

УДК: 332.142.6
JEL: Q 150

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА РАЗВИТИЕ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКИХ РЕГИОНОВ

© 2014 П.В. Дружинин*, О.В. Поташева*, Е.А. Прокопьев*,
Г.Т. Шкиперова*, С. Леппянен**, Л. Саикконен**

* *Институт экономики Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск,
Россия*

** *Школа бизнеса Университет Аалто, г. Хельсинки, Финляндия*

В статье исследуется влияние изменения климатических условий на развитие сельского хозяйства регионов Нечерноземья и юга 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. Рассматривается влияние сельскохозяйственной науки на адаптацию к происходящим изменениям.

Ключевые слова: *сельское хозяйство, экономический рост, изменение климата, урожайность, адаптация сельского хозяйства.*

THE EFFECT OF CLIMATE CHANGE ON YIELD IN AGRICULTURE

© 2014 P.V. Druzhinin*, O.V. Potasheva*, E.A. Prokopyev*,
G.T. Shkiperova*, S. Leppänen**, L. Saikkonen**

* *Institute of Economics of the Karelian Research Centre of Russian Academy of
Science, Petrozavodsk, Russia*

** *Aalto University School of Business, Helsinki, Finland*

In this paper, we analyze the effects of climate change on cereal grain production in Russia. As a result, we represent the models which can evaluate the impact of climate change on yields of various crops (cereals, potatoes, vegetables, sunflower) and the dynamics of the development of agriculture.

Key words: *agriculture, economic growth, climate change, agricultural adaptation, crop yields.*

1. Введение. Сельское хозяйство пережило значительный спад в начале 90-х годов, но с конца 90-х годов стало развиваться, увеличился объем инвестиций, вырос уровень менеджмента, появились новые технологии. В результате в российских регионах объем производства большинства сельскохозяйственных культур стал увеличиваться. Рост пока нестабильный, что в значительной

степени объясняется изменением погодных условий. Отмеченные учеными колебания температуры и осадков связаны с глобальными изменениями, происходящими в последние десятилетия. В статье представлено исследование влияния климатических изменений на сельское хозяйство российских регионов, которое выполняется при поддержке РГНФ и Академии Финляндии и финансируется по проекту №12-22-18005 a/Fin.

Исследования российских ученых показывают, что в последние десятилетия происходит заметное изменение климата, растут средние температуры, сокращается длительность периода отрицательных температур, уменьшается отопительный период [5, 9]. Влияние происходящих климатических изменений может быть как положительным, так и отрицательным, в разных регионах одной страны. В сельском хозяйстве возможен рост урожайности некоторых культур при происходящем потеплении климата, с переходом на более урожайные и теплолюбивые культуры, возможно появление новых отраслей сельского хозяйства в северных и горных регионах России. В то же время в некоторых южных регионах учащаются засухи, и наоборот возможно снижение урожайности сельскохозяйственных культур.

В последние десятилетия учеными активно ведется работа по изучению воздействия изменения климата на различные сектора экономики, в основном, на динамику показателей сельского хозяйства. Надо отметить, что изменение климата может затронуть сельскохозяйственное производство непосредственно, в связи с изменением климатических условий и косвенно, например, из-за изменения цен на мировом рынке сельскохозяйственных продуктов [6, 10].

Существуют различные подходы к оценке эффекта изменения климата, поэтому до окончательного решения вопроса о степени влияния различных факторов еще далеко. Наиболее распространен подход на основе оценки влияния краткосрочного (ежегодного) изменения погодных условий (*fixed-effects model*). Она слабо учитывает возможности долго- или среднесрочной адаптации сельскохозяйственной деятельности к изменению климатических условий [12]. Другой подход использует метод оценки различий в среднесрочном изменении климатических параметров (*long-difference model*), в данном случае сравниваются отличия средних оценок показателей за отстоящие друг от друга периоды времени [11]. Фактически включается оценка адаптации к происходящим климатическим изменениям.

Для сельского хозяйства развивающихся стран оценки воздействия изменения климата чаще отрицательны. Это негативное воздействие происходит из-за слабой способности к адаптации, и того факта, что климатические условия этих регионов уже изменились и стали более теплыми и засушливыми. Но по отдельным культурам исследования показывают, что урожайность растет в более северных регионах данных стран [14, 16]. Исследований воздействия изменения климата в холодных странах мира недостаточно, и они редко принимают во внимание возможные меры воздействия человека на адаптацию к изменениям климатических условий. Например, исследования по России, которая в целом является относительно холодной страной, показали, что прямое воздейст-

вие изменения климата сказывается именно на производственной деятельности в сельском хозяйстве, и особенно на урожайности зерновых культур, которое варьируется в зависимости от широты и долготы.

