ОБЩЕСТВО И ЭКОНОМИКА: ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ

DOI: 10.34020/2073-6495-2020-1-010-023

УДК 339.977:338.432

ТРАНСФОРМАЦИИ РИСКОВ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА ДЛЯ МИРОВОЙ ЭКОНОМИКИ В СВЕТЕ ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА[1]

Яшалова Н.Н.
Череповецкий государственный университет

Молчанова Т.К.
Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики»,
Южный федеральный университет

Рубан Д.А.
Южный федеральный университет,
Московский государственный университет технологий и управления
E-mail: ruban-d@mail.ru

Значимость сельского хозяйства для конкретной экономической системы определяет риск, связанный с глобальными изменениями климата. Анализ статистических данных (доля АПК в мировой и национальных экономиках, динамика температурного режима) показывает, что на протяжении последних двадцати лет и в будущем соотношение изменений температур и доли АПК в экономике предопределяет характер риска. Он может быть частично компенсируемым (при снижении доли АПК) и некомпенсируемым (при стабильном положении или росте доли АПК). Трансформации риска, т.е. принципиальная смена его характера, происходят быстро (до двух лет) и сами по себе формируют вызов для развития мировой и национальных экономик. Изученный риск подлежит управлению в рамках национальных стратегий. В частности, в странах с сильной аграрной ориентацией экономики стимулирование промышленного роста позволит снизить риски, связанные с влиянием глобальных изменений климата.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, климатический риск, национальные стратегии, прогнозные оценки, экологическая экономика.

[1] Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-010-00549.

© Яшалова Н.Н., Молчанова Т.К., Рубан Д.А., 2020

TRANSFORMATION OF CLIMATE CHANGE RISKS FOR THE WORLD ECONOMY IN THE LIGHT OF AGRICULTURE DEVELOPMENT TENDENCIES

Yashalova N.N.
Cherepovets State University

Molchanova T.K.
National Research University Higher School of Economics,
Southern Federal University

Ruban D.A.
Southern Federal University,
Moscow State University of Technologies and Management
E-mail: ruban-d@mail.ru

The importance of agriculture for a given economic system determines risk related to the global climate change. Analysis of the statistical data (impact of agro-industrial complex in the world and national economies and dynamics of temperature regime) shows that the relation between temperature changes and significance of agro-industrial complex in economy have determined the character of risk during two past decades and will continue doing this in the future. The risk can be partly-compensated (when the importance of agro-industrial complex decreases) and non-compensated (when the importance of agro-industrial complex remains stable or increases). Risk transformations, i.e., fundamental changes of the risk character, are quick (up to two years) and themselves form a kind of challenge for development of the world and national economies. The studied risk is a subject of governance within the frame of national strategies. Particularly, the countries with strong agrarian orientation of their economies can stimulate industrial growth to decrease risks linked to the influence of the global climate change.

Keywords: agro-industrial complex, climatic risk, national strategies, forecast values, ecological economics.

ВВЕДЕНИЕ

Важнейшим направлением развития современной экономической науки является изучение разнообразных эффектов глобальных изменений климата для мирового хозяйства. Один из основоположников данного направления – Нобелевский лауреат по экономике 2018 г. У. Нордхауз, в трудах которого получила развитие идея о многомерной взаимосвязи природных и антропогенных процессов с инструментами экономического и политического развития и регулирования [18]. За последние 25 лет соответствующие представления значительно расширились и качественно видоизменились. Связано это как с детализацией знаний о самих глобальных изменениях климата с построением правдоподобных ретроспективных и прогнозных моделей [11], так и с развитием инструментария анализа соответствующих экономических эффектов [24, 27]. Среди огромного числа научных работ, посвященных рассматриваемой проблематике, следует отметить статьи таких специалистов, как М. Ауффхаммер [3], М. Берман и Дж. Шмидт [4], М. Перри и др. [19], А. Резаи и др. [20], М. Роос [21], Т. Секейра и др. [23], Р. Тол [26, 28], С. Фанкхаузер и Р. Тол [8], Т. Чарли и М. Савона [16], Н. Штерн [25]. Все они признают огромное значение, которое глобальные изменения

климата оказывают в настоящее время и окажут в течение ближайших десятилетий на социально-экономические системы мира в целом, отдельных стран и регионов. При этом фундаментальным понятием является риск глобальных изменений климата, которое следует отделять от понятия о климатических рисках вообще. В первом случае речь идет о возможности негативного воздействия именно долговременных изменений климата на планете, вызванных деятельностью человека, а во втором – о таком воздействии, связанном с особенностями (в том числе естественными) климата в его текущем состоянии и на конкретной территории. При этом риски определяются вероятностью реализации неблагоприятных климатических сценариев, «глубиной» воздействия соответствующих процессов на хозяйственные системы, чувствительностью общества к этому воздействию, потенциалом устойчивости систем к внешнему воздействию и т.п. Например, вполне очевидно, что риски глобального изменения климата для мировой экономики должны рассматриваться в отраслевом аспекте, так как различные отрасли по-разному зависят от климатических условий (хотя, как минимум, косвенная зависимость может быть прослежена для всех отраслей, так как климат оказывает существенное влияние на состояние трудовых ресурсов).

