Т. В. Кушнаренко, В. А. Макеев, М. Г. Дебесай

ОЦЕНКА УЯЗВИМОСТИ СЕЛЬСКИХ ДОМОХОЗЯЙСТВ К ИЗМЕНЕНИЮ КЛИМАТА

Аннотация

Одной из особенностей мирового сельскохозяйственного сектора является его зависимость от изменения климата. Сельскохозяйственное производство становится неустойчивым и уязвимым. Наиболее уязвимы к климатическому стрессу сельские домохозяйства, увеличение которых планируется в России. Общая цель исследования заключается в определении уровней уязвимости домохозяйств в сельских районах в результате изменения климата, а также в понимании стратегии их адаптации, в рамках которой они смогли бы иметь доступ к новым источникам существования. Для преодоления ограничений в оценке уязвимости социально-экономического и биофизического подходов предложено их сочетание и оценка уязвимости на основе индекса средств к существованию (LVI). В результате исследования были установлены демографические, социально-экономические и институциональные факторы, влияющие на уязвимость и диверсификацию источников доходов сельских домохозяйств. Произведена индексная оценка уязвимости сельских домохозяйств и определены направления их адаптации к изменению климата.

Ключевые слова

Климатические изменения, уязвимость, чувствительность, адаптация, экономический ущерб, диверсификация.

T. V. Kushnarenko, V. A. Makeev, M. G. Debesai

ASSESSING THE VULNERABILITY OF RURAL HOUSEHOLDS TO CLIMATE CHANGE

Annotation

One of the features of global agricultural sector is its dependence on climate change. Agricultural production is becoming unstable and vulnerable. Rural households, which are planned to increase in Russia, are the most vulnerable to climate stress. Overall objective of study is to determine the levels of vulnerability of rural households as a result of climate change, as well as to understand their adaptation strategies, in which they could have access to new sources of livelihood. To overcome the limitations in assessing vulnerability of socio-economic and biophysical approaches, a combination of them and a vulnerability assessment based on the livelihood index (LVI) is proposed. Study identified demographic, socio-economic and institutional factors that affect the vulnerability and diversification of rural household income sources. Index assessment of vulnerability of rural households was made and directions of their adaptation to climate change were determined.

Keywords

Climate change, vulnerability, sensitivity, adaptation, economic damage, diversification.

Введение

Предложения оценить уязвимости сельского хозяйства страны, регионов и групп населения к неблагоприятным последствиям изменения климата с целью определения приоритетов действий

по адаптации к новым условиям даны во многих исследованиях. Хотя проведенные исследования привнесли понимание общей уязвимости хозяйства страны, региона или группы населения к изменению климата, они не раскрыли понятие и сущность уязвимости каждого домашнего хозяйства в отдельности. В России государственную программу развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции на 2013–2020 гг. решено продлить до 2025 г. [1]. К 250 тыс. фермерских хозяйств России в этот период планируется привлечь 2 тыс. донских предпринимателей. В связи с этим необходима оценка уязвимости сельских домохозяйств к изменениям климата и на ее основе разработка дорожной карты, позволяющей уменьшить возможные экономические потери. Эти меры включают, кроме прочего, принятие стратегии адаптации сельского хозяйства различных стран, в том числе России, к глобальным климатическим изменениям. Данная стратегия должна сопровождаться оценкой рисков сельскохозяйственного производства при негативном воздействии климатических и погодных факторов.