Тенденция роста температуры по сравнению со среднестатистической нормой в последние десятилетия, увеличение средней ежегодной температуры и количества осадков в большей части России свидетельствует об изменении климатических условий и эта тенденция, как кажется, может продолжиться [5, 9]. В такой ситуации применение эконометрического анализа позволяет изучить воздействия изменения климата на сельское хозяйство России как глобального экспортера зерновых и может оказать положительное воздействие на производство зерна в тех регионах России, где характерны короткие и холодные сельскохозяйственные сезоны, которые ограничивают урожайность производства.

Результаты расчетов по разным регионам приводят к противоположным оценкам, и возникает вопрос соотношения увеличения производства зерна в одних регионах и потери урожая в других регионах страны [8]. Ученые, изучающие влияние изменения климата на российское сельскохозяйственное производство, в большинстве случаев высказывают мнение о том, что изменение климатических условий может положительно повлиять на урожайность зерновых в некоторых регионах России, и эти положительные эффекты, возможно, компенсируют потери от негативного воздействия климата в других регионах, особенно в некоторых южных регионах Европейской части России. Негативные последствия климатических изменений для сельского хозяйства обусловлены главным образом потеплением в южных районах страны, неблагоприятным режимом и территориальным неравенством выпадения осадков. Кроме того, ожидается, что в регионах с высокими урожаями зерновых, экстремальные погодные условия (засухи, ураганы и т.д.) станут более частыми, периоды засухи во время вегетационного периода будут более продолжительными по мере изменения климата.

Изменение климата приведет к более влажному лету в северных регионах, где подтопление уже стало реальной угрозой. Это может уменьшить положительное влияние потепления климата на урожайность сельскохозяйственных культур в северных районах [1]. В регионах Сибири, изменяющийся климат может вызвать тепловые волны, которые являются вредными для растениеводства, с другой стороны, увеличение доли выпадения осадков может уменьшить негативные последствия засух. Россия является одним из регионов, где тепловой стресс будет возрастать, но его риск будет увеличиваться в большей мере для других культур, чем для пшеницы, которая является важнейшей сельскохозяйственной культурой в России [15]. Исследование влияния различных факторов на динамику земель сельскохозяйственного назначения в европейской части России в последние три десятилетия не нашло доказательств того, что климатические факторы повлияли на увеличение числа заброшенных земель [13].

По мнению большинства ученых, общий эффект будущего изменения климата на сельское хозяйство и особенно на производство зерновых культур

будет более отрицательным, чем положительным. Тем не менее, почти ни одно из этих исследований не рассматривает какие-либо возможные меры по адаптации к изменяющимся климатическим условиям, которые бы фермеры и сельхозпредприятия могли бы предпринять, чтобы приспособиться и воспользоваться новыми условиями климатических изменений. Мало исследований о роли науки в адаптации к климатическим изменениям. Кроме того, сложно предположить, что в долгосрочной перспективе сельскохозяйственные производители будут продолжать свой бизнес, как обычно, а не приспосабливаться к возможным изменениям в производственной сфере.

2. Методы исследования и данные. Российская часть исследовательской группы сконцентрировала исследования на Европейской части России, и на первом подходе, более тщательно рассматривая отдельные регионы. Финская часть группы использовала первый и второй подходы и рассматривала зерновые культуры в регионах разных частей России, где доля сельского хозяйства в валовом региональном продукте (ВРП) превышает 2%.

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 свыше +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 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, 8, 11, 12]:

$$Y(t) = A(t) + b \times T(t) + d \times R(t) + e \times M(t) + f \times X_i(t), \quad (1)$$

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

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 по функции (2) не удавалось определить, это означало, что оно находится за пределами рассматриваемого интервала, тогда расчеты проводились по линейной зависимости (1). Если одновременно рассматриваются климатические переменные за несколько периодов, то формула (1) в более общем виде для панельных данных будет несколько сложнее:

$$Y(t) = A(t) + \sum_j b_j \times Z_j(t) + \sum_i f_i \times X_i(t) + q_l + w_t, \quad (3)$$

где: j – индекс климатического показателя; i – индекс социально-экономического и сельскохозяйственного показателя; Z_j – климатический показатель, q_l – переменная региона l ; w_t – переменная года t .