Особое значение при рассмотрении воздействия глобального изменения климата на экономическое развитие имеет сельское хозяйство. В одной из первых статей, посвященных данной проблеме, С. Кейн и др. [13] сделали вывод о значительном росте цен на сельскохозяйственную продукцию при реализации пессимистического сценария изменений климата. Т. Маунт [16] показал, что воздействие рассматриваемого фактора на агропромышленный комплекс отдельных стран должно проводиться только в общемировом контексте с учетом неравенства их экономического положения. Р. Адамс и др. [1] путем расчетов продемонстрировали, что воздействие изменений климата на сельское хозяйство США может быть как положительным, так и отрицательным, при этом величина соответствующих эффектов сравнительно невелика. Дж. Левандровски и Д. Шиммельпфенниг [14] отметили, что на локальном уровне такого рода эффекты могут оказаться весьма значительными и чувствительными для фермеров. Дж. Фишер и др. [9] фокусируются на адаптации сельскохозяйственных практик; использованное ими симуляционное моделирование показало, что в течение последующих десятилетий может усилиться разрыв по производству и потреблению между богатыми и бедными странами, т.е. эффект в данном случае будет больше социально-экономическим и даже геополитическим. В статье Дж. Асафу-Аджайе [2] рассмотрено влияние изменений климата на аграрную экономику стран Африки и показано, что именно они окажутся наиболее подверженными этому влиянию из-за большой значимости сельскохозяйственного сектора в их национальных экономиках. При этом наиболее неблагоприятные эффекты проявятся в Южной Африке. В программной статье Дж. Нельсона и др. [17] показана неоднозначность результатов моделирования воздействия глобальных изменений климата на мировую экономику. Применение особого типа модели, выполненное Дж. Делинс и др. [7], свидетельствует, что к 2050 г. можно ожидать снижения продуктивности агропромышленного комплекса (от 2 до 15 %), увеличения цен на продовольствие (от 1,3 до 56 %) и расширения обрабатывае-

мых земель (от 1 до 4 %). П. Жань и др. [29] на примере Китая показали, что изменение климата в течение столетия может привести к существенному снижению урожайности большинства сельскохозяйственных культур. Ф. Мур и др. [15] привели аргументы в пользу того, что экономические риски, связанные с глобальным изменением климата, определяются еще и невозможностью полноценной адаптации к новым условиям на уровне отдельных фермерских хозяйств. В статье К. Картера и др. [5] подчеркивается, что именно сельское хозяйство оказывается наиболее подверженным влиянию изменений климата, что означает значимость данной отрасли для определения экономических рисков в целом. Наконец, в наиболее «свежей» и при этом сводной статье международного исследовательского пула [22] обращается внимание на тот факт, что экономические эффекты ожидаемых изменений сильно недооцениваются (в частности, касательно агропромышленного комплекса), особенно при катастрофическом проявлении природных процессов.

Приведенный выше обзор мнений показывает на их довольно широкий спектр. Особый интерес вызывает определение рисков глобального изменения климата для мировой экономики через значимость для нее сельского хозяйства. Несмотря на надежную обоснованность актуальности этого вопроса во многих вышеуказанных работах, сам он видится изученным весьма поверхностно. Более того, постоянное обновление соответствующей статистической информации дает возможность для его более корректного решения в настоящее время, чем 10 или даже 5 лет назад. Настоящее исследование призвано восполнить отмеченный пробел. Основной целью является прослеживание качественной трансформации рисков глобального изменения климата с учетом динамики значимости агропромышленного комплекса для мировой экономики в целом и отдельных стран, включая Россию.

ФАКТОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНОВА И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Настоящее исследование основано на трех блоках информации. Во-первых, это данные Всемирного банка о доле сельского хозяйства в ВВП отдельных стран и суммарно по мировой экономике (последнее отчасти условно в силу очевидной неполноты информации и разнородности отраслевой структуры экономик, однако наиболее значимо для анализа) [32]. Для разных государств эти данные доступны за разный период времени (достаточно удивительно, что этот период оказывается весьма коротким для ряда стран с развитой экономикой и надежными системами учета статистических данных, таких как Канада и США). Наиболее полная информация имеется для интервала 1995–2016 гг. Во-вторых, используется информация НАСА относительно изменений глобальных температур [31]. В данном случае анализируется нормализованный температурный индекс, рассчитываемый через отличие температуры для конкретного года от средней температуры за период 1951–1980 гг. Нормализация необходима для «сглаживания» локальных положительных и отрицательных пиков на кривой, описывающей реальные изменения планетарного температурного режима. В-третьих, в настоящей работе учитывается информация об ожидаемых к 2100 г. температурных изменениях и их дифференциации в пространстве

планеты, согласно Межправительственной панели по изменению климата [30]. Эта информация сгенерирована на основе прогнозных моделей. За основу при этом берется пессимистический вариант глобальных изменений климата, так как соответствующая модель более «рельефно» демонстрирует неравномерность ожидаемого роста температур.

Методика заключается в качественном сопоставлении охарактеризованной выше информации с целью определения рисков глобального изменения климата для агропромышленного комплекса. Например, снижение доли сельского хозяйства в ВВП по миру в целом при устойчивом росте температур означает сохранение рисков приблизительно на одном уровне. С одной стороны, угрозы для агропромышленного комплекса возрастают. С другой – они нивелируются (компенсируются) за счет снижения значимости сельского хозяйства как наиболее подверженной воздействию климатического фактора отрасли. Особое внимание уделяется изменениям в соотношении долгосрочных тенденций сравниваемых показателей, что позволяет обнаружить принципиальные трансформации самих рисков. Основным ожидаемым результатом подобного рода анализа является установление трансформаций рисков или же отсутствие таковых.

