

УДК 551.509.313

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Бисчоков Р.М., – к.ф.м.н., доцент

Машуков А.А., – аспирант

Налоева Р.Х., – аспирант

Кабардино-Балкарская государственная сельскохозяйственная академия

Приводятся метод и результаты прогнозирования урожаев сельскохозяйственных культур в степной зоне территории Кабардино-Балкарской республики. Метод основан на использовании зависимости урожаев сельскохозяйственных культур от агрометеорологических факторов. Приведены результаты расчетов по планированию урожаев некоторых культур.

The method and results of forecasting of crops of agricultural crops in a steppe zone of territory of the Kabardino-Balkarian republic are resulted. The method is based on use of dependence of crops of agricultural crops from agrometeorological factors. Results of calculations on planning crops of some cultures are resulted.

В ходе структурной перестройки экономики страны сельское хозяйство оказалось в глубоком финансовом и экономическом кризисе. Произошло существенное ослабление производственного потенциала сельскохозяйственных предприятий и, соответственно, значительное падение производства продукции.

В таких условиях, связанных с переходом от планового производства и централизованного распределения всех видов ресурсов к рыночным отношениям в экономике, резко возрастает потребность в эффективном государственном управлении. Следует при этом отметить, что определение стратегических направлений развития сельского хозяйства должно быть основано на детальном учете наиболее важных особенностей его функционирования как экономической системы. К ним относится, например, то, что, по сравнению с другими отраслями экономики, условия функционирования сельского хозяйства, формирующиеся под влиянием множества взаимодействующих между собой факторов, отличаются гораздо более высоким уровнем

неопределенностей. Очевидно, что он становится существенно выше в условиях переходного периода, когда происходят качественные и количественные изменения в системе факторов, влияющих на данную отрасль. С этим связано появление дополнительных трудностей при принятии управленческих решений в сельском хозяйстве и прогнозировании его функционирования. Отметим, что из-за существенного ослабления роли агротехнических факторов и из-за сложности соблюдения технологии производства сельскохозяйственных культур, связанных с современным состоянием экономики страны, формирование их урожаев относительно длительный период времени определяется преимущественно агрометеорологическими факторами.

Последнее обстоятельство и быстрая трансформация в последние годы в связи с глобальным потеплением климата агроклиматических ресурсов регионов обуславливают необходимость более детального учета динамики агрометеорологических факторов при решении задач, связанных с прогнозированием урожаев культур и регулированием производства продукции растениеводства.

В настоящей работе для прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур в отмеченных условиях предложен подход, основанный на прогнозировании на первом этапе динамики агрометеорологических факторов, и определении на втором этапе значений урожайности культур на интервале упреждения с использованием ее зависимости от этих факторов. Он применен для прогнозирования урожайности культур в южной части степной зоны КБР. Выбор этой части территории республики связан с неблагоприятной для производства сельскохозяйственной продукции динамикой её агрометеорологических характеристик: происходит уменьшение количества осадков во все сезоны года, изменение температурного режима воздуха также не благоприятствует развитию растений [1].

Таким образом, данный подход требует знания зависимости урожайности сельскохозяйственных культур от агрометеорологических факторов. Нами было предположено, что данная зависимость имеет вид:

$$y = a_0 + a_1 W^{(0)} + a_2 W^{(3)} + a_3 W^{(b)} + a_4 W^{(\Lambda)} + a_5 \theta^{(0)} + a_6 \theta^{(3)} + a_7 \theta^{(b)} + a_8 \theta^{(\Lambda)} \quad (1)$$

где a_i ($i=0, 1, \dots, 8$) – постоянные коэффициенты; $W^{(0)}, W^{(3)}, W^{(b)}, W^{(\Lambda)}$ – количества осадков и $\theta^{(0)}, \theta^{(3)}, \theta^{(b)}, \theta^{(\Lambda)}$ – значения средней температуры воздуха в осенние, зимние, весенние и летние сезоны года. Такие зависимости были построены для основных сельскохозяйственных культур данной климатической зоны республики. При этом для снижения роли других факторов использовались данные об агрометеорологических факторах и урожайности культур, начиная с 1991г. С этого момента, как показывают исследования, продуктивность сельскохозяйственных культур из-за отмеченных выше причин определяется преимущественно агрометеорологическими факторами.