Материалы и методы

В общей методике расчета климатических рисков понятие уязвимости связано с понятием климатического риска. Климатический риск определяется как «вероятность негативных последствий или ожидаемых потерь, вытекающую из взаимодействия между метеорологическими опасностями и уязвимостью реципиента» [2]. При этом экономическим эквивалентом уязвимости или ценой риска принята доля валового промышленного продукта (ВВП), приходящегося на одного жителя России. Модель уязвимости, согласно определению МГЭИК, совместимая с концепцией анализа главных компонентов (PCA), определяется следующим выражением (1) (индексная оценка):

$$\text{Уязвимость} = [\text{Адаптивность} - (\text{Чувствительность} + \text{Воздействие})]. \quad (1)$$

В данном случае уязвимость — это разница между адаптивным потенциалом домохозяйства и его чувствительностью и подверженностью опасностям, вызванным изменением климата. Когда адаптационный потенциал домохозяйства превышает уровень чувствительности и подверженности воздействию, домохозяйство становится менее уязвимо к воздействию изменения климата и наоборот [3]. Альтернативным подходом к анализу уязвимости фермерских домохозяйств к изменению климата является индекс уязвимости средств к существованию (*LVI*). Этот комплексный индексный метод включает семь основных компонент: социально-демографический профиль, стратегии обеспечения средствами к существованию, социальные сети, здравоохранение, продовольствие, водоснабжение, а также стихийные бедствия и изменчивость климата. Каждый из них состоит из нескольких показателей, или субкомпонент [4]. Субкомпоненты были разработаны на основе обследований домашних хозяйств. *LVI* использует сбалансированный подход взвешенного среднего, где каждый субкомпонент вносит равный вклад в общий индекс, хотя каждый основной компонент состоит из различного числа субкомпонент. Поскольку мы намеревались разработать инструмент оценки, доступный широкому кругу пользователей в условиях нехватки ресурсов, формула *LVI* использует простой подход, заключающийся в применении равных весовых коэффициентов ко всем основным компонентам.

Эта схема взвешивания может быть скорректирована будущими пользователями по мере необходимости. Поскольку каждый из субкомпонентов измеряется в разных масштабах, сначала было необходимо стандартизировать каждый, используя выражение (2):

$$index_{sd} = \frac{S_d - S_{\min}}{S_{\max} - S_{\min}}, \quad (2)$$

где *Sd* — значение исходного субкомпонента для района *d*;

*S*min и *S*max — минимальные и максимальные значения соответственно для каждого субкомпонента.

Минимальные и максимальные значения были использованы для преобразования этого показателя в стандартизированный индекс, с тем чтобы он мог быть интегрирован в водный компонент *LVI*. После того как каждый субкомпонент был стандартизирован, субкомпоненты были усреднены, вычисляется значение каждого основного компонента (3):

$$M_d = \frac{\sum_{i=1}^{n} index_{sdi}}{n}, \quad (3)$$

где *Md* — один из семи основных компонентов для домохозяйства, района (социально-демографический профиль (*SDP*), стратегии жизнеобеспечения (*LS*), социальные дотации (*SN*), здоровье (*H*), пищевой (*F*), вода (*W*), стихийные бедствия и изменчивость климата (*NDCV*));

n — число компонент в каждой из основных компонент.

После того как были рассчитаны значения для каждого из семи основных компонент для домохозяйства или района, они были усреднены для получения *LVI* регионального / районного уровня по формулам (4) или (5):

$$LVI_d = \frac{\sum_{i=1}^{7} wm_i M_d}{\sum_{i=1}^{7} wm_i}, \quad (4)$$

$$LVI_d = \frac{wsdpSDP_d + wlsLS_d + wsnSN_d + whH_d + wfF_d + wwW_d + wndcvNDCV_d}{wsdp + wsl + wsn + ww + wndc}, \quad (5)$$