РЕЗУЛЬТАТЫ

На протяжении последних двадцати лет доля сельского хозяйства в мировой экономике снижалась. Особенно быстро это происходило во второй половине 1990-х гг., а с середины 2000-х гг. ситуация стабилизировалась (рис. 1). Если в 1995 г. агропромышленный комплекс обеспечивал более 7,5 % ВВП по миру в целом, то в настоящее время это значение снизилось до менее 4 %. Причины следует искать, с одной стороны, в бурном росте бизнес-активности за счет «прорыва» в сфере информационно-коммуникационных технологий. А с другой – с начала 1990-х гг. произошли крупные изменения как в политической, так и социально-экономической сфере многих стран мира. Во-первых, имела место переоценка ценностей и глобальной расстановки сил. Проблема взаимозависимости стран вышла на первый план, стало важным разноуровневое взаимодействие структур и их вовлеченности в мировое хозяйство. Во-вторых, многие страны начинают объединяться в различные союзы, что устранило некоторые ранее существовавшие экономические препятствия и создало лучшие условия для экономического роста и появления свободных средств, которые вкладывают в новые технологи, в том числе и в сельское хозяйство. В-третьих, усилились позиции рыночной экономики в странах, ориентировавшихся ранее на командно-рыночные механизмы. Такие экономические преобразования создали необходимые условия для активного преодоления рядом стран экономической отсталости. Многие страны Азии, Африки и Латинской Америки, экономика которых ранее характеризовалась значительной аграрной ориентацией, нарастили промышленное производство, а также интенсифицировали деятельность в непроизводственном секторе. Напротив, глобальные температуры на протяжении всего рассматриваемого интервала устойчиво росли, достигнув максимума в 2016 г. (рис. 1). Линии трендов сравниваемых изменений демонстрируют строго противоположные тенденции.

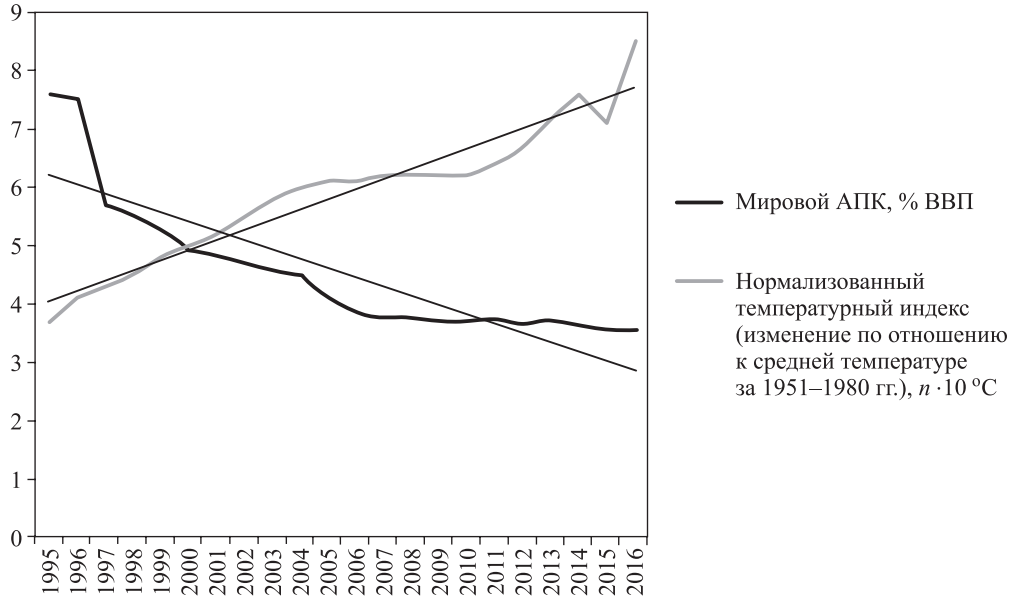

Рис. 1. Соотношение повышения планетарного температурного режима (по данным [31]) и снижения доли сельского хозяйства в мировой экономике (по данным [32]) с 1995 по 2016 г.; для удобства параметры приведены к единой шкале (составлено авторами)

Соотношение параметров позволяет проследить трансформации рисков в течение 20 лет (рис. 1). Быстрое, а затем более медленное, но довольно устойчивое сокращение доли сельского хозяйства в мировой экономике в течение 1995–2004 гг. совпало с активным ростом температур. Это означает, что риски глобального изменения климата для мировой экономики, как минимум, частично нивелировались снижением значимости наиболее подверженной этим изменениям отрасли. Иными словами, имела место компенсация рисков. Однако в 2005–2016 гг. рост температур продолжился, тогда как сокращение значения мирового агропромышленного комплекса, по сути, прекратилось. Риск стал практически полностью некомпенсируемым, и он явно возрастал в сравнении с предшествующим десятилетием. Этот рост особенно сильно проявился после 2010 г., когда эффект глобального потепления был выражен наиболее четко. Напротив, в конце 2000-х гг. ситуация находилась в состоянии своего рода равновесия, когда компенсации не происходило, однако и риски возрастали несильно в связи с почти что неизменным температурным режимом. Таким образом, можно выделить следующие трансформации рисков: смена активного компенсируемого риска на пассивный некомпенсируемый риск в 2004–2005 гг. и смена пассивного некомпенсируемого риска на активный некомпенсируемый риск в 2010–2011 гг. (активность и пассивность риска предлагается различать в зависимости от роста или стабилизации температур как основного фактора риска). Важно отметить, что эти трансформации были достаточно быстрыми и реализовывались в течение двух лет. Первая трансформация имела как экономическую, так и климатическую причины, а вторая была связана только с климатическим фактором.