Модели прогнозирования агрометеорологических факторов были построены с использованием данных об их значениях за последние примерно 50 лет. При этом было предположено, что

$$P(t) = a_0 + b_0 t + \sum_{i=1}^N \left(a_i \cos \frac{2\pi t}{T_i} + b_i \sin \frac{2\pi t}{T_i} \right), \quad (2)$$

где a_0, b_0 – коэффициенты линейной составляющей и a_i, b_i – коэффициенты циклических составляющих в динамике агроклиматического фактора $P(t)$. Таким образом, модель содержит N циклических составляющих с периодами T_1, T_2, \dots, T_N .

Неизвестными параметрами модели являются коэффициенты a_0, b_0, a_i, b_i и периоды T_i циклических составляющих ($i=1, 2, \dots, N$). Для

построения модели (2), таким образом, необходимо найти $3N+2$ неизвестных параметров.

Поиск этих параметров проводился по следующей схеме. На первом этапе методом анализа фазовых портретов агрометеорологических факторов определялись скрытые во временных рядах их значений периоды T_i , на втором этапе методом наименьших квадратов и с использованием данных за 50 лет находились остальные коэффициенты. Для построения фазовых портретов агрометеорологических факторов их временные ряды были интерполированы кубическими сплайн-функциями.

В качестве примера на рис. 1 приведены фазовые портреты средней температуры воздуха в различные сезоны года.

