



АГРОПРОМЫШЛЕННЫЙ И ПРИРОДОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ КОМПЛЕКСЫ ЮГА РОССИИ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

УДК 330.3
ББК 65.32

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА РАЗВИТИЕ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РЕГИОНА ¹

*П.В. Дружинин, О.В. Поташева,
Е.А. Прокопьев*

В статье исследуется влияние изменения климатических условий на развитие сельского хозяйства регионов европейской части России. В результате построены модели, позволившие оценить влияние изменений климата на урожайность различных сельскохозяйственных культур (зерновые, картофель, овощи, подсолнечник) и динамику развития сельского хозяйства.

Ключевые слова: сельское хозяйство, экономический рост, климатические изменения, урожайность, зерновые, овощи, южные регионы, валовой региональный продукт, агротехнические характеристики, технический прогресс.

IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON REGIONAL AGRICULTURAL DEVELOPMENT

*P.V. Druzhinin, O.V. Potasheva,
E.A. Prokop'ev*

The paper estimated the impact of climatic changes on the development of the agriculture of the regions of the European part of Russia. As a result models allowing assessment of climate changes on the crop productivity of different agricultural cultures (crops, potatoes, vegetables, sunflower seeds) and the dynamics of agricultural development were developed.

Key words: agriculture, economic growth, climate changes, crop yields, crops, vegetables, southern regions, gross regional product, agro-technical characteristics, technical progress.

© Дружинин П.В., Поташева О.В., Прокопьев Е.А., 2014

После значительного спада в начале 1990-х гг. сельское хозяйство в российских регионах начало развиваться. Стали вкладываться инвестиции, осваиваться новые технологии, совершенствоваться менеджмент, и в результате стало расти производство большинства культур. На растениеводство большое влияние оказывает погода, и ее изменения стали существенным фактором для многих стран. В статье представлено исследование влияния климатических изменений на сельское хозяйство российских регионов.

Исследования ученых в России показывают, что в последние десятилетия происходит заметное изменение климата, растут средние температуры, сокращается длительность периода отрицательных температур, уменьшается отопительный период [4; 11]. Влияние происходящих климатических изменений может быть положительным и отрицательным, даже в разных регионах одной страны. В сельском хозяйстве возможны рост урожайности некоторых сельскохозяйственных культур при потеплении (с переходом на более урожайные и теплолюбивые культуры) и появление новых отраслей сельского хозяйства в северных и горных регионах. В то же время в южных регионах учащаются засухи, и наоборот, возможно падение урожайности.

Для оценки влияния климатических изменений изучалась динамика показателей развития сельского хозяйства в целом и урожайность отдельных культур и их зависимость от изменения температуры и осадков. Для исследования урожайности различных культур на региональном уровне были предложены различные виды уравнений, аналогичных производственным функциям [9; 15; 18]. Проводившиеся в Китае исследования динамики урожайности четырех основных выращиваемых культур (рис, пшеница, кукуруза и соя) показали, что на большей части пахотных земель урожайность хотя бы одной из них снижается [19]. Наибольшие потери наблюдались в производстве пшеницы и кукурузы в южных регионах. Из-за изменения климатических условий

за 1951–2002 гг. объемы производства пшеницы и кукурузы снижались в среднем на 120 тыс. т и 212 тыс. т соответственно за десять лет. В то же время в северо-восточных и северных провинциях объемы производства риса и сои в Китае увеличивались в среднем на 320 тыс. т и 70 тыс. т соответственно за десять лет [13]. Исследователи считают, что при продолжении потепления урожайность риса в северо-восточных провинциях будет возрастать на 0,8 % за десятилетие [20].

Учеными разных стран был отмечен положительный эффект замены одной культуры на другую, более урожайную, при повышении средней температуры в регионе [14]. Исследования в США показали, что условия для роста урожайности появляются в более северных регионах, именно в них возможен рост урожайности за счет улучшения климатических условий и смены культур на более урожайные и требовательные к теплу, в то же время в южных регионах условия обычно ухудшаются и доходность сельского хозяйства снижается [16; 17]. Были построены карты, показывающие ожидаемое изменение доходов фермеров США при различных сценариях изменения климата [18].

