, в отличие от суточных и годовых изменений, обусловленных осевым вращением Земли и изменением положения планеты на орбите в течение года. На самом деле непериодические изменения погоды происходят под влиянием наложения циклических факторов, а интегральная составляющая имеет характер непериодических изменений. Знания природы цикличности этих факторов позволяют продолжить их во времени и успешно решать проблемы прогнозирования.

Целью исследования является прогноз средне-районной урожайности сельскохозяйственных культур и погодных условий вегетационного периода в Оренбургском районе Оренбургской области на основе совершенствования существующих и создания новых методов долгосрочного прогнозирования с заблаговременностью не менее 2–3 мес. до начала полевых работ для принятия стратегических решений по управлению агротехнологиями в условиях изменяющегося климата.

Материал и методы исследования. В исследовании использовали статистические методы анализа временного ряда. Метод — это инструмент для анализа, не более того. Одни методы известны давно, другие появились совсем недавно на основе искусственного интеллекта. Общее у всех методов — моделирование природных процессов на основе стохастических (вероятностных) связей. Это означает, что одному и тому же набору независимых переменных (предикторов) соответствует некоторое подмножество зависимых переменных (откликов), которые будут формировать дисперсию результирующего признака. Поэтому стохастическая модель всегда содержит ошибку. Задача исследователя — минимизировать величину этой ошибки.

По результатам предшествующих исследований 2011–2017 гг. наиболее достоверным в условиях Оренбургской области показал себя метод остаточных отклонений в совокупности с методом наложения эпох, детально описанный в работах А.Ф. Игуменцева, Д.М. Хомякова, А.Н. Полевого [6–8]. Прогнозирование урожайности осуществляется с учётом двух составляющих временного ряда: тренда и отклонений урожайности от сложившейся тенденции. Сумма двух полученных таким образом способов прогнозов даёт суммарный прогноз урожайности.

Наряду с методом остаточных отклонений в работе использованы дополнительно три метода в программе Statistica: анализ временных рядов в задачах регрессии на независимые предикторы, автокорреляционный анализ в нейронных сетях и множественная регрессия на предикторы-предвестники событий.

Результаты исследования. Многолетний опыт по разработке методов долгосрочного прогнозирования позволяет нам сделать выводы о некоторых ограничениях, присущих статистическим методам анализа временных рядов.

Более успешно для Оренбургской области удаются долгосрочные прогнозы с заблаговременностью до 12 мес.: урожайности зерновых культур, подсолнечника и кукурузы, среднедекадной температуры воздуха вегетационного периода. По осадкам прогнозы маловероятны по причине нерепрезентативности метеорологических наблюдений, поскольку осадкомеры установлены на редких для области метеопостах, как правило, один осадкомер на несколько административных районов, а осадки имеют ограниченно локальный характер. Для отражения реальной картины осадков необходимо иметь хотя бы один осадкомер на 5–6 км² территории.

Наш многолетний опыт позволяет сделать следующие выводы: прогнозировать можно «не всё, не везде и не всегда».

«Не всё» — на коротких рядах наблюдений меньше 60 лет, а также на рядах с недостоверной информацией прогноз получить почти невозможно.

«Не везде» — в зависимости от местоположения территории не все ряды прогнозируются, даже если они достоверны. Почему это происходит? Есть предположение, что данный временной ряд состоит из различных генеральных совокупностей и не является однородным, вторая гипотеза говорит о размытости в данной точке природных факторов. В качестве примера можно назвать Бузулукский район, где прогнозы урожайности маловероятны. И в то же время есть территории, где вероятность прогноза очень высока — это зона Оренбургского и Саракташского районов, п. Чебеньки.

«Не всегда» — если в прошлом получился прогноз по какому-либо показателю и его достоверность высока по формальным критериям, то в настоящем прогноза может и не быть, что оценивается по тестовой выборке и внешнему тесту. Почему это происходит, пока неизвестно.

Таким образом, прогноз возможен в определённых точках, которые устанавливаются только опытным путём в течение ряда лет. Такие точки по аналогии можно назвать реперными, именно они позволяют представить картину прогноза в виде сценария.