Расчеты также проводились по линейной приростной функции:

$$\Delta Y(t) = B(t) + a \times \Delta T(t) + b \times \Delta R(t) + \sum_i c_i \times \Delta X_i(t), \quad (4)$$

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.

Во втором подходе использовалась формула (4), позволяющая сравнивать средние показатели за разные периоды. Формула (4) хорошо иллюстрируется графиками на рисунках 1-4, из которых видно, что зависимость между приростом температуры и сельскохозяйственными показателями существует.

В расчетах использовалась информация, полученная из статистических справочников ФСГС, а также собранная институтами РАН, ВНИИГМИ-МЦД и другими организациями и ведомствами [7, 4]. Исследование проводилось на данных по урожайности зерновых, картофеля, овощей и других культур по динамическим рядам, пространственным и панельным данным за 1990-2013 гг. По трем основным культурам (зерновые, картофель, овощи) были построены функции (1)-(3) с использованием стандартных статистических пакетов. Также проводились расчеты по индексам сельскохозяйственного производства и отдельно по растениеводству и животноводству.

Урожайность зерновых в исследуемых зонах Нечерноземья снижалась до начала 2000-х годов, затем стала расти, что близко к динамике ВРП исследуемых регионов. Зерновые выращивают в основном сельскохозяйственные предприятия, значит, для данных регионов должны быть значимы происходившие изменения в уровне менеджмента и технологий (они в значительной степени определяются по ВРП на душу населения), также на наблюдаемую динамику урожайности зерновых повлияло изменение посевных площадей. Урожайность картофеля в 90-х годах изменялась достаточно хаотично, она колебалась, не имея какой-либо тенденции. Положительные изменения в экономике в начале 2000-х годов привели к небольшому и непродолжительному росту урожайности

сти. Возможно, отсутствие стабильного роста связано с высокой долей в производстве картофеля личных подсобных хозяйств, в которых отсутствуют технологические изменения. Также надо отметить сильное падение урожайности в 2010 г. в восточной части Нечерноземья. Динамика урожайности овощей отличается от других сельскохозяйственных культур: после непродолжительного спада в начале 1990-х годов она стала расти (за исключением Псковской области и Мордовии). Увеличение урожайности в значительной степени связано с вложением инвестиций в освоение современных технологий сельскохозяйственными предприятиями.

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 рисункам 3 и 4 видно, что с ростом активной температуры урожайность картофеля для восточной части Нечерноземья падает, а для западной, скорее всего, растет. Для каждого из 19 регионов на данных графиках 16 точек, по оси ординат – прирост урожайности картофеля в регионе к предыдущему году, по оси абсцисс – прирост активной температур к уровню прошлого года.

3. Результаты расчетов. Проект российской группой выполнялся в несколько этапов. На первом 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.

При исследовании развития сельского хозяйства по временным рядам по каждому региону проводились расчеты за период с 1995 по 2012 гг. и определялось влияние климатических изменений и других факторов на индексы сельскохозяйственного производства, растениеводства, животноводства, урожайность зерновых, картофеля, овощей и других сельскохозяйственных культур. В результате было показано, что для одного региона влияние климатических изменений может быть разнонаправлено для разных сельскохозяйственных культур и разных показателей. Для одного показателя или одной сельскохозяйственной культуры влияние климатических изменений для разных регионов может быть разнонаправлено (рис. 1, 2). Для разных показателей и сельскохозяйственных культур значимыми оказываются различные факторы, в то же время для одного показателя или одной сельскохозяйственной культуры для большинства регионов оказываются значимыми одни и те же факторы.