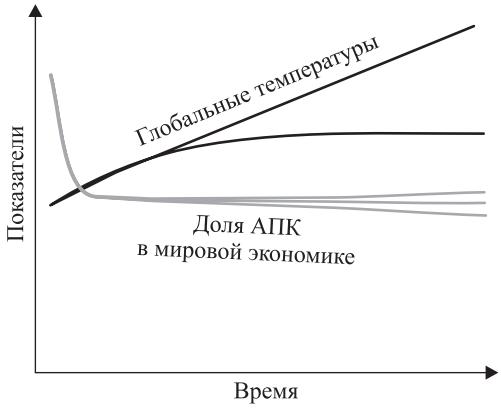

Рис. 2. Прогнозируемое соотношение повышения планетарного температурного режима и снижения доли сельского хозяйства в мировой экономике до 2100 г. (составлено авторами)

Представленные выше интерпретации основываются на ретроспективном анализе в свете накопленной информации о действительно имевших место изменениях сравниваемых параметров. Однако неменьший интерес представляет рассмотрение будущих тенденций. Ожидаемые планетарные изменения температурного режима описываются прогнозными моделями, информация по которым обобщена Межправительственной панелью по изменению климата. В самом общем виде предполагается, что температуры или будут непрерывно возрастать на протяжении всего столетия (пессимистический сценарий), или же их рост будет длиться до 2040 г., а затем они стабилизируются примерно на одном уровне (оптимистический сценарий). Что касается доли агропромышленного комплекса в мировой экономике, то здесь следует учитывать, что, во-первых, ее снижение ниже определенного порога, фиксирующего потребность населения планеты в сельскохозяйственной продукции, вряд ли возможно, во-вторых, ее существенный рост видится невероятным в условиях продолжающегося технологического прогресса, связанного с виртуализацией ряда направлений экономической деятельности и промышленным развитием аграрных стран. Тем не менее нельзя исключать в долгосрочной перспективе как некоторого увеличения, так и сокращения значимости сельского хозяйства (см. также обсуждение ниже). Это будет зависеть, в частности, как от темпов развития промышленности и непроизводственной сферы, так и от прироста населения планеты. Отмеченные выше возможности отображены на рис. 2.

Анализ соотношения прогнозируемых изменений показывает, что до 2040 г. климатический риск для мировой экономики продолжит возрастать за счет повышения температурного режима (при любом сценарии) при сохранении значимости сельского хозяйства на одном и том же уровне. Иными словами, риск будет активным и некомпенсируемым. Однако развитие ситуации во второй половине зависит от того, какой именно сценарий будет реализовываться. Если усилия мирового сообщества по сокращению выбросов парниковых газов позволят стабилизировать температуры, то риск окажется (как и в конце 2000-х гг.) пассивным, хотя и некомпенсируемым. Напротив, трансформации не произойдет, если рост температур продолжится. Что касается доли агропромышленного комплекса в мировой экономике, то ее сохранение на одном уровне никак не скажется на риске. Если в отдаленной перспективе она начнет возрастать, то фактически произойдет усиление уязвимости экономики к действию климатического фактора. Это будет способствовать увеличению риска, независимо от сценария

климатических изменений. Спад же этой доли вряд ли может быть столь ощутим, чтобы хотя бы частично компенсировать рост температур при пессимистическом сценарии или снизить риск при оптимистическом сценарии.

Представленные выше интерпретации касались мировой экономики в целом. Однако важно учитывать то обстоятельство, что доля агропромышленного комплекса в ВВП каждой конкретной страны существенно различается, равно как и то, что изменение температурного режима будет происходить на планете неравномерно. В этой связи имеет смысл проследить тенденции изменения сравниваемых параметров на уровне отдельных стран. Прежде всего, стоит обратиться к тем из них, которые окажутся наиболее затронутыми изменениями климата при реализации пессимистического сценария. К числу таковых стран относятся, прежде всего, Россия и Канада. В первой из них доля сельского хозяйства в экономике в течение последних 20 лет направленно снижалась, хотя и неравномерно; в последние годы отмечался даже некоторый ее рост (рис. 3). При сохранении этой тенденции можно ожидать активного компенсируемого (частично) риска на протяжении XXI в. В течение ближайших лет может произойти трансформация, связанная с достижением порогового значения доли агропромышленного комплекса, после чего эта доля прекратит снижение. В таком случае риск станет некомпенсируемым. В Канаде, несмотря на ограниченность данных, налицо тенденция к росту значимости сельского хозяйства для национальной экономики. С учетом роста температурного режима эта тенденция будет значительно усиливать риск.

В большинстве других стран ситуация напоминает ту, что характерна для мира в целом (см. рис. 1) и для России (рис. 3). Однако стоит обратить внимание на важное обстоятельство: в ряде развивающихся стран (особенно африканских) доля сельского хозяйства в национальной экономике весьма значительна. Это означает, что при условии быстрого промышленного развития в перспективе риски для экономики, связанные с особой уязвимостью сельского хозяйства, могут заметно снизиться. Однако в настоящее время эти риски исключительно велики. Иными словами, этим странам еще предстоит пройти трансформацию рисков, что будет иметь благоприятный эффект для их экономики и даже сформирует конкурентное преимущество в сравнении с теми странами, что прошли эту трансформацию раньше, и еще до того, как рост температур достиг значений, ожидаемых в середине XXI в. Важно также отметить, что в некоторых странах (например, Мали), где глобальное потепление проявится сильнее всего, в настоящее время отчетливо проявлена тенденция к росту доли агропромышленного комплекса в экономике (рис. 3). Если она сохранится (например, в случае долгосрочной аграрной специализации), то риски для национальной экономики в целом, связанные с изменениями климата, будут весьма значительными, что при реализации пессимистического сценария создаст значительный вызов для устойчивого развития таких стран. И если крупные страны, такие как Россия или Канада, имеют больше шансов для адаптации к новому температурному режиму ввиду их размера, т.е. существует возможность «переносить» влаголюбивые культуры севернее и не оставлять их в засушливой среде, то для малых стран – это действительно окажется проблемой. К сказанному добавим, что страны, в которых в настоящее время сельское