Исследования в Европе привели к близким, хотя и несколько иным результатам. С одной стороны, для южных регионов было показано, что доходность хозяйств будет снижаться на 8–13 % при повышении температуры на один градус, несмотря на ожидаемые новые технологии и новые культуры. С другой стороны, в северных странах урожайность может возрасти, а для некоторых стран потепление не существенно. Например, в Швейцарии, как показали расчеты, потепление в отдельных регионах не оказало существенного влияния на урожайность, согласно исследованиям, наиболее сильное влияние оказал уровень менеджмента [12].

Российские ученые в последние годы активизировали исследования последствий климатических изменений [6; 7; 9; 10]. Россия имеет, возможно, наиболее суровые климатические условия для сельскохозяйственного производства: она севернее большинства стран, для которых проводились расчеты, и результаты, полученные для российских регионов, несколько отличаются. Большинство исследований российских регионов было посвящено зерновым культурам, в них анализировалась динамика урожайности различных культур по федеральным округам и отдельным регионам. В отличие от других стран заметный

положительный эффект для зерновых в европейской части России наблюдается для части южных регионов, отрицательный – в большинстве центральных регионов и южном Поволжье. Для ярового ячменя практически во всех регионах климатические изменения оказали отрицательное воздействие. Для озимой пшеницы, наоборот, во всех регионах наблюдался положительный эффект от изменений климата, причем наибольший – в южном Поволжье [9].

Методы исследования. Для оценки влияния климатических изменений на сельское хозяйство европейской части России были выделены климатические зоны, в которых отмечаются близкие значения температуры и осадков. Всего было выделено пять зон: со среднегодовой температурой от 0 до +5 (две зоны с разной динамикой изменения средней температуры), от +5 до +10 (две зоны с разным уровнем осадков) и выше +10. Регионы с низкой температурой и незначительной долей сельского хозяйства не рассматривались, если регион оказывался по температуре и осадкам в разных интервалах, то чаще выбор зоны осуществлялся по температуре.

В ходе исследований было построено несколько моделей урожайности в зависимости от климатических, агротехнических и социально-экономических характеристик. Рассматривались средняя температура, сумма активных температур (среднесуточная температура свыше 10 градусов) и суммарные осадки за разные периоды (за год, за сезон, за отдельные месяцы), а также внесение минеральных и органических удобрений на гектар посевов, площадь посевов, объем и динамика инвестиций в сельское хозяйство, динамика валового регионального продукта (далее – ВРП) в сопоставимых ценах и некоторые другие показатели.

Расчеты проводились по линейной функции и с включением квадратичной зависимости от температуры и осадков, предполагалось, что есть оптимальные значения температуры и осадков, при отклонении от которых урожайность снижается [2; 3]:

$$Y(t) = A(t) + b \times T(t) + d \times R(t) + e \times M(t) + f \times X_i(t), \quad (1.1)$$

$$Y(t) = A(t) + a \times T^2(t) + b \times T(t) + c \times R^2(t) + d \times R(t) + e \times M(t) + f \times X_i(t), \quad (1.2)$$

где Y – урожайность; $A(t)$ – нейтральный технический прогресс; T – температура (средняя или активная); R – осадки; M – объем внесенных удобрений (минеральных или органических) относительно 1996 г. (иногда – площадь посевов); X_i – социально-экономические и

прочие характеристики; t – год; a, b, c, d, e, f – определяемые в ходе расчетов параметры.

Если оптимальное значение не удавалось определить, это означало, что оно находится за пределами рассматриваемого интервала, тогда расчеты проводились по линейной зависимости.

Расчеты также проводились по линейной приростной функции:

$$\Delta Y(t) = B(t) + a \times \Delta T(t) + b \times \Delta R(t) + c \times \Delta X(t), \quad (2)$$

где ΔY – прирост урожайности относительно предыдущего года; ΔT – прирост температуры относительно предыдущего года; ΔR – прирост количества осадков относительно предыдущего года; ΔX – прирост социально-экономических и прочих характеристик.

Данные. В расчетах использовалась информация, полученная из статистических справочников ФСГС, а также собранная институтами РАН, ВНИИГМИ-МЦД и другими организациями и ведомствами [8].