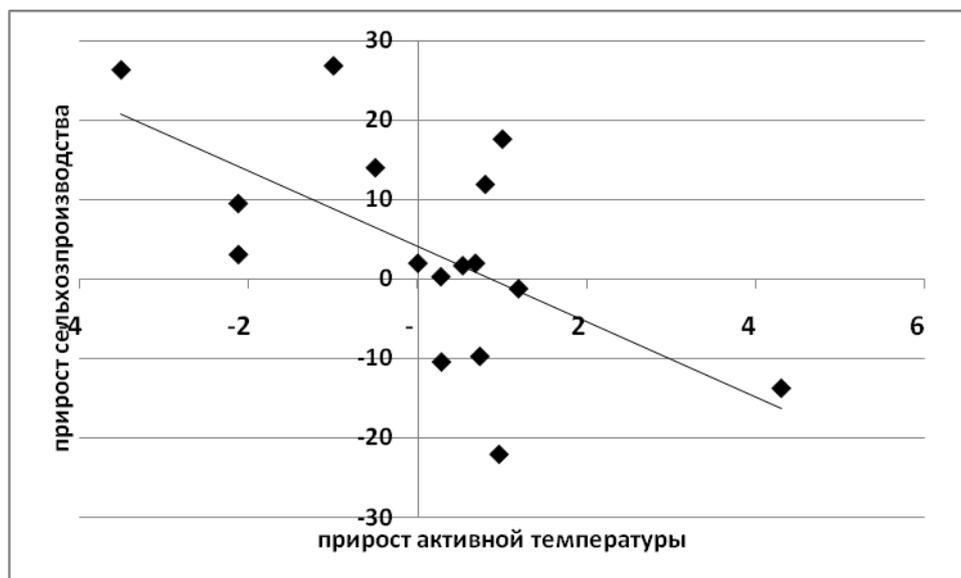


Рис. 1. Темп прироста сельскохозяйственного производства Волгоградской области к предыдущему году (%) за 1996-2012 гг. в зависимости от прироста нормированной суммарной активной температуры (градусы)

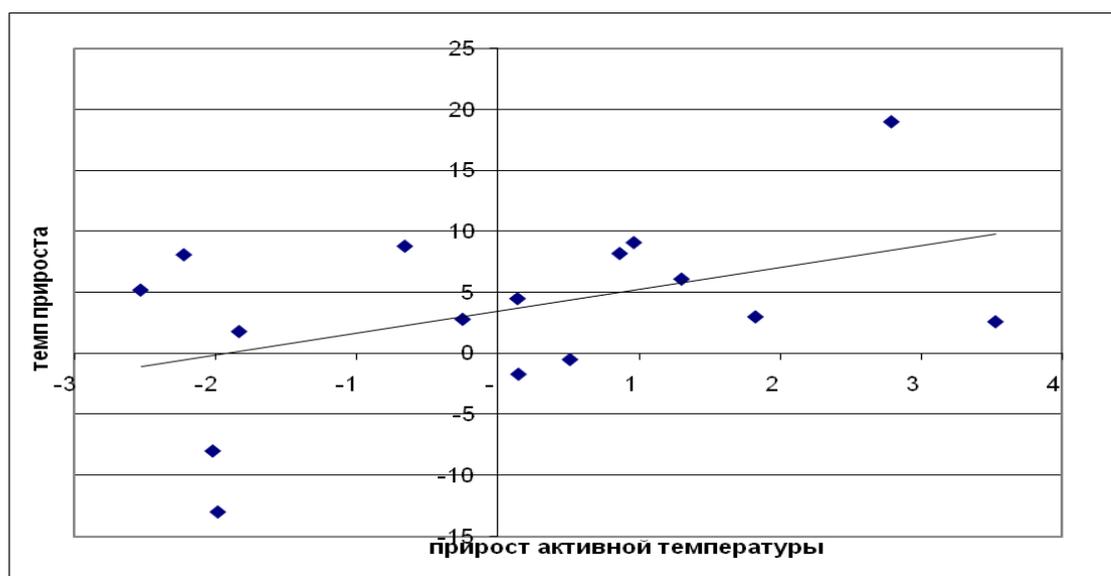


Рис. 2. Темпы прироста сельскохозяйственного производства в Ленинградской области к предыдущему году (%) в зависимости от прироста нормированной суммарной активной температуры в 1996-2012 гг. (градусы)

По выделенным зонам за период с 1995 по 2012 гг. по панельным данным оценивалось влияние климатических изменений на развитие сельского хозяйства, региональной экономики в целом и других секторов. Расчеты показали, что для восточной части Нечерноземья повышение температуры оказало отрицательное влияние на динамику сельскохозяйственного производства, а для почти всех регионов западной части влияние изменения средней и активной температуры оказалось несущественно, а для одного региона – Ленинградской области, оказало положительное влияние (рис. 2).