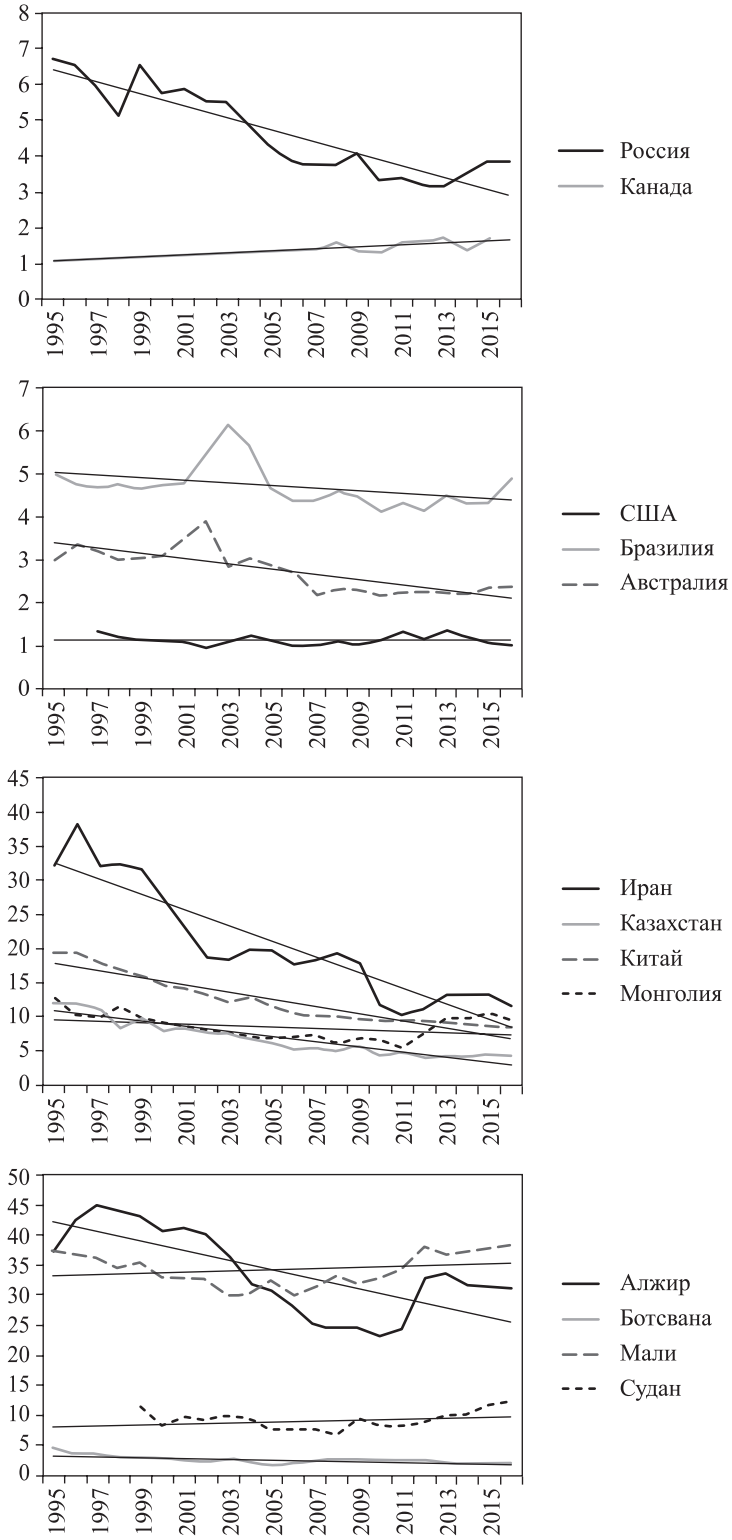

Рис. 3. Изменение доли (%) агропромышленного комплекса в ВВП стран, для которых ожидается наиболее сильный рост температур до 2100 г. (составлено авторами по данным [32])

хозяйство составляет более 30 % ВВП (Бурунди, Буркина-Фасо, Гвинея-Бисау, Либерия, Нигер, Судан, Сьерра-Леоне, Того, Чад, Центрально-Африканская Республика, Эфиопия), располагаются исключительно в Африке. Из них только Судан и Эфиопия попадают в зоны, для которых прогнозируется исключительно высокий рост температур, тогда как для других он ожидается умеренным. Это означает, что для большинства наиболее аграрно-ориентированных национальных экономик риски, связанные с изменениями климата, будут хотя и значительными, но подлежащими регуляции за счет диверсификации отраслевой структуры.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Представленные в настоящей работе интерпретации имеют свои ограничения, которые обязательно должны быть учтены. Во-первых, часть выводов основана на том предположении, что доля сельского хозяйства в мировой экономике может снижаться только до определенного предела. Хотя это предположение видится достаточно обоснованным в связи с тем, что общество будет испытывать потребность в сельскохозяйственной продукции, пороговое значение остается неизвестным. Стабилизация снижения доли в течение последнего десятилетия может служить указателем на его приблизительную величину (см. рис. 1). Однако вполне допустимо понимать эту стабилизацию и как следствие некоторой стагнации роста промышленности и непроизводственной сферы после мирового финансового кризиса 2008 г. и последующих пертурбаций на рынках. Если допустить, что мировая экономика вернется к состоянию конца 1990-х гг., то совершенно нельзя исключать того факта, что доля в ней агропромышленного комплекса снова начнет снижаться. Это будет, несомненно, компенсировать риски, связанные с повышением температурного режима. Во-вторых, нельзя исключать и рост доли сельского хозяйства в мировой экономике в будущем. Свидетельство тому – соответствующие тренды в некоторых развитых странах (рис. 3). Причиной роста может выступить, с одной стороны, «прорыв» в развитии сельскохозяйственных технологий, а с другой – повышение стоимости продукции в условиях ее дефицита или адаптации к глобальным изменениям климата.