Из нашего опыта прогнозирования 2011–2017 гг. известно, что наибольшая вероятность прогнозов — до 85% по урожайности сельскохозяйственных культур и среднесуточной температуре воздуха наблюдалась в Оренбургском районе Оренбургской области. Поэтому для решения задач прогнозирования использованы ряды наблюдений по средне-районной урожайности традиционных зерновых культур за период 1935–2017 гг., подсолнечника — 1944–2017 гг. и кукурузы — 1950–2017 гг. (табл. 1).

1. Урожайность сельскохозяйственных культур в Оренбургском районе Оренбургской области в 2007–2017 гг. и прогноз на 2018 г., ц/га

Сельскохозяйственная культура	Урожайность			Отношение прогнозной урожайности к уровню 2017 г., %
	средняя, 2007–2017 гг.	фактическая, 2017 г.	прогнозная, 2018 г.	
Озимая рожь	14,0	13,4	9 – 11	67 – 82
Ячмень яровой	8,6	13,7	4 – 5	29 – 37
Пшеница яровая	7,4	11,6	4 – 5	35 – 43
Просо	6,8	6,3	2 – 3	32 – 48
Подсолнечник на семена	8,0	9,7	5 – 7	52 – 72
Кукуруза (зелёная масса)	67,0	37,3	45 – 60	120 – 160
Кукуруза (зерно), п. Нежинка*	23,0	16	19 – 21	119 – 130

Примечание: * – урожайность по опытному полю Оренбургского НИИСХ (рядом с п. Нежинка, Оренбургский р-н)

2. Прогноз метеорологических условий вегетационного периода по г. Оренбургу в 2018 г.

Декада, мес.	Среднесуточная температура воздуха, °С		Осадки, мм	
	прогноз	норма	прогноз	норма
03.04	10,0	10,4	-	10
01.05	11,8	13,2	18–20*	27
02.05	16,6	16,2		
03.05	22,2*	16,8		
01.06	19,3	17,8	20–30*	37
02.06	20,3	20,4		
03.06	20–22	20,8		
01.07	22,4	21,4	40–60	39
02.07	23–25	21,7		
03.07	20–22	21,5		
01.08	20–22	21,2	-	30
02.08	23,1	19,6		
03.08	17,9	18,4		

Примечание: * – прогноз маловероятен

В формировании прогноза применялись все перечисленные выше методы моделирования. Прогнозная урожайность представлена средней арифметической из ансамбля лучших по формальным критериям моделей. Прогноз лучше воспринимается, если сравнить величину урожайности сельскохозяйственных культур с фактическими результатами, полученными в прошлом году, и средней урожайностью за последние 11 лет.

Для лучшего представления предстоящих условий и понимания тенденций изменения урожайности относительно результатов в прошлом использованы ряды наблюдений урожайности сельскохозяйственных культур, различающиеся между собой по продолжительности вегетации и биологическим особенностям роста и развития растений.

В целом урожайность ранних зерновых культур и подсолнечника в 2017 г. превзошла средний уровень по Оренбургскому району и составила 13,7 ц с 1 га у ячменя против 8,6 ц за период 2007–2017 гг., у пшеницы яровой – 11,6 и 7,4 ц, у подсолнечника – 9,5 и 8,0 ц с 1 га соответственно. На уровне среднесуточных значений сформировалась продуктивность посевов озимой ржи и проса. Ниже среднего наблюдалась урожайность зелёной массы у кукурузы – всего 37 ц с 1 га и 16 ц зерна с га на опытном поле Оренбургского НИИСХ рядом с п. Нежинка того же района.

Прогноз урожайности основных зерновых культур и подсолнечника на 2018 г. показывает значительное снижение урожайности зерна относительно среднесуточных значений и уровня 2017 г. Больше всех могут пострадать ячмень, пшеница яровая и просо, урожайность которых возможна на уровне 4–5 ц с 1 га у ранних зерновых и 2–3 ц – у проса, что примерно составляет 1/3 часть от уровня 2017 г. В меньшей степени может пострадать озимая рожь с урожайностью 9–11 центнеров с 1 га, или 67–82% от уровня 2017 г., и подсолнечник на семена – 5–7 ц с 1 га (52–72%).

Весьма вероятен рост урожайности кукурузы на зелёную массу относительно уровня 2017 г. до 120–160% при урожае зелёной массы 45–60 ц с 1 га и урожайности зерна на опытном поле ОНИИСХ – до 119–130% на уровне 19–21 ц зерна с 1 га.