Для зерновых культур результат оказался аналогичным – расчеты по приростной модели показали значительно отрицательное влияние активной температуры на урожайность в восточной части, и нейтральное в западной. Квадратичная модель показала, что оптимальная температура есть и находится внутри рассматриваемого интервала температур, но в восточной части она заметно ниже, и лишь небольшой рост температуры дает некоторый положительный эффект, затем с ростом температуры урожайность падает. 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.

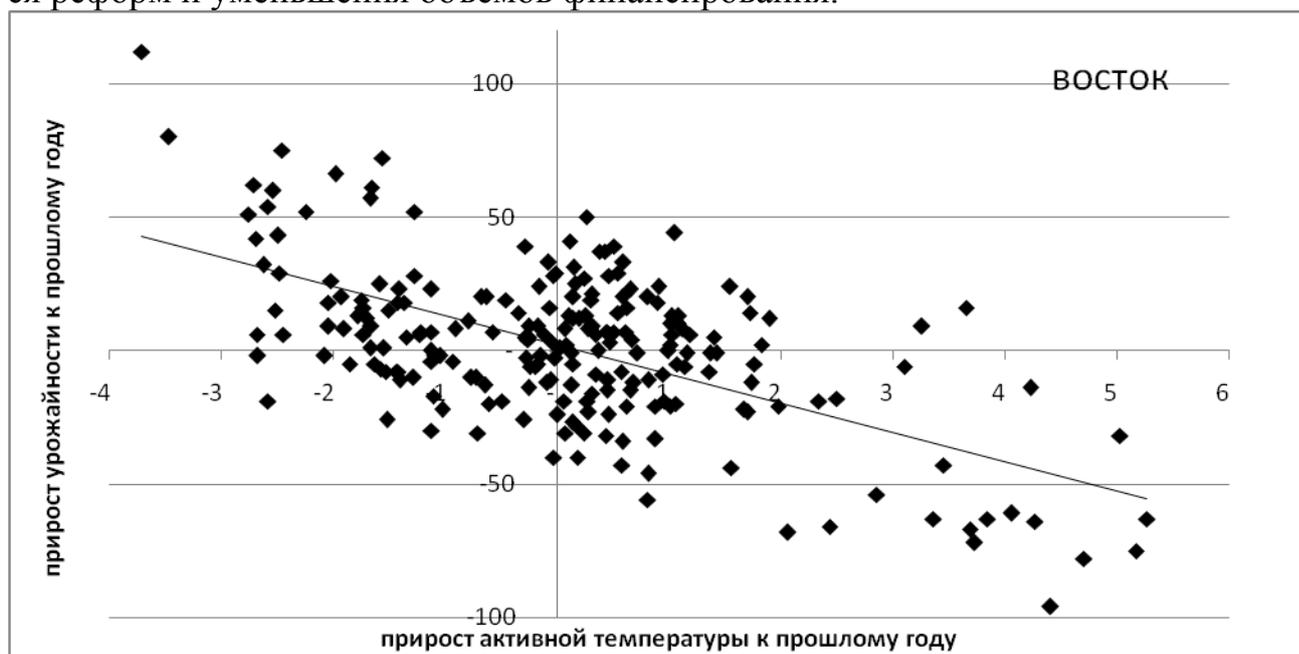


Рис. 3. Прирост урожайности картофеля к прошлому году в восточной части Нечерноземья в зависимости от прироста нормированной суммарной активной температуры в 1996-2012 гг.