Сделанные в настоящей работе заключения о трансформации рисков глобального изменения климата для мировой экономики в свете тенденций развития сельского хозяйства ставят вопрос о выработке оптимальных национальных стратегий, позволяющих адекватно учитывать эти риски. При этом риски должны быть дифференцированы. Странам необходимо понимать, что важнее всего именно сейчас и в какую сферу следует инвестировать для будущего развития экономики страны. Анализ литературных данных показывает, что исследователи больше фокусируются на управлении водными и земельными ресурсами и технологических адаптациях [10, 12], чем на использовании экономических инструментов. По мнению авторов, странам, которые располагаются в регионах, где ожидаются наибольшие изменения климата, и/или в отраслевой структуре экономики которых агропромышленный комплекс играет значительную роль, выработка таких стратегий является обязательной. С учетом сказанного выше, в них должны

быть зафиксированы целевые показатели, которые позволят снизить зависимость национальной экономики от сельскохозяйственной деятельности до темпа, обеспечивающего трансформацию риска в состояние частично компенсируемого. Кроме того, такого рода стратегии должны обязательно учитывать фактор любого рода трансформаций рисков, их частоты и быстроты. Важно отметить, что значительность трансформаций рисков, установленная для интервала 1995–2016 гг., сама по себе представляется вызовом для экономического развития. Странам-экспортерам сельскохозяйственной продукции при стратегировании следует учесть возможные изменения конъюнктуры с учетом трансформаций рисков в мировой экономике в целом. Наконец, важным видится планирование сельскохозяйственной деятельности с учетом недопущения роста рисков из-за избыточного повышения доли агропромышленного комплекса в ВВП страны как следствия успешности адаптации к изменениям климата, равно как и затрат на снижение рисков при после трансформации, обеспечивающей хотя бы частичную компенсацию рисков.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предпринятый анализ имеющейся информации о глобальном изменении климата и тенденциях развития сельского хозяйства позволяет сделать три общих вывода. Во-первых, снижение доли агропромышленного комплекса в мировой экономике в отдельные периоды способствует частичной компенсации рисков, создаваемых ростом температур на планете. Во-вторых, в течение последних двух десятилетий соотношение роста температур и значимости сельского хозяйства в мировой экономике менялось, и оно будет меняться в будущем, что означает качественные трансформации рисков; эти трансформации могут быть весьма быстрыми (порядка двух лет), что создает своего рода неопределенность в прогнозировании и планировании макроэкономической активности. В-третьих, риски глобального изменения климата, создаваемые за счет его влияния на состояние агропромышленного комплекса, подлежат управлению за счет диверсификации национальных экономик и поддержки промышленного роста в странах, где в отраслевой структуре сельское хозяйство сохраняет большое значение до настоящего времени.

Литература

1. *Adams R.M., Fleming R.A., Chang C.-C., McCarl B.A., Rosenzweig C.* A reassessment of the economic effects of global climate change on U.S. agriculture // Climatic Change. 1995. Vol. 30. P. 147–167.
2. *Asafu-Adjaye J.* The economic impacts of climate change on agriculture in Africa // Journal of African Economies. 2014. Vol. 23. P. ii17–ii49.
3. *Auffhammer M.* Quantifying economic damages from climate change // Journal of Economic Perspectives. 2018. Vol. 32. P. 33–52.
4. *Berman M., Schmidt J.I.* Economic effects of climate change in Alaska // Weather, Climate, and Society. 2019. Vol. 11. P. 245–258.
5. *Carter C., Cui X., Ghanem D., Merel P.* Identifying the Economic Impacts of Climate Change on Agriculture // Annual Review of Resource Economics. 2018. Vol. 10. P. 361–380.