Исследование проводилось на данных по урожайности зерновых, картофеля, овощей и других культур по динамическим рядам, пространственным и панельным данным за 1990–2013 годы. По основным культурам были построены функции с использованием стандартных статистических пакетов. Также проводились расчеты по индексам сельскохозяйственного производства и отдельно по растениеводству и животноводству.

Для поиска вида зависимости строились графики изменения урожайности в зависимости от разных факторов. Динамика урожайности ос-

новных культур для Волгоградской области, приведенная на рисунке 1, похожа на аналогичные графики для других регионов [2; 3]. Урожайность зерновых выросла и относительно 1996 г. увеличилась в 2,5 раза, но резко упала в жарком 2010 году. Урожайность картофеля в 2000-х гг. практически не увеличивалась. Урожайность овощей стабильно росла относительно 1996 г. в 2 раза. Урожайность подсолнечника колебалась, но постепенно возрастала [1; 5]. Можно предположить, что отклонения большинства культур от тренда связаны с изменением температуры и осадков.

Если рассматривать графики панельных данных для различных зон в зависимости от температуры или осадков, то обычно можно понять, существует ли зависимость и положительно или отрицательно влияет на урожайность выбранный фактор. Например, для картофеля по двум зонам Нечерноземья по рисунку 2 видно, что с ростом активной температуры урожайность картофеля падает. Для каждого из 19 регионов – на графике 16 точек, по оси ординат – прирост урожайности картофеля в регионе к предыдущему году, по оси абсцисс – прирост активной температуры к уровню прошлого года. Например, крайняя левая верхняя точка обозначает, что в 2011 г. в Пензенской области урожайность картофеля относительно 2010 г. выросла на 112 ц/га при уменьшении нормированной активной температуры на 3,71 градуса относительно предыдущего года.

Построение и анализ графиков динамики сельскохозяйственного производства показывает, что она для Волгоградской области, скорее

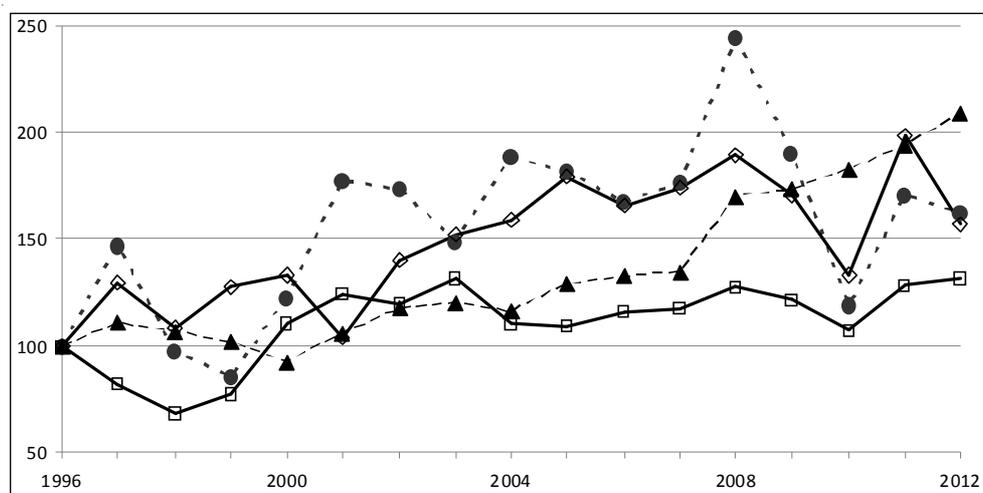


Рис. 1. Динамика урожайности культур в Волгоградской области за 1996–2012 гг., % к 1996 г.:

● – зерновые; □ – картофель; ▲ – овощи; ◇ – подсолнечник

Примечание. Источник: [8].

всего, зависит от изменения активной температуры: с ее ростом снижаются темпы прироста, а при ее уменьшении (отрицательном приросте) сельскохозяйственное производство увеличивается (см. рис. 3). Очень похожий график получается и для растениеводства. Лишь для животноводства, возможно, есть положительное влияние потепления.