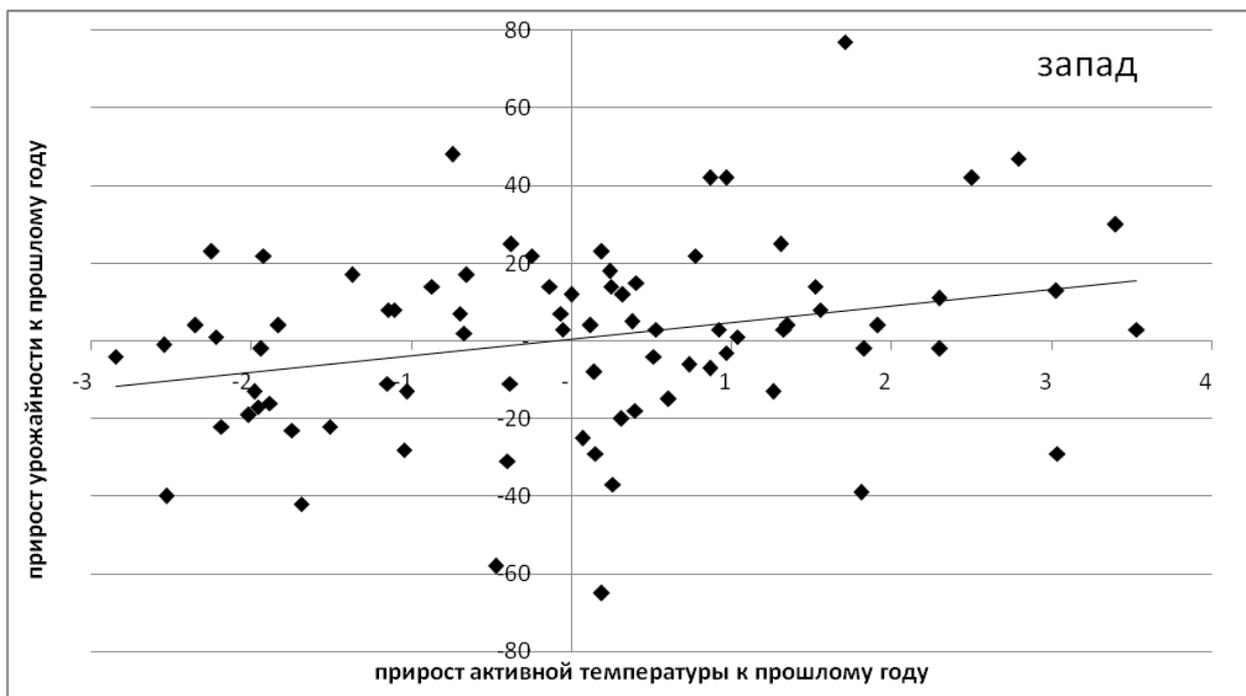


Рис. 4. Прирост урожайности картофеля к прошлому году в западной части Нечерноземья в зависимости от прироста нормированной суммарной активной температуры в 1996-2012 гг.

Для картофеля в восточной части есть отрицательное влияние повышения температуры на урожайность, и скорее положительное, но слабое и незначимое влияние в западной части. Квадратичные уравнения показывают, что оптимальная температура достаточно низкая, существенно ниже, чем средняя за 1995-2012 гг., значит, рост температуры отрицательно влияет на урожайность (табл. 1). Для восточной части в уравнении остались кроме температуры и осадков органические удобрения (малозначимы) и индекс ВРП. Для западной части климатические характеристики малозначимы, как и индекс ВРП, кроме них остались минеральные удобрения.

Таблица 1

Результаты расчетов параметров функций (2) для картофеля для восточной и западной части Нечерноземья (в скобках – t статистика)

	a	b	c	d	e	f	R ²	F
восток	-1,09 (-3,4)	32,7 (2,8)	-6,25 (-2,9)	30,0 (3,0)	0,07 (0,6)	0,35 (7,7)	0,41	26,6
запад	-0,3 (-0,4)	8,1 (0,4)	-1,42 (-0,5)	-3,06 (-0,2)	8,21 (5,2)	0,04 (0,8)	0,36	7,4

Для овощей в восточной части выявлено отрицательное влияние повышения температуры, в западной части положительное влияние изменения температуры и осадков оказалось незначимо. Расчеты по квадратичному уравнению подтвердили – в западной части оптимальное значение по температуре заметно выше достигнутых значений, и дальнейший рост температуры будет способствовать росту урожайности, но значимость полученных коэффициентов низка.

Оптимальное значение по осадкам существенно выше среднего за рассматриваемый период, значит, небольшое повышение осадков будет оказывать положительное влияние. Для восточной части оптимальное значение по осадкам ниже среднего за рассматриваемый период, значит, наоборот небольшое снижение осадков окажет положительное влияние, дальнейшее снижение приведет к уменьшению урожайности, а рост осадков приведет к падению урожайности. Увеличение урожайности овощей в значительной степени связано с вложением инвестиций в освоение современных технологий сельскохозяйственными предприятиями.

Исследовалось влияние инновационных процессов на адаптацию к климатическим изменениям в регионах. Для расчетов были выбраны два фактора, характеризующих сельскохозяйственную науку – количество исследователей и внутренние текущие затраты. Расчеты проводились по приростной формуле (4). Расчеты показали, что положительное влияние науки есть (чем сильнее развита наука, тем больше прирост сельскохозяйственного производства и меньше отрицательное влияние климатических изменений), но значимость очень мала. Улучшение статистических характеристик относительно базовой модели (только влияние температуры и осадков) незначительно. Не подтвердилась гипотеза, что при развитой сельскохозяйственной науке рост температуры положительно влияет на прирост сельхозпроизводства.

