

УДК 332.142.6

## ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ЭКОНОМИКУ РОССИЙСКИХ РЕГИОНОВ

Г. Т. Шкиперова, О. В. Поташева, Е. А. Прокопьев

*Институт экономики Карельского научного центра РАН*

Выполнена оценка влияния развития экономики на выбросы парниковых газов в России, построены модели, позволяющие оценить влияние изменения климатических условий на урожайность различных сельскохозяйственных культур.

**Ключевые слова:** экономический рост, изменение климата, эмиссия парниковых газов, урожайность.

### **G. T. Shkiperova, O. V. Potasheva, E. A. Prokopyev. THE EFFECT OF CLIMATE CHANGE ON THE ECONOMY OF RUSSIAN REGIONS: FACTOR ANALYSIS**

The impact of economic development on greenhouse gas emissions in Russia is estimated in the paper. The models for assessing the impact of climate change on yields of various crops are constructed.

**Keywords:** economic growth, climate change, greenhouse gas emissions, crop yields.

### **Введение**

Проблема изменения климата в течение двух последних десятилетий является одной из самых актуальных исследовательских тем. В докладе Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) ООН от 31.03.2014 г. подчеркивается [Climate..., 2014], что в период 2007–2014 гг. число научных подтверждений вероятных последствий изменения климата практически удвоилось. Авторы доклада отмечают, что в ближайшие десятилетия эти последствия будут носить в основном негативный характер для здоровья и безопасности людей, а также для ряда секторов экономики. Одной из основных проблем станет продовольственная безопасность, поскольку прогнозируется снижение урожайности пшеницы, риса и кукурузы на 25 % к 2050 г.,

улов рыбы в некоторых регионах может упасть на 50 %. Для бедных стран проблему продовольственной безопасности будет усиливать рост численности населения. Для развитых стран – возрастающий риск возникновения стихийных бедствий (наводнений, засухи). По оценкам МГЭИК, развивающимся странам на предупреждение возможных рисков потребуется от 70 до 100 миллиардов долларов в год [Climate..., 2014]. Позитивные последствия изменения климата связаны с возможным ростом урожайности различных сельскохозяйственных культур, по крайней мере на ранних стадиях, с развитием новых отраслей сельского хозяйства в северных регионах с постепенной заменой выращиваемых культур на более теплолюбивые. Исследования ряда авторов [Büntgen et al., 2012; Kaniewski et al., 2013] также доказывают, что климатические изменения являются

стимулом для технологического и социально-экономического развития стран и регионов. В связи с этим одной из ключевых задач на современном этапе становится анализ и оценка взаимосвязи и взаимовлияния климатических факторов и показателей экономического роста, производства сельскохозяйственной продукции, здоровья населения. Четкое понимание такого влияния имеет важное значение для построения современной экономической политики и эффективных институтов.

### **Анализ современного состояния исследований**

Многочисленные исследования последствий изменения климатических условий основаны на использовании глобальных климатических моделей и моделей урожайности различных сельскохозяйственных культур [Tao et al., 2009]. Особый интерес в последние годы исследователи из разных стран проявляют к изучению последствий климатических изменений на региональном и местном уровнях [Кокорин и др., 2013; Dell et al., 2014; Klein et al., 2014]. В работе [Xiong et al., 2012] в результате исследования влияния наблюдаемых с 1980 г. тенденций потепления климата на урожайность четырех основных сельскохозяйственных культур Китая (рис, пшеница, кукуруза и соя) авторам удалось определить области, где их производство наиболее восприимчиво к повышенной температуре. Расчеты показали, что наиболее высокий уровень уязвимости характерен для производства кукурузы, наименьший – для риса. В региональном разрезе в общей сложности 52,6 % пахотных земель в Китае показали снижение урожайности хотя бы по одной из исследуемых культур, что указывает на восприимчивость агрокультур к риску потепления в этих областях.

По оценкам Ф. Тао и соавт. [Tao et al., 2009], общий объем производства риса в Китае в связи с изменением климатических условий в период 1951–2002 гг. увеличивался в среднем на 320 тыс. т за десятилетие, сои – на 70 тыс. т. Объемы производства пшеницы и кукурузы снижались соответственно на 120 и 212 тыс. т каждые десять лет. Причем позитивные тенденции роста урожайности риса и сои наблюдались преимущественно в северо-восточных и северных областях Китая. Одновременно снижение урожайности кукурузы и пшеницы отмечено в большинстве южных провинций. Т. Жанг с соавт. [Zhang, Huang, 2012] на основе корреляционного и регрессионного анализа взаимосвязи климатических характеристик и урожайности риса в трех

северо-восточных провинциях Китая за 1980–2008 гг. также прогнозируют увеличение урожайности риса в 2020–2040 годы на 1,7 %.