Результаты расчетов. Проект выполнялся в несколько этапов. На первом этапе рассматривалась Республика Карелия, исследовалось изменение урожайности трех культур – зерновых, овощей и картофеля [3]. На втором

исследовались регионы СЗФО также по трем культурам [2]. На третьем исследовались регионы европейской части России. Для оценки влияния климатических изменений на сельское хозяйство на территории европейской части России были выделены климатические зоны, в которых отмечаются близкие значения температуры и осадков. Кроме урожайности исследовалась также динамика сельскохозяйственного производства, растениеводства и животноводства. Проводились расчеты по каждому региону и панельные расчеты по выделенным зонам.

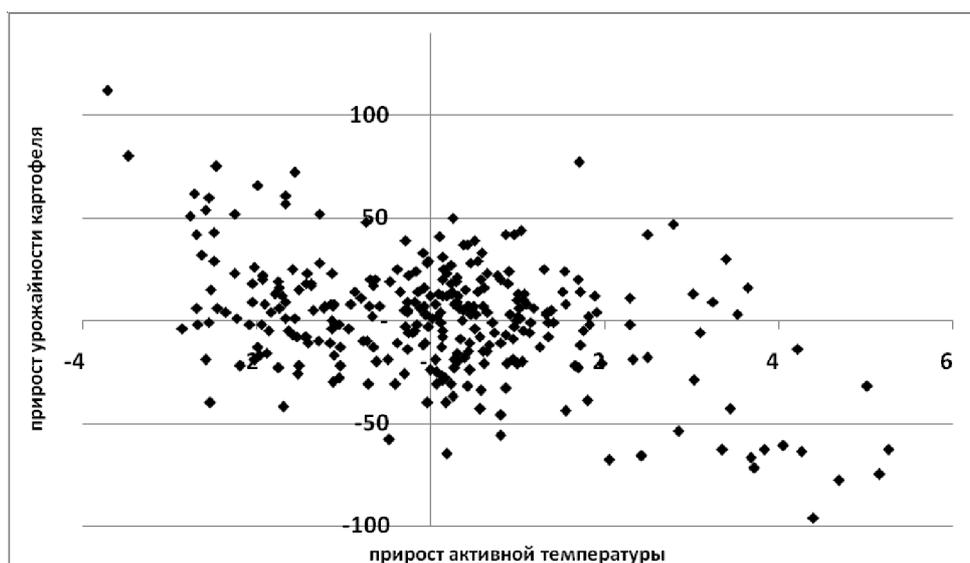


Рис. 2. Динамика прироста к предыдущему году урожайности картофеля (ц/га) регионов Нечерноземья в зависимости от прироста к предыдущему году активной температуры за 1996–2012 гг.

Примечание. Источник: [8].

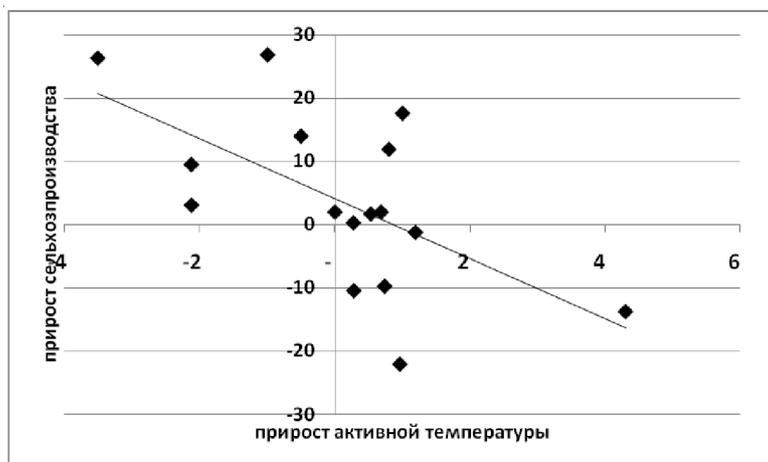


Рис. 3. Динамика прироста сельскохозяйственного производства Волгоградской области к предыдущему году (%) за 1996–2012 гг. в зависимости от прироста активной температуры (градусы)

Примечание. Источник: [8].