Расчеты для южных регионов России проводились финской частью исследовательской группы по модели (3) для зерновых культур, причем в уравнение включалась не только вторая, но иногда и третья степень. Было показано, что одним из важнейших факторов является активная температура, она положительно влияла в регионах с низкой температурой и отрицательно в регионах с высокой температурой. В среднем по стране влияние отрицательно. Положительный прирост температуры зимнего сезона хотя бы на 1° , приводит к росту урожайности зерновых почти на три процента. Увеличение доли осадков в начале вегетации также положительно влияет на урожай зерна, в то время как избыток влаги в период уборки урожая приводит к снижению урожайности. Увеличение осадков во время посева озимых зерновых культур также оказывает негативное влияние на урожайность зерновых культур.

Влияние зимней температуры на урожайность зерновых культур в модели длинных различий выше (4), чем в модели (3). Это указывает на то, что сельхозпроизводители, скорее всего, смогли адаптироваться к более теплым зимам, например, путем увеличения выращивания озимых. Аналогично эконометрической модели, эффект от осадков в период уборки урожая является негативным, в то время как количество осадков в вегетационный период не является существенным. Это может быть связано с тем, что не было существенных изменений количества осадков в вегетационный период.

По результатам оценки, широкое использование как минеральных и органических удобрений, бесспорно, выгодно для роста урожайности зерновых культур. Это воздействие может быть воспринято, как и технологическая, так и структурная составляющая изменений в сельском хозяйстве России.

В рамках расчетных сценариев (B2 и A1) в России прогнозируется широкое воздействие изменения климата на урожайность зерновых через изменение температур и количества осадков. На основе эконометрической модели отрицательный чистый эффект от температуры выявлен в сценариях 20-х и 50-х годов, и возможно его значительный рост из-за потепления климата [6]. Кроме того, в соответствии с моделью длинных различий, за вычетом влияния температуры общий эффект является положительным в сценариях B2 и A1, но вероятно, будет снижаться к 2050 г. Это говорит о том, что заметное потепление (более 2°C) не приносит дополнительных преимуществ для роста урожайности даже с учетом среднесрочным мер адаптации, даже в северных условиях России. Тем не менее, отметим, что наши результаты о воздействии прогнозируемого изменения климата на урожайность зерновых в 2050 г. должны быть приняты с некоторыми оговорками. Во-первых, вполне вероятно, что неопределенность, связанная с климатическим прогнозом для сценария 2050 г. заметно выше, чем для сценариев 20-х годов. Кроме того, некоторые переменные из прогнозируемых климатических изменений в 2050 г. значительно выше, чем их изменение в предшествующий временной период, используемый в наших оценках.

Результаты исследования показывают, что в сценарии с ограничением адаптационных мер (fixed-effects model) урожайность зерновых снизится до 5% к 2020 г. и до 11% к 2050 г. из-за изменения климата. В модели среднесрочного периода адаптации (long-difference model) возможен рост до 21% к 2020 г., но только до 14% к 2050 г. Это означает, что только умеренное потепление климата может повлиять на увеличение урожайности зерновых культур даже с применением разного рода мер по адаптации в России.

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 и при небольшом росте температуры. Для картофеля и овощей изменение климата, возможно, приведет к некоторому росту урожайности в пределах 5-10% в отдельных регионах. 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 для реализации новых проектов в соответствии с меняющейся внешней средой.

Литература

1. Дронин Н.М., Кириленко А.П. Роль климатического и политэкономического факторов в динамике урожайности зерновых в отечественной истории XX века // Вестник Московского университета. Серия 5: География. 2012. № 5. С. 13-18.