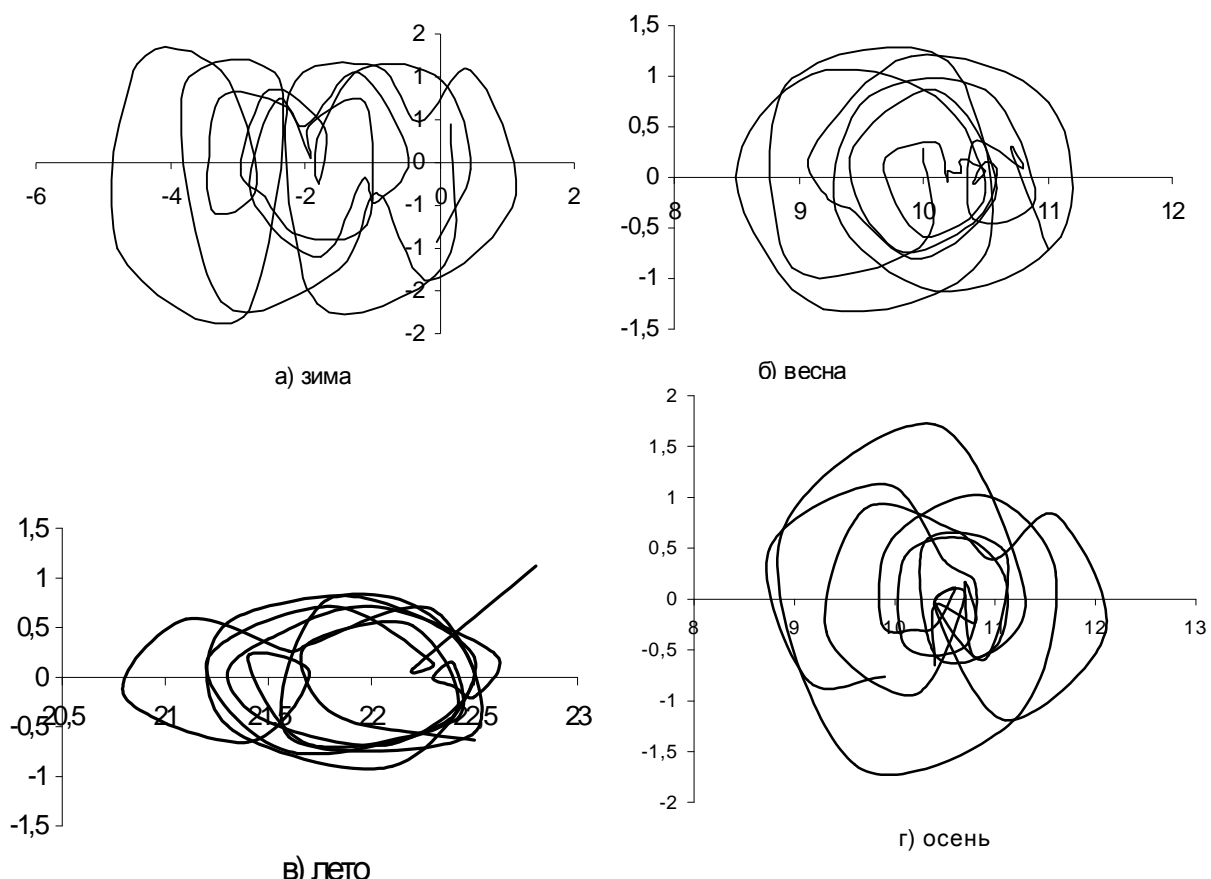


Рис. 1. Фазовые портреты средней температуры воздуха (г. Прохладный)

Можно заметить, что фазовые портреты этих факторов имеют достаточно сложную структуру (замкнутые линии в них свидетельствуют о наличии периодичностей во временных рядах).

Эффективность построенных таким образом моделей прогнозирования динамики агрометеорологических факторов была исследована с помощью различных тестовых задач, и все они показали достаточно высокую их точность.

Для основных сельскохозяйственных культур степной зоны КБР по изложенному методу были построены зависимости урожайности от отмеченных выше агрометеорологических факторов, т.е. выражения вида (1). Для озимой пшеницы, например, оно имеет вид:

$$y^{\Pi} = 49,41 - 6,71 \cdot 10^{-3} \cdot W^{(0)} - 1,21 \cdot 10^{-4} \cdot W^{(3)} + 6,87 \cdot 10^{-2} W^{(b)} - 4,56 \cdot 10^{-2} W^{(\Lambda)} + 1,86 q^{(0)} + 0,66 \cdot q^{(3)} - 2,94 q^{(b)} - 0,46 q^{(\Lambda)} \quad (3)$$

В таблице 1 приведены фактические Уф и вычисленные У^п с помощью выражения (3) значения урожайности данной культуры в различные годы.

Таблица 1

Фактические (Уф) и вычисленные (У^п) урожайности озимой пшеницы.

Годы	1991	1992	1994	1995	1996	1997	1999	2000	2001	2002
$y_{\phi} \left(\frac{y}{za} \right)$	32,1	27,7	11,8	27,1	25,1	23,7	25,6	9,8	13,3	34,7
$y^{\Pi} \left(\frac{y}{za} \right)$	31,98	27,53	11,72	26,74	25,13	24,63	24,74	10,67	12,58	35,15

Как можно заметить из таблицы, фактические урожайности культуры достаточно хорошо согласуются с вычисленными значениями по формуле (3).