Исследования сельскохозяйственных регионов США и Канады показали, что факторами роста урожайности в более северных регионах могут стать улучшение климатических условий и смена культур на более урожайные и требовательные к теплу. В то же время в южных регионах условия могут ухудшаться [Seo, 2013; Dell et al., 2014].

Оценка влияния климата на сельское хозяйство в Европе, где в расчетах использовались региональные данные по климату, почвам и социально-экономические показатели в разрезе почти 38 тыс. фермерских хозяйств по всей территории стран ЕС, показала, что практически все исследуемые участки чувствительны к климатическим изменениям [Passel et al., 2014]. По прогнозам авторов статьи, доходность от сельхозугодий в Южной Европе даже при условии технологической адаптации будет снижаться на 8–13 % при повышении температуры на 1 °С. Последствия для других регионов Европы будут носить смешанный характер [Iglesias et al., 2013; Vasileiadou et al., 2014]. Например, оценка чувствительности урожайности сельскохозяйственных культур, эрозии, выщелачивания и изменения влагосодержания почв для западной Швейцарии не показала существенного их изменения в результате потепления климата [Klein et al., 2014]. По мнению авторов, основным фактором, влияющим на уровень урожайности и эрозии почв, является фактор менеджмента, а показатели выщелачивания и изменения влагосодержания зависят главным образом от типа почв.

В России наиболее уязвимыми с точки зрения изменения климата являются такие сектора экономики, как сельское, лесное хозяйство и энергетика. Негативные явления связаны главным образом с ростом числа стихийных бедствий, например, усилением паводков, пожароопасности, процессов усыхания деревьев на больших площадях, массовым развитием и продвижением на север вредителей леса и сельскохозяйственных культур и т. д. [Кокорин и др., 2013; Оценка..., 2011]. Влияние климатических изменений на сельскохозяйственное производство в РФ исследовалось в работах С. Сиптица, С. Огневцева, Ф. Ерешко, О. Сиротенко, Х. Абашиной, В. Павловой и других. Положительный эффект в России наблюдается в части южных регионов, что в небольшой степени связано с сокращением сельскохозяйственного производства на севере страны. Полученные выводы не противоречат результатам зарубежных исследований, где

также доказываемость возможность повышения урожайности различных сельскохозяйственных культур в южных районах, но только на ранних стадиях изменения климата.

Что касается прогнозов, то климатические модели однозначно доказывают: тенденция потепления будет продолжаться ускоренными темпами [Порфирьев, 2011; Climate..., 2014; CO<sub>2</sub>..., 2014]. Решение этой проблемы потребует технических и институциональных инноваций, которые будут способствовать увеличению производства продовольствия и адаптации к меняющимся климатическим условиям. С другой стороны, не менее важным является исследование влияния развития экономики на изменение климата. Несмотря на всю спорность вопроса, одной из причин современного глобального потепления считается антропогенное воздействие, связанное с ростом эмиссии парниковых газов. В докладе МГЭИК (2014) также отмечается, что без срочных и решительных усилий по сокращению выбросов двуокиси углерода в атмосферу изменение климата приведет к более серьезным последствиям в течение XXI века [Climate..., 2014]. В связи с этим задача оценки и прогнозирования влияния развития экономики на окружающую среду, включая проблему эмиссии парниковых газов, становится не менее актуальной в современных условиях.

## Методы исследования

Для оценки влияния развития экономики на выбросы парниковых газов использовались мультипликативные функции с постоянными и меняющимися факторными эластичностями, построенные по типу производственных, иногда с учетом нейтрального экологического прогресса [Дружинин, Шкиперова, 2014]:

$$Z(t) = A(t) \times U_1^\mu(t) \times U_2^{-\eta}(t) \times U_3^\nu(t), \quad (1)$$