2. Дружинин П.В., Шкиперова Г.Т. Оценка влияния климатических изменений на экономику российских регионов // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2014. №34. С.43-50.
3. Дружинин П.В. Влияние климатических изменений на сельское хозяйство Карелии // Ученые записки ПетрГУ. Общественные и гуманитарные науки. 2013. №1. С.94-98.
4. Морозова Т.В. Перемены в сельской России 1991-2003 гг.: методы оценки и итоги // Народонаселение. 2005. №1. С.128-132.
5. Назарова Л.Е. Изменчивость средних многолетних значений температуры воздуха в Карелии // Известия Русского географического общества. 2014. №4. С.27-33.
6. Оценка макроэкономических последствий изменений климата на территории Российской Федерации на период до 2030 г. и дальнейшую перспективу / Росгидромет. М.: Д'АРТ: Главная геофизическая обсерватория, 2011. 252 с.
7. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2013: Стат.сб. / Росстат. М., 2013. 990 с.
8. Сиротенко О. Д., Павлова В. Н. Наблюдаемые изменения климата и динамика продуктивности сельского хозяйства России // Труды Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова. 2012. № 565. С. 132-151.
9. Ушаков М.В. Современные изменения термического режима холодного сезона на Российском Дальнем Востоке / Экологические проблемы северных регионов и пути их решения. Материалы V Всероссийской научной конференции. – Апатиты. ИППЭСКНЦ РАН. 2014. С.209-211.
10. Adams R.M., Rosenzweig C., Ritchie J., Peart R., Glycer J., McCarl B.A., Curry B., Jones J. Global climate change and agriculture: an economic perspective // Nature. 1990. №1. P. 219–224.
11. Burke M., Emerick K. Adaptation to Climate Change: Evidence from US Agriculture. Department of Agricultural and Resource Economics, University of California at Berkeley. 2013.
12. Deschênes O., Greenstone M. The Economic Impacts of Climate Change: Evidence from Agricultural Output and Random Fluctuations in Weather // The American Economic Review. 2007. №1. P.354-385.
13. Prishchepov A.V., Muller D., Dubinin M., Baumann M., Radeloff V.C. Determinants of agricultural land abandonment in post-Soviet European Russia // Land Use Policy. 2013. Vol.30. P.873-884.
14. Tao F., Yokozawa M., Liu J., Zhang Z. Climate–crop yield relationships at provincial scales in China and the impacts of recent climate trends // Climate Research. Vol.38. P.83-94.
15. Teixeira E.I., Fischer G., van Velthuisen H., Walter C., Ewert F. Agricultural and Forest Meteorology. 2013. Vol.170: 206-215.
16. Zhang T., Huang Y. Impacts of climate change and inter-annual variability on cereal crops in China from 1980 to 2008 // Journal of the Science of Food and Agriculture. 2012. Vol.92. P.1643-1652.

Дружинин Павел Васильевич – доктор экономических наук, заведующий отделом в Институте экономики Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск, Россия

Druzhinin Pavel V. – Dr. of Economics, Assistant Professor Head in the Department of Modeling and Forecasting Regional Development, Institute of Economic Studies, Karelian Research Centre, Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk, Russia

Поташева Ольга Вячеславовна – кандидат экономических наук, научный сотрудник Института экономики Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск, Россия

Potashева Olga V. – Cand. (PhD) of Econ, Research Associate in the Institute of Economic Studies, Karelian Research Centre, Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk, Russia

Прокопьев Егор Александрович – кандидат экономических наук, младший научный сотрудник, к. э. н. Институт экономики Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск, Россия

Prokopyev Egor A. – Cand. (PhD) of Econ, Research Associate in the Institute of Economic Studies, Karelian Research Centre, Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk, Russia

Шкиперова Галина Тимофеевна – кандидат экономических наук, старший научный сотрудник Института экономики Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск, Россия

Shkiperova Galina T. – Cand. (PhD) of Econ, Senior Research Associate in the Institute of Economic Studies, Karelian Research Centre, Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk, Russia

185036, Россия, г. Петрозаводск, пр. А.Невского 50,
50 Al. Nevsky Prospect, 185030 Petrozavodsk, Republic of Karelia, Russia
Тел.: +7 (8142) 57-15-25; e-mail: insteco@karelia.ru

Леппянен Симо – исследователь, Школа бизнеса Университет Аалто, г. Хельсинки, Финляндия

Leppänen Simo - Aalto University School of Business Center for Markets in Transition (CEMAT), Helsinki, Finland

Саикконен Лииса – исследователь, Школа бизнеса Университет Аалто, г. Хельсинки, Финляндия

Saikkonen Liisa – Aalto University School of Business Center for Markets in Transition (CEMAT), Helsinki, Finland

P.O. Box 21230, FI-00076 AALTO, Finland

Tel +358 40 353 8149, Fax +358 9 470 38706
e-mail: cemat@aalto.fi, forename.surname@aalto.fi