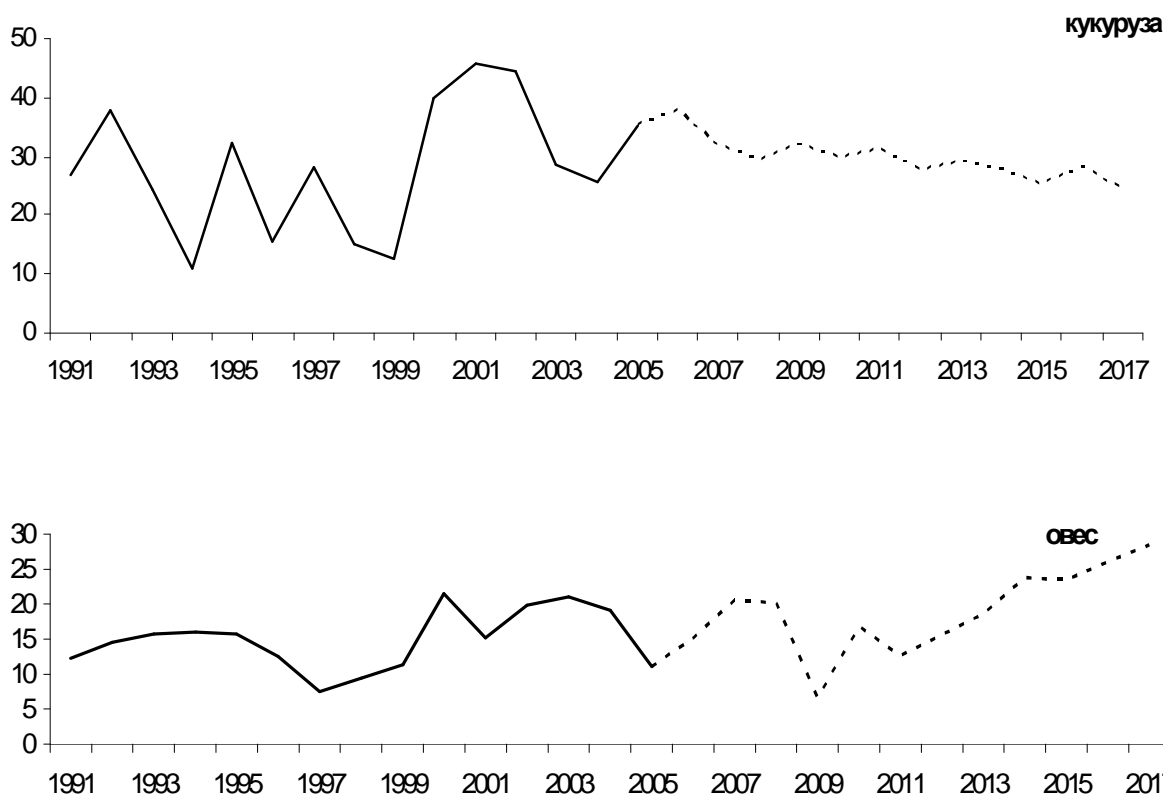


Рис. 2 - Фактические (сплошная линия) и прогнозные (пунктирная линия) значения урожайности сельскохозяйственных культур

На рисунке 2 изображены прогнозные значения урожайности озимой пшеницы, кукурузы на зерно и овса на интервале 2006-2017 гг.

Можно заметить, что на интервале упреждения имеет место постепенное уменьшение урожайности озимой пшеницы и кукурузы, а изменение урожайности овса носит неустойчивый характер. Примерно таким же образом меняются и урожайности других культур.

Очевидно, что такой характер изменения агроклиматических ресурсов данной территории потребует проведения определенных мероприятий для поддержания урожаев культур на требуемых уровнях. Следует отметить, что эти мероприятия иногда могут быть связаны с большими финансовыми затратами.

Для исследования этого вопроса предположим, что урожайности озимой пшеницы и кукурузы на зерно необходимо поддерживать соответственно на уровнях 30ц/га и 50ц/га.

Рассмотрим изменение во времени отклонения прогнозных значений урожайности озимой пшеницы и кукурузы на зерно от этих уровней (рис. 3).