где  $Z(t)$  – исследуемый экологический показатель (выбросы парниковых газов);  $t$  – год;  $A(t)$  – нейтральный экологический прогресс, который вводится через зависимость от времени  $A(t) = \exp(p \times t)$ , где  $p$  – темп нейтрального экологического прогресса, или интенсивность модернизации производства, позволяет учесть структурные сдвиги в экономике и технологические изменения в отдельных ее секторах;  $U_1(t)$  – фактор, отражающий развитие экономики и, как правило, отрицательно влияющий на окружающую среду (ВВП, инвестиции в экономику, инвестиции в новое строительство и др.);  $U_2(t)$  – фактор, отражающий природоохранную деятельность и положительно влияющий на

окружающую среду (инвестиции в охрану окружающей среды и др.);

$U_3(t)$  – фактор, отражающий изменение действующих производств и, как правило, положительно влияющий на окружающую среду (инвестиции в модернизацию производства и др.);  $\mu$ ,  $\eta$  и  $\nu$  – константы (факторные эластичности), которые показывают, на сколько процентов изменится объем выбросов, если соответствующий фактор вырастет на 1 %.

Для оценки влияния климатических изменений на сельское хозяйство в данной работе использовались модели, основу которых составляют регрессионные уравнения, где урожайность по регионам рассматривается в зависимости от выделенных факторов: климатических, агротехнических, состояния почвы, социально-экономических характеристик, уровня менеджмента, технологического уровня и особенностей конкретной культуры. В качестве климатических характеристик рассматривались средняя температура, сумма активных температур и суммарные осадки за разные периоды (за год, за сезон, между уборками урожая, от посева до уборки, за июнь, за июль и за третью декаду июня). Агротехнические показатели – внесение минеральных и органических удобрений на гектар посевов. Социально-экономические показатели позволяют учитывать состояние сельского хозяйства регионов (объем и динамика инвестиций в сельское хозяйство), уровень развития экономики (динамика ВРП в сопоставимых ценах) и некоторые другие особенности.

Расчеты по линейной функции проводились с включением квадратичной зависимости от температуры и осадков [Дружинин, Шкиперова, 2014]:

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

где  $Y$  – урожайность;  $A$  – нейтральный технический прогресс;  $T$  – активная температура;  $R$  – осадки;  $M$  – объем внесенных минеральных удобрений;  $X_i$  – социально-экономические и прочие характеристики;  $t$  – год;  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$ ,  $e$ ,  $f$  – определяемые в ходе расчетов параметры. Часть расчетов проводилась при  $a = 0$  и  $c = 0$ .

Расчеты также проводились по линейной приростной функции:

$$\Delta Y(t) = B(t) + a \times \Delta T(t) + b \times \Delta R(t) + c \times \Delta X(t), \quad (3)$$

где  $\Delta Y$  – прирост урожайности относительно предыдущего года;  $\Delta T$  – прирост температуры относительно предыдущего года;  $\Delta R$  – прирост

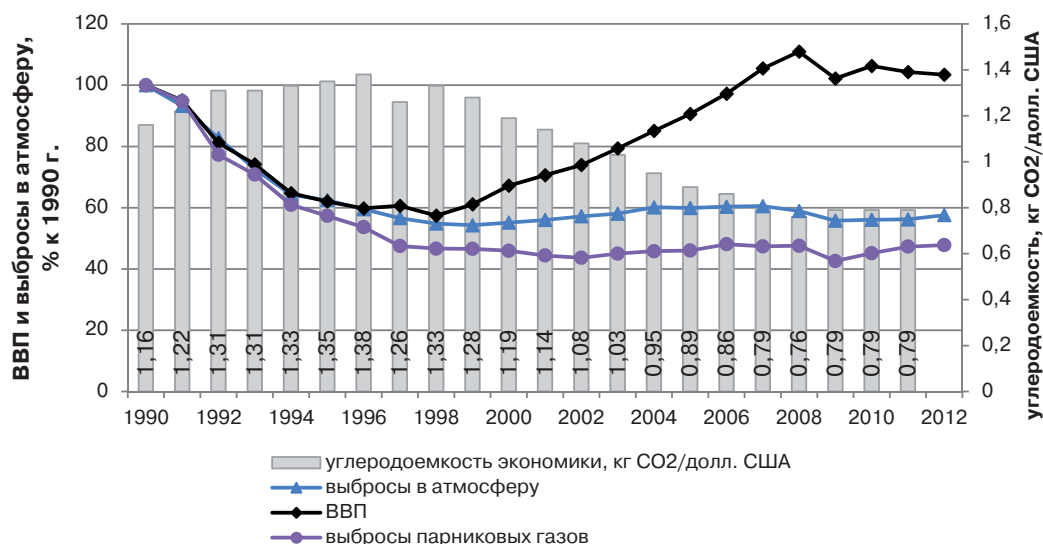


Рис. 1. Динамика ВВП, показателей загрязнения окружающей среды и удельной углеродоемкости экономики РФ

количества осадков относительно предыдущего года;  $\Delta X$  – прирост социально-экономических и прочих характеристик.