где *LVId* — индекс уязвимости средств к существованию для домохозяйства или страны / региона / района *d*, равен средневзвешенному значению семи основных компонент. Веса каждого основного компонента, *wmi*, определяются количеством субкомпонент, составляющих каждый основной компонент, и включаются для обеспечения того, чтобы все субкомпоненты вносили равный вклад в общий *LVI*. В этом исследовании *LVI* масштабируется от 0 (наименее уязвимый уровень) до наиболее уязвимого уровня. Экспериментальные исследования проводились в различных агроэкологических (климатических) зонах Эритреи, в том числе в высокогорных районах, в средней полосе, в Западной и Восточной низменностях. Среди шести административных зон Эритреи были намеренно (без учета вероятности) отобраны три зоны: представляющие собой центральные высокогорья Южную и центральную административные зоны; срединные районы, включающие административную зону Ансеба; низменности, включающие административную зону Гаш-Барка. Затем из каждой агроэкологической зоны вновь целенаправленно были выбраны две подзоны. Из каждой подзоны были случайным образом отобраны два района, которые составили в общей сложности 12 деревень. Кроме того, из каждой деревни были случайным образом отобраны двадцать домашних хозяйств, которые составили общую выборку из 240 человек.

Результаты

Домохозяйства оказались наиболее уязвимы к изменчивости климата, набрав самый высокий балл (0,295853) из всех основных компонент. Для оценки изменчивости климата были рассмотрены максимальные и минимальные месячные температуры и среднемесячная температура, среднее стандартное отклонение (*SD*) среднемесячной средней температуры, среднее *SD* среднемесячных осадков и среднемесячные осадки за 25 лет. Высокая изменчивость осадков и температуры в течение дан-

ного периода времени привела к высокой оценке *LVI* и, следовательно, высокой степени воздействия.

Адаптационный потенциал состоял из трех основных компонент, а именно: социальной сети, стратегий обеспечения средств к существованию и социально-демографического профиля. Социальная сеть набрала самый высокий балл (0,251885) из всех трех основных компонентов адаптационного потенциала, что говорит о слабой адаптационной способности домохозяйств. Социальная сеть состояла из пяти субкомпонентов, включая соотношение расходов и доходов, домохозяйства, не имеющие доступа к услугам по распространению знаний, домохозяйства, не имеющие доступа к кредитам, домохозяйства, не имеющие доступа к рынку, и домохозяйства, не имеющие доступа к социальным учреждениям (кооперативам).

Соотношение расходов и доходов было высоким (0,697), что свидетельствует о том, что большинство домохозяйств тратили больше, чем могли заработать. Выяснилось, что около трех четвертей (74,0 %) расходов были потрачены на основные потребительские товары, такие как закупка зерновых продуктов питания, сахара, соли, керосина и др. Расходы на человеческий капитал (здравоохранение и образование) были ограничены — только 9,0 %. Малоимущие домохозяйства тратили большую часть своих доходов на покупку продовольствия и других основных потребительских товаров, что усугубляло их уязвимость. Слабый доступ домашних хозяйств к услугам по распространению знаний, к кредитам и рынку способствовал возникновению уязвимой социальной сети. Вторым важным компонентом адаптационного потенциала являются стратегии обеспечения средств к существованию домашних хозяйств. Результат показал значение 0,239184.

Для оценки стратегий обеспечения средств к существованию были рассмотрены четыре подкомпонента, включая процент домашних хозяйств, зависящих исключительно от сельского хозяйства как источника дохода (профессия или основной вид деятельности), средний индекс диверсификации животноводства, индекс разнообразия доходов и уровень бедности (основанный на доходах). Из числа опрошенных домохозяйств 39 %, 6 % и 55 % считали себя скотоводами, пастухами и земледельцами соответственно. Низкий процент сельскохозяйственных скотоводов (основа, объединяющая скотоводство и растениеводство) свидетельствует о низком уровне разнообразия с точки зрения профессии фермеров, что подразумевает высокую уязвимость.

Социально-демографический профиль был третьим основным компонентом адаптационного потенциала с оценкой 0,20849. Рассмотрено четыре подкомпонента для анализа социально-демографического профиля, включая соотношение иждивенцев, процент домохозяйств, возглавляемых женщинами, средний возраст домохозяйств, возглавляемых женщинами, и процент домохозяйств, не имеющих доступа к образованию. Средний коэффициент зависимости составил 0,72, что указывает на то, что в среднем более половины членов домохозяйств зависели от активных членов. Это сказалось на адаптационном потенциале и уязвимости. Члены семьи в возрасте 16 лет и моложе и старше 65 лет считались иждивенцами. Домашние хозяйства, возглавляемые женщинами, также уязвимы, поскольку они имеют меньший адаптационный потенциал средств к существованию. Образование делает людей более осведомленными и способными приспосабливаться к изменениям в окружающей среде. Более 34 % респондентов не имели формального образования, что дела-

ло их менее приспособленными и более уязвимыми.