Для земледельца важно знать не только уровни возможного урожая сельскохозяйственных культур, но и предстоящие погодные условия, что позволит своевременно принимать управленческие решения для корректировки технологий их выращивания.

В таблице 2 показан прогноз на 2018 г. по г. Оренбургу среднедекадной температуры воздуха за период с третьей декады апреля по третью декаду августа включительно и суммарного помесечного

количества осадков за май, июнь и июль в сравнении с многолетними нормами этих показателей.

В ранневесенний период температура воздуха ожидается ниже нормы на 0,4–1,4°C: в третьей декаде апреля – 10°C, в первой декаде мая – 11,8°C.

В третьей декаде мая возможен переход температуры воздуха от низких до высоких значений. В первую и вторую декады июня температура воздуха будет составлять 19,3 и 20,3°C соответственно, что близко к норме. В третьей декаде июня может наблюдаться рост температуры до 20–22°C, далее в первую, и особенно во вторую декады июля, температура может достичь экстремально высоких значений для растений, более 22°C. В третью декаду июля и первую декаду августа возможно снижение температуры до нормальных значений – 20–22°C. Аномально жаркой может быть вторая декада августа, при норме 19,6°C рост температуры может достичь 23,1°C с последующим снижением температуры до 17,9°C к третьей декаде августа.

По осадкам прогноз на май – 18–20 мм при норме 27 мм, июнь – 20–30 (норма 37 мм), июль 40–60 мм при норме 39 мм. Недостаточное количество осадков в начальный период роста и развития растений и хорошее атмосферное увлажнение в июле от одной до полутора норм лучшим образом может быть использовано кукурузой на формирование урожая, что подтверждается прогнозом более высокой урожайности зелёной массы и зерна кукурузы на предстоящий год.

Выводы. Прогноз урожайности сельскохозяйственных культур, а также метеорологических условий вегетационного периода Оренбургского района на основе современных знаний цикличности солнечной активности формирует представление о

предстоящих неблагоприятных условиях для роста и развития растений в 2018 г. Учитывая невысокий прогнозный уровень урожайности зерновых культур, необходимо увеличить площадь посевов подсолнечника на семена и кукурузы на зерно и зелёную массу. Для обеспечения животноводства грубыми кормами желательнее предусмотреть дополнительно июльские посевы суданской травы. Норму высева семян ячменя и яровой пшеницы в условиях недостаточного увлажнения целесообразно снизить на 10–15% относительно рекомендованных.

Литература

1. Неверов А.А. Современные тенденции изменения урожайности зернофуражных культур в Оренбургской области // Вестник мясного скотоводства. 2014. № 3 (86). С. 125–130.
2. Неверов А.А. Современные тенденции изменения климата в Оренбургской области // Вестник мясного скотоводства. 2015. № 1 (89). С. 117–121.
3. Неверов А.А. Математическое моделирование связей урожая озимой ржи с погодноклиматическими условиями в центральной зоне Оренбургской области (цикл статей по теме «Исследования методами нейросетевого анализа влияния региональных изменений климата на продуктивность агрофитоценозов») // Вестник мясного скотоводства. 2015. № 3 (91). С. 125–131.
4. Неверов А.А. Роль погодно-климатических факторов восточной зоны Оренбуржья в формировании урожая проса // Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2017. 3: 9 с. [Электр. ресурс]. URL://http://elmag.uran.ru:9673/magazine/Numbers/2017-3/Articles/AAN-2017-3.pdf.
5. Неверов А.А. Влияние погодных факторов на продуктивность ячменя в восточной зоне Оренбургской области // Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2017. 3: 8 с. [Электр. ресурс]. URL:// http://elmag.uran.ru:9673/magazine/Numbers/2017-3/Articles/NAA-2017-3.pdf.
6. Игуменцев Н.Ф., Хомяков Д.М. Погодные условия и эффективность удобрений: математическое моделирование продуктивности агроценозов. М.: Изд-во МГУ, 1988. 37 с.
7. Игуменцев А.Ф. Цикличность погоды и прогнозирование урожайности сельскохозяйственных культур / А.Ф. Игуменцев, Н.Г. Шикота, Э.К. Лазуренко, Г.Ф. Григоренко. Луганск, 1990. 48 с.
8. Полевой А.Н. Прикладное моделирование и прогнозирование продуктивности посевов. Л.: Гидрометеоздат, 1988. 319 с.