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

### Оценка взаимосвязи выбросов парниковых газов и развития экономики России

Россия входит в десятку стран с наиболее высокими выбросами парниковых газов (1,7 млрд т CO<sub>2</sub>-экв./год с учетом нетто-поглощения), где занимает пятое место после Китая (8,2), США (5,8), Бразилии (2,3) и Индии (2,1) [CO<sub>2</sub> Highlights..., 2012].

В 1990-е годы выбросы парниковых газов в РФ быстро снижались, что частично связано со структурными сдвигами в экономике, но в большей степени – с общим экономическим спадом (рис. 1). Начиная с 2002 г. рост ВВП сопровождается медленным ростом парниковых газов. Из рисунка 1 видно, что в 1990-х годах ВВП и выбросы парниковых газов снижались приблизительно одинаковыми темпами. В 2000-х годах объем ВВП начинает интенсивно расти, затем падает в 2008–2009 гг. и с 2010 г. снова растет. Объем выбросов парниковых газов в этот период практически повторяет колебания ВВП, но значительно более низкими темпами. В этой ситуации можно предположить, что природоохранные мероприятия, модернизация оборудования и структурные сдвиги в экономике способствовали улучшению экологической ситуации в 2000-х годах, но назвать ее в целом благополучной сложно.

Одним из показателей энергоэффективности экономики является ее удельная углеродоемкость, которая рассчитывается как отношение выбросов CO<sub>2</sub> к ВВП, выраженному в долларах США с учетом паритета покупательной способности (ППС). В 1990-е годы в России наблюдался рост этого показателя, максимальное значение было достигнуто в 1996 г. и составило 1,38 кг CO<sub>2</sub>/долл. В 2000–2008 гг. рост ВВП сопровождался уверенным снижением углеродоемкости экономики, а в период финансового кризиса 2009–2010 гг. экономический спад привел к некоторому ухудшению показателя (см. рис. 1).

Данная ситуация свидетельствует о том, что, несмотря на значительное снижение удельной углеродоемкости экономики, принимаемых мер по энергосбережению недостаточно. По показателю углеродоемкости экономики РФ значительно отстает не только от ведущих стран мира, включая США, Канаду и страны ЕС, но даже от Китая. Так, в 2011 г. углеродоемкость экономики России составляла 0,79 кг CO<sub>2</sub>/долл. США, что в 1,8 раза больше, чем в среднем в мире, и более чем в 3,1 раза превышала показатели стран ЕС [CO<sub>2</sub> Highlights..., 2012]. В то же время необходимо отметить, что наша страна занимает второе место в мире (после США) по поглощению парниковых газов. Лесное хозяйство компенсирует около 30 % всех выбросов.

Для выявления влияния различных факторов на объем выбросов парниковых газов были проведены расчеты по функции (1). Они показали незначимость влияния инвестиций в охрану атмосферного воздуха. Можно предположить, что основное положительное влияние оказывают структурные сдвиги в экономике

Таблица 1. Результаты расчетов параметров функции (1) для выбросов парниковых газов

	$\mu$	$\eta$	$\nu$	$\rho$	$R^2$	F
Зависимость от ВВП	0,766	-	-	-0,049	0,99	838
Зависимость от кумулятивных инвестиций в новое строительство и модернизацию	0,304	-	-0,052	-	0,85	38,2

и модернизация, которые в функции (1) учитывает нейтральный экологический прогресс. В результате расчетов при хороших статистических характеристиках (табл. 1) получено, что рост ВВП на 1 % увеличивает выбросы парниковых газов на 0,77 %, но он компенсируется изменением структуры экономики и модернизацией, за счет которых выбросы снижаются на 4,9 % ежегодно.

Для определения влияния модернизации выполнялись расчеты по функции (1), где в качестве факторов использовались природоохранные инвестиции, кумулятивные инвестиции в новое строительство (за 3 и 5 лет) и инвестиции в модернизацию. В результате снова незначимым оказалось влияние инвестиций в охрану атмосферного воздуха и значимым – влияние модернизации, при хороших статистических характеристиках (см. табл. 1). Прирост кумулятивных инвестиций на новое строительство на 1 % увеличивал выбросы на 0,3 %, а прирост кумулятивных инвестиций в модернизацию на 1 % уменьшал выбросы на 0,05 %.