Расчеты по зерновым по панельным данным для Нечерноземья показали отрицательное влияние и значимость температуры для урожайности (t -статистика превышает 2). Видимо, с ростом температуры нужно переходить на другие сорта и культуры, более урожайные и теплолюбивые. Мешает этому переходу низкий потенциал региональной сельскохозяйственной науки в большинстве регионов как результат проводившихся реформ и уменьшения объемов финансирования.

Для Волгоградской области влияние температуры на урожайность зерновых оказалось незначимым и очень значимым – динамики ВРП (параметр f) (см. таблицу). Зерновые выращивают в основном сельскохозяйственные предприятия, значит, должны быть значимы происходившие изменения в уровне менеджмента и технологий (они в значительной степени определяются ВРП на душу населения), также на наблюдаемую динамику урожайности зерновых повлияло изменение посевных площадей.

Расчеты по картофелю по панельным данным для Нечерноземья показали отрицательное влияние и значимость температуры и осадков для урожайности. При расчетах для отдельных регионов влияние увеличения осадков было положительным.

Анализ зависимости (2) для Волгоградской области для картофеля показал, что урожайность картофеля слабо зависит от активной температуры и урожайность растет при росте суммарных осадков. Использование в уравнении в качестве фактора активных температур (вместо средних) дает более ясную картину и более высокие статистические характеристики. Расчеты подтвердили значимость увеличения осадков для роста урожайности картофеля.

Расчеты по овощам по данным для регионов Нечерноземья показали различное влияние и значимость температуры и осадков для урожайности. Для регионов восточной подзоны вли-

яние температуры было чаще отрицательным, для западной – положительным.

Увеличение урожайности овощей в значительной степени связано с вложением инвестиций в освоение современных технологий сельскохозяйственными предприятиями. Анализ зависимости урожайности от климатических условий для Волгоградской области по формулам (1) и (2) показал, что с ростом средней и активной температуры урожайность овощей растет. Расчеты по приростной формуле подтверждают полученные результаты: потепление ведет к росту урожайности овощей.

Исследование влияния изменения климатических характеристик на индексы сельскохозяйственного производства и растениеводства Волгоградской области показало, что с ростом активной температуры и осадков индексы снижаются. Для функций (1) влияние температуры значимо, осадков – незначимо.

В итоге можно сказать, что гипотеза о положительном влиянии климатических изменений на урожайность сельскохозяйственных культур в России как северной территории нашла лишь частичное подтверждение для исследуемых регионов. Рост урожайности за счет потепления климата для зерновых будет незначителен. Для картофеля и овощей изменение климата, возможно, приведет к некоторому росту урожайности в пределах 5–10 % в разных сценариях. Большой эффект дадут повышение уровня менеджмента и переход к более современным технологиям, изменение структуры посевных площадей, постепенный сдвиг на север выращиваемых культур, переход к позднеспелым и более урожайным сортам и к новым, более теплолюбивым культурам, что требует уже сейчас увеличения вложений в сельскохозяйственную науку. В настоящее время исчерпаны возможности старых достижений науки, нужны новые проекты, потенциал для этого есть в южных регионах России.

Таблица

**Результаты расчетов параметров функций (2)
для Волгоградской области (в скобках – t -статистика)**

Культуры	a	b	c	d	e	f	R^2	F
Зерновые	-0,01 (-0,01)	-1,36 (-0,2)	-2,85 (-1,4)	7,0 (1,1)	-	0,14 (7,4)	0,85	12,7
Картофель	-1,6 (-1,1)	61,2 (1,0)	5,1 (0,4)	-25,5 (-0,7)	-0,04 (-2,6)	0,61 (5,4)	0,77	5,4
Овощи	-	8,18 (1,3)	-	-16,5 (-1,1)	-0,03 (-0,9)	1,58 (5,7)	0,80	12,0

Примечание. Составлено автором.

ПРИМЕЧАНИЕ

¹ Статья подготовлена при поддержке РГНФ и финансируется по проекту №12-22-18005а/Fin.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волков, С. К. Рынок зерна Волгоградской области: современное состояние и перспективы развития / С. К. Волков, И. А. Абалкова // Региональная экономика. Юг России. – 2013. – № 1. – С. 130–137.