6. *Ciarli T., Savona M.* Modelling the Evolution of Economic Structure and Climate Change: A Review // Ecological Economics. 2019. Vol. 158. P. 51–64.
7. *Delince J., Ciaian P., Witzke H.-P.* Economic impacts of climate change on agriculture: The AgMIP approach // Journal of Applied Remote Sensing. 2015. Vol. 9. P. 097099.
8. *Fankhauser S., Tol R.S.J.* On climate change and economic growth // Resource and Energy Economics. 2005. Vol. 27. P. 1–17.
9. *Fischer G., Shah M., Tubiello F.N., Van Velhuizen H.* Socio-economic and climate change impacts on agriculture: An integrated assessment, 1990–2080 // Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences. 2005. Vol. 360. P. 2067–2083.
10. *Hardelin J., Lankoski J.* Climate Change, Water and Agriculture: Challenges and Adaptation Strategies // EuroChoices. 2015. Vol. 14. P. 10–15.
11. *Houghton J.* Global Warming. The Complete Briefing. Cambridge: Cambridge University Press, 2009. 438 p.
12. *Iglesias A., Quiroga S., Moneo M., Garrote L.* From climate change impacts to the development of adaptation strategies: Challenges for agriculture in Europe // Climatic Change. 2012. Vol. 112. P. 143–168.
13. *Kane S., Reilly J., Tobey J.* An empirical study of the economic effects of climate change on world agriculture // Climatic Change. 1992. Vol. 21. P. 17–35.
14. *Lewandrowski J., Schimmelpfennig D.* Economic implications of climate change for U.S. agriculture: Assessing recent evidence // Land Economics. 1999. Vol. 75. P. 39–57.
15. *Moore F.C., Baldos U.L.C., Hertel T.* Economic impacts of climate change on agriculture: A comparison of process-based and statistical yield models // Environmental Research Letters. 2017. Vol. 12. P. 065008.
16. *Mount T.D.* Climate change and agriculture: A perspective on priorities for economic policy // Climatic Change. 1994. Vol. 27. P. 121–138.
17. *Nelson G.C., Valin H., Sands R.D., Havlik P., Ahammad H., Deryng D., Elliott J., Fujimori S., Hasegawa T., Heyhoe E., Kyle P., Von Lampe M., Lotze-Campen H., Mason D'Croz D., Van Meijl H., Van Der Mensbrugghe D., Muller C., Popp A., Robertson R., Robinson S., Schmid E., Schmitz C., Tabeau A., Willenbockel D.* Climate change effects on agriculture: Economic responses to biophysical shocks // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 2014. Vol. 111. P. 3274–3279.
18. *Nordhaus W.D.* Managing the Global Commons: The Economics of Climate Change. Cambridge: MIT Press, 1994. 223 p.
19. *Parry M.L., Rosenzweig C., Iglesias A., Livermore M., Fischer G.* Effects of climate change on global food production under SRES emissions and socio-economic scenarios // Global Environmental Change. 2004. Vol. 14. P. 53–67.
20. *Rezai A., Taylor L., Foley D.* Economic Growth, Income Distribution, and Climate Change // Ecological Economics. 2018. Vol. 146. P. 164–172.
21. *Roos M.W.M.* Endogenous Economic Growth, Climate Change and Societal Values: A Conceptual Model // Computational Economics. 2018. Vol. 52. P. 995–1028.
22. *Schewe J., Gosling S.N., Reyer C., Zhao F., Ciais P., Elliott J., Francois L., Huber V., Lotze H.K., Seneviratne S.I., van Vliet M.T.H., Vautard R., Wada Y., Breuer L., Buchner M., Carozza D.A., Chang J., Coll M., Deryng D., de Wit A., Eddy T.D., Folberth C., Frieler K., Friend A.D., Gerten D., Gudmundsson L., Hanasaki N., Ito A., Khabarov N., Kim H., Lawrence P., Morfopoulos C., Muller C., Muller Schmied H., Orth R., Ostberg S., Pokhrel Y., Pugh T.A.M., Sakurai G., Satoh Y., Schmid E., Stacke T., Steenbeek J., Steinkamp J., Tang Q., Tian H., Tittensor D.P., Volkholz J., Wang X., Warszawski L.* State-of-the-art global models underestimate impacts from climate extremes // Nature Communications. 2019. Vol. 10. 1005 p.
23. *Sequeira T.N., Santos M.S., Magalhaes M.* Climate change and economic growth: a heterogeneous panel data approach // Environmental Science and Pollution Research. 2018. Vol. 25. P. 22725–22735.
24. *Stern N.* The Economics of Climate Change: The Stern Review. Cambridge: Cambridge University Press, 2006. 692 p.

25. *Stern N.* The structure of economic modeling of the potential impacts of climate change: Grafting gross underestimation of risk onto already narrow science models // Journal of Economic Literature. 2013. Vol. 51. P. 838–859.
26. *Tol R.S.J.* The economic effects of climate change // Journal of Economic Perspectives. 2009. Vol. 23. P. 29–51.
27. *Tol R.S.J.* Climate Economics: Economic Analysis of Climate, Climate Change and Climate Policy. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 2014. 208 p.
28. *Tol R.S.J.* The economic impacts of climate change // Review of Environmental Economics and Policy. 2018. Vol.12. P. 4–25.
29. *Zhang P., Zhang J., Chen M.* Economic impacts of climate change on agriculture: The importance of additional climatic variables other than temperature and precipitation // Journal of Environmental Economics and Management. 2017. Vol. 83. P. 8–31.
30. Climate Change 2014: Synthesis Report. URL: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full.pdf (дата обращения: 25.12.2019).
31. NASA. Global Climate Change. Vital Signs of the Planet. URL: https://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/ (дата обращения: 25.12.2019).
32. The World Bank. Agriculture, forestry, and fishing, value added (% of GDP). URL: https://data.worldbank.org/indicator/nv.agr.totl.zs (дата обращения: 25.12.2019).