### Оценка взаимосвязи урожайности сельскохозяйственных культур и климатических изменений

Исследование проводилось на основе данных по урожайности зерновых, картофеля

и овощей Северо-Западного федерального округа (СЗФО). Выбор регионов СЗФО в качестве объекта исследования объясняется тем, что в России по аналогии с результатами, полученными для американских и европейских регионов, позитивные последствия потепления климата должны проявляться в первую очередь в центральных и северных регионах.

Урожайность зерновых в СЗФО снижалась до начала 2000-х годов, затем стала расти, что близко к динамике основных экономических показателей исследуемых регионов. Поскольку в данных регионах зерновые культуры выращивают в основном сельскохозяйственные предприятия, для роста их урожайности должны быть значимы изменения в уровне менеджмента и технологий, которые происходят в организациях. Также на наблюдаемую динамику урожайности зерновых повлияло сокращение посевных площадей. Анализ зависимости от климатических условий показал, что рост средней и активной температуры не ведет к росту урожайности зерновых.

Урожайность картофеля изменялась достаточно хаотично, она колебалась, не имея какой-либо тенденции, что хорошо видно на рисунке 2 на примере Вологодской области. Положительные изменения в экономике в 1999–2005 гг. никак не сказались на урожайности картофеля в регионах СЗФО. Это

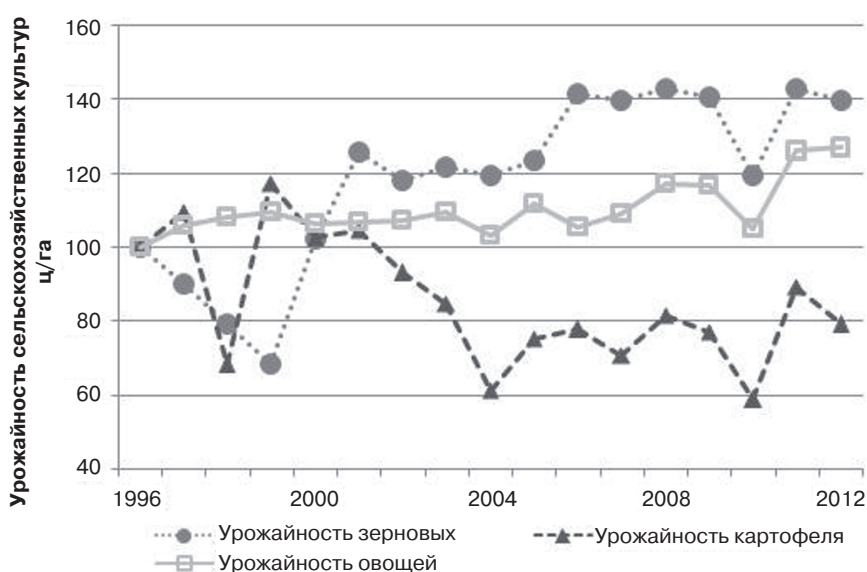


Рис. 2. Динамика урожайности сельскохозяйственных культур Вологодской области (ц/га) за 1996–2012 гг., % к 1996 г.



Таблица 2. Результаты расчетов параметров функций (2) по СЗФО (в скобках – t статистика)

	a	b	c	d	e	f	R <sup>2</sup>	F
зерновые	-1,05 (-0,55)	35,4 (0,54)	-0,0007 (-1,84)	0,43 (2,03)	0,41 (6,1)	0,17 (4,0)	0,75	16,4
картофель	1,61 (1,6)	-58 (-1,7)	-0,0002 (-1,0)	0,01 (0,93)	0,12 (3,2)	0,05 (2,5)	0,34	2,8
овощи	0,57 (0,8)	-21,5 (-0,9)	-0,00001 (-0,4)	0,07 (0,9)	-	0,1 (6,3)	0,59	9,8

связано с большой долей в посевах картофеля личных подсобных хозяйств, в которых отсутствуют технологические изменения. Анализ зависимости от климатических условий показал, что урожайность картофеля увеличивается с ростом активной температуры и снижением суммарных осадков.

Динамика урожайности овощей отличается от аналогичного показателя у других культур: с середины 1990-х годов для нее характерен восходящий тренд. Значимым фактором роста урожайности являются инвестиции в освоение современных технологий сельскохозяйственными предприятиями. Анализ зависимости от климатических условий показал, что с ростом средней и активной температуры урожайность овощей растет.