2. Дружинин, П. В. Оценка влияния климатических изменений на экономику российских регионов / П. В. Дружинин, Г. Т. Шкиперова // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2014. – № 34. – С. 43–50.

3. Дружинин, П. В. Влияние климатических изменений на сельское хозяйство Карелии / П. В. Дружинин // Ученые записки ПетрГУ. Общественные и гуманитарные науки. – 2013. – № 1. – С. 94–98.

4. Назарова, Л. Е. Изменчивость средних многолетних значений температуры воздуха в Карелии / Н. Е. Назарова // Известия Русского географического общества. – 2014. – № 4. – С. 27–33.

5. Оксанич, Н. И. Трансформация мер государственной поддержки АПК Южного федерального округа в условиях ВТО / Н. И. Оксанич // Региональная экономика. Юг России. – 2014. – № 1. – С. 148–155.

6. Оценка макроэкономических последствий изменений климата на территории Российской Федерации на период до 2030 г. и дальнейшую перспективу / Росгидромет. – М. : Д'АРТ : Гл. геофиз. обсерватория, 2011. – 252 с.

7. Порфирьев, Б. Н. Природа и экономика: риски взаимодействия / Б. Н. Порфирьев. – М. : Анкил, 2011. – 352 с.

8. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2013 : стат. сб. / Росстат. – М. : [б. и.], 2013. – 990 с.

9. Сиротенко, О. Д. Наблюдаемые изменения климата и динамика продуктивности сельского хозяйства России / О. Д. Сиротенко, В. Н. Павлова // Труды Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова. – 2012. – № 565. – С. 132–151.

10. Смирнова, И. И. Термическое состояние деятельного слоя в криолитозоне Байкальского региона в контексте глобального потепления / И. И. Смирнова, А. И. Куликов, М. А. Куликов // Вестник ВСГТУ. – 2012. – № 4. – С. 227–233.

11. Ушаков, М. В. Современные изменения термического режима холодного сезона на Российском Дальнем Востоке / М. В. Ушаков // Экологические проблемы северных регионов и пути их решения : материалы V Всерос. науч. конф. – Апатиты : ИППЭСКНЦ РАН, 2014. – С. 209–211.

12. Adaptation Options Under Climate Change for Multifunctional Agriculture: a Simulation Study for Western Switzerland / T. Klein [et al.] // Regional Environmental Change. – 2014. – Vol. 14. – P. 167–184.

13. Climate-Crop Yield Relationships at Provincial Scales in China and the Impacts of Recent Climate Trends / F. Tao [et al.] // Climate Research. – 2008. – Vol. 38. – P. 83–94.

14. Deschknnes, O. The Economic Impacts of Climate Change: Evidence from Agricultural Output and Random Fluctuations in Weather / O. Deschknnes, M. Greenstone // The American Economic Review. – 2007. – № 1. – P. 354–385.

15. Global Climate Change and Agriculture: an Economic Perspective / R. M. Adams [et al.] // Nature. – 1990. – № 1. – P. 219–224.

16. Mendelsohn, R. The Impacts of Global Warming on Agriculture: a Ricardian Analysis / R. Mendelsohn, W. Nordhaus, D. Shaw // The American Economic Review. – 1994. – Vol. 4. – P. 753–771.

17. Seo, S. N. An Essay on the Impact of Climate Change on US Agriculture: Weather Fuctuations, Climatic Shifts, and Adaptation Strategies / S. N. Seo // Climatic Change. – 2013. – Vol. 121 (2). – P. 115–124.

18. Tol, R. The Economic Effects of Climate / R. Tol // Change Journal of Economic Perspectives. – 2009. – № 2. – P. 29–51.

19. Untangling Relative Contributions of Recent Climate and CO₂ Trends to National Cereal Production in China / W. Xiong [et al.] // Environmental Research Letters. – 2012. – Vol. 7. – P. 14–44.

20. Zhang, T. Impacts of Climate Change and Inter-Annual Variability on Cereal Crops in China from 1980 to 2008 / T. Zhang, Y. Huang // Journal of the Science of Food and Agriculture. – 2012. – Vol. 92. – P. 1643–1652.