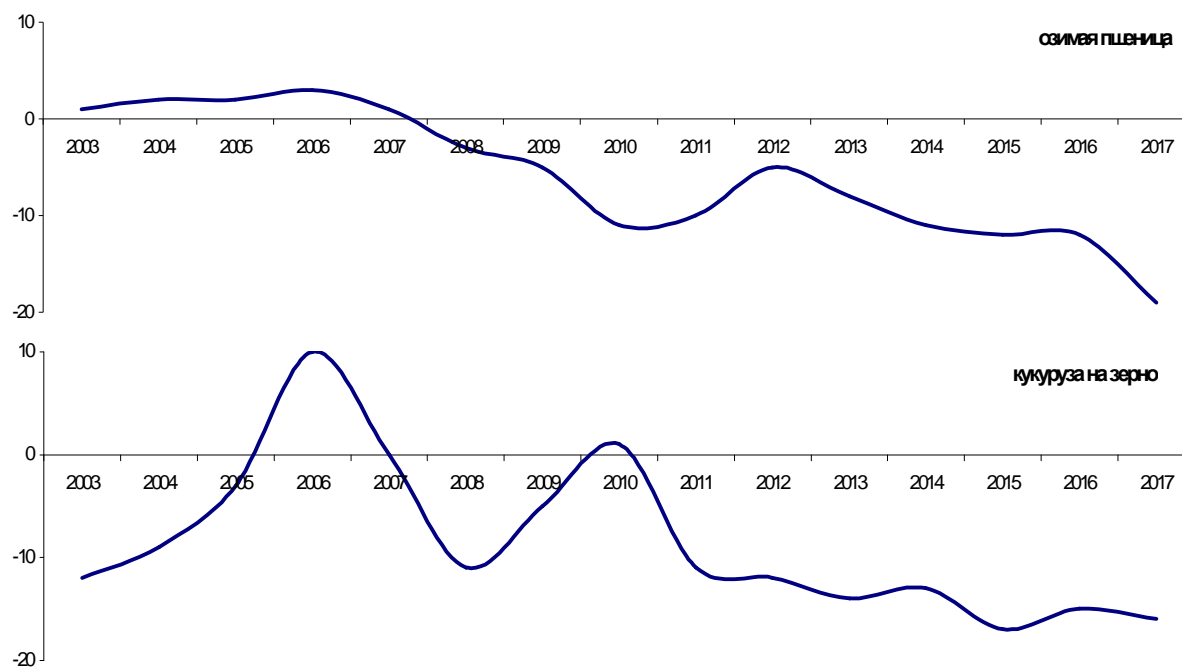


Рис 3.Отклонения значений урожайности культур от требуемых уровней

Можно заметить, что для озимой пшеницы оно будет существенным уже с 2010г. В конце интервала упреждения его значение будет немногим меньше 20ц/га. Что касается кукурузы на зерно, то, начиная с 2011 г, ее урожайность также будет отличаться заметно от требуемого значения. Наибольшее отклонение, как можно заметить на рисунке, будет иметь место в 2015 году и оно равно примерно 15 ц/га.

Таким образом, обеспечение в будущем производства растениеводческой продукции в необходимых объемах потребует существенных усилий по повышению урожайности сельскохозяйственных культур.

Очевидно, что решение этой задачи должно носить комплексный характер, т. к. возможности повышения урожайности зависят от многих факторов. Ниже остановимся на оценке необходимого количества минеральных удобрений для достижения отмеченных уровней урожайности. Следует отметить, что точное определение этого количества удобрений не представляется возможным. Для этого необходимо проведение целенаправленных полевых экспериментов с целью установления зависимости урожайности сельскохозяйственных культур от количества вносимых удобрений. Для построения такой зависимости с целью проведения оценочных расчетов необходимо использовать многолетние данные об урожайности сельскохозяйственных культур и количествах внесенных на единицу площади минеральных удобрений. Нами были использованы такие данные, начиная с 1990 г. В предположении, что эти зависимости описываются полиномами второй степени, для рассмотренных выше культур получены следующие выражения:

$$Y^{\text{П}} = 18,57 + 0,219q + 0,0003q^2$$

$$Y_{\text{К}} = 11,01 + 1,173q - 0,0087q^2$$

где $Y^{\text{П}}$, $Y_{\text{К}}$ - урожайности озимой пшеницы и кукурузы на зерно (ц/га); q - количество вносимых удобрений, кг/га.

Пользуясь этими выражениями, получено, что для доведения урожайности озимой пшеницы от прогнозных значений, обусловленных агрометеорологическими факторами, до уровня 30ц/га необходимо вносить примерно 45 кг минеральных удобрений на один гектар пашни. В случае кукурузы на зерно их требуется вносить не менее 35 кг на гектар. С учетом площадей пашни, предусмотренных для этих культур, можно оценить общее количество удобрений, необходимое для производства этих культур в заданных объемах.

Очевидно, что дальнейшее повышение урожайности потребует внесения большего количества удобрений и соответственно больших финансовых затрат. Следует отметить, что до начала 90-х годов в среднем по республике вносилось существенно больше минеральных удобрений – порядка 100 кг/га. Даже при внесении такого количества удобрений расходы на их приобретение и внесение в структуре себестоимости сельскохозяйственных культур будут относительно небольшими.

Проведенные расчеты относятся к годам с относительно низкой урожайностью сельскохозяйственных культур. В годы с более высокими урожайностями достижение требуемых уровней будет связано с меньшими затратами на приобретение удобрений. Оценочные расчеты с использованием нынешних цен на зерно и на удобрения показали, что каждый вложенный в производство продукции рубль дает 4-5 руб. эффекта.

Здесь нами рассматривалось, как можно было заметить, использование одного фактора интенсификации. Но необходимо иметь в виду, что при недостаточном увлажнении почвы эффективность удобрений существенно будет снижена, т.е. факторы интенсификации взаимосвязаны и взаимодействуют между собой.

Поэтому особое внимание в рассматриваемом районе республики должно быть уделено увеличению эффективности использования имеющейся оросительной системы и ее расширению.

Литература

1. Бисчоков Р.М., Калов Х.М. и др. Анализ и прогноз изменения климата в Кабардино-Балкарской республике. ФГОУ ВПО КБГСХА. Нальчик. 2005. 150с.