Расчеты с использованием стандартных статистических пакетов также проводились по формулам (2) и (3). Результаты расчетов по трем основным культурам для регионов СЗФО представлены в таблице 2.

Для зерновых по формуле (2) с достаточно хорошими статистическими характеристиками было получено, что дальнейший рост температуры ведет к снижению урожайности. Росту урожайности может способствовать переход к другим культурам и технологиям. Результаты расчетов по приростной функции (3) соответствуют полученным по абсолютным данным, но статистические характеристики значительно хуже.

Для картофеля значимыми факторами оказались рост активной температуры и снижение суммарных осадков, соответственно, их изменение в рассматриваемых климатических сценариях может способствовать увеличению урожайности картофеля на 5–10 %. При использовании в качестве фактора активных температур (вместо средних) статистические характеристики уравнения значительно улучшаются.

Для овощей ситуация близкая: рост активных температур и снижение осадков ведут к росту урожайности на 5–10 %. Расчеты по приростной формуле (3) подтверждают полученные результаты: потепление ведет к росту урожайности овощей, но статистические характеристики не позволяют говорить о значимости

данного фактора. В соответствии с полученными результатами потепление на 1 °С принесет рост урожайности овощей лишь на 3,5 %.

## Выводы

В результате оценки влияния развития экономики России на выбросы парниковых газов установлено, что основным фактором, способствующим снижению негативного воздействия, являются инвестиции в модернизацию. Экономический рост в целом ведет к увеличению выбросов парниковых газов, но модернизация и структурные сдвиги в экономике уменьшают их на 4,9 % ежегодно. В итоге получили, что в 2000-х годах темпы роста ВВП значительно опережали темпы роста парниковых газов, что свидетельствует в целом о наличии положительной тенденции. Показатель углеродоемкости экономики также снижается, но по-прежнему значительно превышает аналогичные показатели большинства стран мира.

Основное влияние изменение климатических условий оказывает на сельскохозяйственное производство, причем позитивные последствия ожидаются в северных регионах. Проверка данной гипотезы для регионов СЗФО показала, что рост урожайности за счет потепления климата для отдельных культур (зерновые) будет незначителен и намного меньше, чем потери южных регионов по данным культурам. Для других культур (картофель, овощи) изменение климата ведет к некоторому росту урожайности в пределах 5–10 %. Большой эффект дадут повышение уровня менеджмента и переход к более современным технологиям.

*Исследование финансируется РГНФ, проект № 12–22–18005 а/Fin.*

## Литература

- Дружинин П. В., Шкиперова Г. Т. Оценка взаимовлияния экономических и экологических процессов // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2014. № 2. С. 32–38.
- Кокорин А. О., Смирнова Е. В., Замолодчиков Д. Г. Изменение климата. Вып. 1. Регионы севера

европейской части России и Западной Сибири. М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2013. 220 с.

Оценка макроэкономических последствий изменений климата на территории Российской Федерации на период до 2030 г. и дальнейшую перспективу / Под ред. В. М. Катцова и Б. Н. Порфирьева. Росгидромет. М.: Д'АРТ: Главная геофизическая обсерватория, 2011. 252 с.

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

CO<sub>2</sub> в экономике стран [Электронный ресурс] / World Resources Institute. 2014. URL: <http://cait.wri.org/> (дата обращения: 24.08.2014).

Büntgen U., Kyncl T., Ginzler C., Jackse D. S., Esper J., Tegel W., Heussner K., Kyncl J. Filling the Eastern European gap in millennium-long temperature reconstructions [Электронный ресурс] / Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. Электрон. ст. 2012. URL: <http://www.pnas.org/content/110/5/1773.full.pdf> (дата обращения: 01.08.2014).

CO<sub>2</sub> Highlights 2012. CO<sub>2</sub> Emissions from Fuel Combustion (2012 Edition) [Электронный ресурс] / International Energy Agency. Электрон. дан. URL: [www.iea.org](http://www.iea.org) (дата обращения: 14.07.2014).

Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability [Электронный ресурс] / Intergovernmental panel on climate change. URL: <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/> (дата обращения: 18.08.2014).