Bibliography

1. *Adams R.M., Fleming R.A., Chang C.-C., McCarl B.A., Rosenzweig C.* A reassessment of the economic effects of global climate change on U.S. agriculture // Climatic Change. 1995. Vol. 30. P. 147–167.
2. *Asafu-Adjaye J.* The economic impacts of climate change on agriculture in Africa // Journal of African Economies. 2014. Vol. 23. P. ii17–ii49.
3. *Auffhammer M.* Quantifying economic damages from climate change // Journal of Economic Perspectives. 2018. Vol. 32. P. 33–52.
4. *Berman M., Schmidt J.I.* Economic effects of climate change in Alaska // Weather, Climate, and Society. 2019. Vol. 11. P. 245–258.
5. *Carter C., Cui X., Ghanem D., Merel P.* Identifying the Economic Impacts of Climate Change on Agriculture // Annual Review of Resource Economics. 2018. Vol. 10. P. 361–380.
6. *Ciarli T., Savona M.* Modelling the Evolution of Economic Structure and Climate Change: A Review // Ecological Economics. 2019. Vol. 158. P. 51–64.
7. *Delince J., Ciaian P., Witzke H.-P.* Economic impacts of climate change on agriculture: The AgMIP approach // Journal of Applied Remote Sensing. 2015. Vol. 9. P. 097099.
8. *Fankhauser S., Tol R.S.J.* On climate change and economic growth // Resource and Energy Economics. 2005. Vol. 27. P. 1–17.
9. *Fischer G., Shah M., Tubiello F.N., Van Velhuizen H.* Socio-economic and climate change impacts on agriculture: An integrated assessment, 1990–2080 // Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences. 2005. Vol. 360. P. 2067–2083.
10. *Hardelin J., Lankoski J.* Climate Change, Water and Agriculture: Challenges and Adaptation Strategies // EuroChoices. 2015. Vol. 14. P. 10–15.
11. *Houghton J.* Global Warming. The Complete Briefing. Cambridge: Cambridge University Press, 2009. 438 p.
12. *Iglesias A., Quiroga S., Moneo M., Garrote L.* From climate change impacts to the development of adaptation strategies: Challenges for agriculture in Europe // Climatic Change. 2012. Vol. 112. P. 143–168.
13. *Kane S., Reilly J., Tobey J.* An empirical study of the economic effects of climate change on world agriculture // Climatic Change. 1992. Vol. 21. P. 17–35.
14. *Lewandrowski J., Schimmelpfennig D.* Economic implications of climate change for U.S. agriculture: Assessing recent evidence // Land Economics. 1999. Vol. 75. P. 39–57.

15. *Moore F.C., Baldos U.L.C., Hertel T*. Economic impacts of climate change on agriculture: A comparison of process-based and statistical yield models // Environmental Research Letters. 2017. Vol. 12. P. 065008.
16. *Mount T.D*. Climate change and agriculture: A perspective on priorities for economic policy // Climatic Change. 1994. Vol. 27. P. 121–138.
17. *Nelson G.C., Valin H., Sands R.D., Havlik P., Ahammad H., Deryng D., Elliott J., Fujimori S., Hasegawa T., Heyhoe E., Kyle P., Von Lampe M., Lotze-Campen H., Mason D'Croz D., Van Meijl H., Van Der Mensbrugghe D., Muller C., Popp A., Robertson R., Robinson S., Schmid E., Schmitz C., Tabeau A., Willenbockel D*. Climate change effects on agriculture: Economic responses to biophysical shocks // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 2014. Vol. 111. P. 3274–3279.
18. *Nordhaus W.D*. Managing the Global Commons: The Economics of Climate Change. Cambridge: MIT Press, 1994. 223 p.
19. *Parry M.L., Rosenzweig C., Iglesias A., Livermore M., Fischer G*. Effects of climate change on global food production under SRES emissions and socio-economic scenarios // Global Environmental Change. 2004. Vol. 14. P. 53–67.
20. *Rezai A., Taylor L., Foley D*. Economic Growth, Income Distribution, and Climate Change // Ecological Economics. 2018. Vol. 146. P. 164–172.
21. *Roos M.W.M*. Endogenous Economic Growth, Climate Change and Societal Values: A Conceptual Model // Computational Economics. 2018. Vol. 52. P. 995–1028.
22. *Schewe J., Gosling S.N., Reyer C., Zhao F., Ciais P., Elliott J., Francois L., Huber V., Lotze H.K., Seneviratne S.I., van Vliet M.T.H., Vautard R., Wada Y., Breuer L., Buchner M., Carozza D.A., Chang J., Coll M., Deryng D., de Wit A., Eddy T.D., Folberth C., Frieler K., Friend A.D., Gerten D., Gudmundsson L., Hanasaki N., Ito A., Khabarov N., Kim H., Lawrence P., Morfopoulos C., Muller C., Muller Schmied H., Orth R., Ostberg S., Pokhrel Y., Pugh T.A.M., Sakurai G., Satoh Y., Schmid E., Stacke T., Steenbeek J., Steinkamp J., Tang Q., Tian H., Tittensor D.P., Volkholz J., Wang X., Warszawski L*. State-of-the-art global models underestimate impacts from climate extremes // Nature Communications. 2019. Vol. 10. 1005 p.
23. *Sequeira T.N., Santos M.S., Magalhaes M*. Climate change and economic growth: a heterogeneous panel data approach // Environmental Science and Pollution Research. 2018. Vol. 25. P. 22725–22735.
24. *Stern N*. The Economics of Climate Change: The Stern Review. Cambridge: Cambridge University Press, 2006. 692 p.
25. *Stern N*. The structure of economic modeling of the potential impacts of climate change: Grafting gross underestimation of risk onto already narrow science models // Journal of Economic Literature. 2013. Vol. 51. P. 838–859.
26. *Tol R.S.J*. The economic effects of climate change // Journal of Economic Perspectives. 2009. Vol. 23. P. 29–51.
27. *Tol R.S.J*. Climate Economics: Economic Analysis of Climate, Climate Change and Climate Policy. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 2014. 208 p.
28. *Tol R.S.J*. The economic impacts of climate change // Review of Environmental Economics and Policy. 2018. Vol.12. P. 4–25.
29. *Zhang P., Zhang J., Chen M*. Economic impacts of climate change on agriculture: The importance of additional climatic variables other than temperature and precipitation // Journal of Environmental Economics and Management. 2017. Vol. 83. P. 8–31.
30. Climate Change 2014: Synthesis Report. URL: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full.pdf (data obrashhenija: 25.12.2019).
31. NASA. Global Climate Change. Vital Signs of the Planet. URL: https://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/ (data obrashhenija: 25.12.2019).
32. The World Bank. Agriculture, forestry, and fishing, value added (% of GDP). URL: https://data.worldbank.org/indicator/nv.agr.totl.zs (data obrashhenija: 25.12.2019).