Dell M., Jones B. F., Olken B. A. What Do We Learn from the Weather? The New Climate-Economy Literature [Электронный ресурс] / Scholar at Harvard. Электрон. ст. 2014. URL: [http://scholar.harvard.edu/files/dell/files/131018\\_climatejel\\_manuscript\\_master\\_-\\_post.pdf](http://scholar.harvard.edu/files/dell/files/131018_climatejel_manuscript_master_-_post.pdf) (дата обращения: 04.09.2014).

Iglesias A., Garrote L., Quiroga S., Moneo M. Impacts of climate change in agriculture in Europe. PESETA-Agriculture study, 2013. URL: <http://ftp.jrc.es/EURdoc/JRC55386.pdf> (дата обращения: 11.07.2014).

Kaniewski D., Campo E., Guiot J., Le Burel S., Otto T., Baeteman C. Environmental roots of the late

Bronze Age crisis [Электронный ресурс] / PLOS ONE. Электрон. ст. 2013. URL: <http://www.plosone.org/article/info:doi/10.1371/journal.pone.0071004> (дата обращения: 01.08.2014).

Klein T., Holzkämper A., Calanca P., Fuhrer J. Adaptation options under climate change for multifunctional agriculture: a simulation study for western Switzerland // Regional Environmental Change. 2014. Vol. 14. P. 167–184.

Passel S., Massetti E., Mendelsohn R. A Ricardian analysis of the impact of climate change on European agriculture [Электронный ресурс] / Fondazione Eni Enrico Mattei. Электрон. ст. 2014. URL: <http://www.feem.it/userfiles/attach/201345151394NDL2012-083.pdf> (дата обращения: 04.09.2014).

Seo S. N. An essay on the impact of climate change on US agriculture: weather fluctuations, climatic shifts, and adaptation strategies // Climatic Change. 2013. Vol. 121 (2). P. 115–124.

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, 2009. P. 83–94.

Vasileiadou E., Hisschemöller M., Petersen A., Hazeleger W., Betgen C., Hoog I., Min E. Adaptation to extreme weather: identifying different societal perspectives in the Netherlands [Электронный ресурс] / Springer Link. Электрон. ст. 2014. URL: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10113-013-0460-4> (дата обращения: 24.08.2014).

Xiong W., Holman I. P., Lin E., Conway D., Li Y., Wu W. Untangling relative contributions of recent climate and CO<sub>2</sub> trends to national cereal production in China // Environmental Research Letters. 2012. Vol. 7. P. 14–44.

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.

Поступила в редакцию 30.09.2014

## References

Druzhinin P. V., Shkiperova G. T. Otsenka vzaimovliyaniya ekonomicheskikh i ekologicheskikh protsessov [Assessment of interdependence of economic and ecological processes]. *Ekonomicheskie i sotsial'nye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz [Economic and social changes: facts, trends, forecasts]*. 2014. No 2. P. 32–38.

Kokorin A. O., Smirnova E. V., Zamolodchikov D. G. Izmenenie klimata [Climate change]. Vyp. 1. *Regiony severa evropeiskoi chasti Rossii i Zapadnoi Sibiri [Regions of the North of the European part of Russia and Western Siberia]*. Moscow: Vsemirnyi fond dikoi prirody (WWF), 2013. 220 p.

Otsenka makroekonomicheskikh posledstviy izmenenii klimata na territorii Rossiiskoi Federatsii na period do 2030 g. i dal'neishuyu perspektivu [Assessment of the macroeconomic consequences of climate change in the

Russian Federation by 2030 and more distant perspective]. Pod red. V. M. Kattsova i B. N. Porfir'eva. Rosgidromet. Moscow: D'ART: Glavnaya geofizicheskaya observatoriya, 2011. 252 p.

Porfir'ev B. N. Priroda i ekonomika: riski vzaimodeistviya [Nature and economy: risks of interaction]. Moscow: Ankil, 2011. 352 p.

CO<sub>2</sub> v ekonomike stran [CO<sub>2</sub> in the economies of the countries]. *World Resources Institute*. URL: <http://cait.wri.org/> (accessed: 24.08.2014).

Büntgen U., Kyncl T., Ginzler C., Jackse D. S., Esper J., Tegel W., Heussner K., Kyncl J. Filling the Eastern European gap in millennium-long temperature reconstructions. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. Электрон. ст. URL: <http://www.pnas.org/content/110/5/1773.full.pdf> (accessed: 01.08.2014).

CO<sub>2</sub> Highlights 2012. CO<sub>2</sub> Emissions from Fuel Combustion (2012 Edition). *International Energy Agency*. Электрон. дан. URL: [www.iea.org](http://www.iea.org) (accessed: 14.07.2014).

*Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Intergovernmental panel on climate change*. URL: <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/> (accessed: 18.08.2014).

*Dell M., Jones B. F., Olken B. A.* What Do We Learn from the Weather? The New Climate-Economy Literature. *Scholar at Harvard*. Электрон. ст. 2014. URL: [http://scholar.harvard.edu/files/dell/files/131018\\_climatejel\\_manuscript\\_master\\_-\\_post.pdf](http://scholar.harvard.edu/files/dell/files/131018_climatejel_manuscript_master_-_post.pdf) (accessed: 04.09.2014)

*Iglesias A., Garrote L., Quiroga S., Moneo M.* Impacts of climate change in agriculture in Europe. PESETA-Agriculture study, 2013. URL: <http://ftp.jrc.es/EURdoc/JRC55386.pdf> (accessed: 11.07.2014).

*Kaniewski D., Campo E., Guiot J., Le Burel S., Otto T., Baeteman C.* Environmental roots of the late Bronze Age crisis. *PLOS ONE*. Электрон. ст. 2013. URL: <http://www.plosone.org/article/info:doi/10.1371/journal.pone.0071004> (accessed: 01.08.2014).

*Klein T., Holzkämper A., Calanca P., Fuhrer J.* Adaptation options under climate change for multifunctional agriculture: a simulation study for western Switzerland. *Regional Environmental Change*. 2014. Vol. 14. P. 167–184.

*Passel S., Massetti E., Mendelsohn R.* A Ricardian analysis of the impact of climate change on Euro-

pean agriculture. *Fondazione Eni Enrico Mattei*. Электрон. ст. 2014. URL: <http://www.feem.it/userfiles/attach/201345151394NDL2012-083.pdf> (accessed: 04.09.2014).

*Seo S. N.* An essay on the impact of climate change on US agriculture: weather fluctuations, climatic shifts, and adaptation strategies. *Climatic Change*. 2013. Vol. 121 (2). P. 115–124.

*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, 2009. P. 83–94.

*Vasileiadou E., Hisschemöller M., Petersen A., Hazeleger W., Betgen C., de Hoog I., Min E.* Adaptation to extreme weather: identifying different societal perspectives in the Netherlands. *Springer Link*. Электрон. ст. 2014. URL: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10113-013-0460-4> (accessed: 24.08.2014).

*Xiong W., Holman I. P., Lin E., Conway D., Li Y., Wu W.* Untangling relative contributions of recent climate and CO<sub>2</sub> trends to national cereal production in China. *Environmental Research Letters*. 2012. Vol. 7. P. 14–44.

*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.

Received September 30, 2014

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

### **Шкиперова Галина Тимофеевна**

старший научный сотрудник, к. э. н.  
Институт экономики Карельского научного центра РАН  
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск,  
Республика Карелия, Россия, 185030  
эл. почта: [insteco@karelia.ru](mailto:insteco@karelia.ru)  
тел.: (8142) 571525

### **Поташева Ольга Вячеславовна**

научный сотрудник, к. э. н.  
Институт экономики Карельского научного центра РАН  
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск,  
Республика Карелия, Россия, 185030  
эл. почта: [insteco@karelia.ru](mailto:insteco@karelia.ru)  
тел.: (8142) 571525

### **Прокопьев Егор Александрович**

младший научный сотрудник, к. э. н.  
Институт экономики Карельского научного центра РАН  
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск,  
Республика Карелия, Россия, 185030  
эл. почта: [e\\_prokopiev@mail.ru](mailto:e_prokopiev@mail.ru)  
тел.: (8142) 571525

## CONTRIBUTORS:

### **Shkiperova, Galina**

Institute of Economics, Karelian Research Centre,  
Russian Academy of Sciences  
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia  
e-mail: [insteco@karelia.ru](mailto:insteco@karelia.ru)  
tel.: (8142) 571525

### **Potashева, Olga**

Institute of Economics, Karelian Research Centre,  
Russian Academy of Sciences  
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia  
e-mail: [insteco@karelia.ru](mailto:insteco@karelia.ru)  
tel.: (8142) 571525

### **Prokopyev, Egor**

Institute of Economics, Karelian Research Centre,  
Russian Academy of Sciences  
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia  
e-mail: [e\\_prokopiev@mail.ru](mailto:e_prokopiev@mail.ru)  
tel.: (8142) 571525