Категория чувствительности состоит из трех основных компонентов, состоящих из здоровья, пищи и воды. Компонент чувствительности здоровья получил самый высокий балл (0,214339) из трех основных компонентов чувствительности, что указывает на то, что домохозяйства очень чувствительны к проблемам общественного здравоохранения. В компоненте здравоохранения были рассмотрены пять субкомпонентов, включая процент домохозяйств, не имеющих доступа к медицинскому учреждению, среднее время поездки в медицинское учреждение в минутах; процент домохозяйств, не имеющих доступа к ветеринарной клинике, среднее время поездки в ветеринарную клинику в минутах; процент домохозяйств, не имеющих доступа к труду. Наблюдалась умеренная или высокая вариабельность факторов общественного здравоохранения, которые влияли на уязвимость домашних хозяйств. Около 70 % респондентов не имели доступа к цивилизованному туалету, 15 % не имели доступа к медицинским учреждениям, а 48 % были вынуждены ехать более часа, чтобы получить медицинские услуги. Пища является одним из основных компонентов, способствующих чувствительности ЛВИ. Этот компонент состоит из шести субкомпонентов, а именно: среднее число месяцев, в течение которых домохозяйства борются за обеспечение себя пищей; процент хозяйств, которые не производят достаточного количества продовольствия; процент хозяйств, которые не спасают посевы (ощущают продовольственную незащищенность); процент хозяйств, которые не получают трехразового питания; процент хозяйств, которые большую часть времени зависят от помощи; процент хозяйств, которые не спасают семена. Результаты показали, что число домохозяйств, которые не получали трехразового питания в день, и число месяцев, в течение которых они боролись за получение пищи, получили самый высокий показатель, свидетельствующий о распространенности бедности. Третьим важным компонентом чувствительности была вода. Шесть субкомпонентов, включающих: процент домохозяйств, имеющих проблему нехватки воды; процент домохозяйств, использующих незащищенный общественный колодец; процент домохозяйств, не имеющих постоянного водоснабжения (наличие крана в доме); процент домохозяйств, использующих незащищенную частную колодезную воду; процент домохозяйств, использующих природный источник воды; процент домохозяйств, зависящих от воды пруда или плотины, составляют водный компонент. Результаты показали, что существуют различные ненадежные источники воды для внутреннего потребления, включая незащищенные общественные и частные колодцы, реки, ручьи и пруды, способствующие уязвимости.

Значения уязвимости всех семи компонентов колеблются от 0,130513 компонента воды до 0,295853 компонента изменчивости климата. Основные компоненты далее объединялись в три компонента уязвимости, включая воздействие, чувствительность и адаптивный потенциал. Подверженность домашних хозяйств изменчивости климата в целом превысила адаптационный потенциал, что приводит к высокой общей уязвимости к изменению климата. Таким образом, изменчивость климата, проявляющаяся в виде воздействия засухи, колебаний температур и осадков, в наибольшей степени способствует уязвимости домашних хозяйств Эритреи. Значения социально-демографического профиля, стратегий обеспечения средств к существованию, социальных сетей, продовольствия, здравоохранения и водоснабжения также влияют на уязвимость домашних хо-

зяйств в отрицательную сторону. Треугольник уязвимости можно построить из основных компонент, выделив экспозицию, адаптивную способность и чувствительность.

Обсуждение

Одной из проблем, с которыми приходится сталкиваться при анализе уязвимости с использованием этих показателей, является отсутствие стандартов для объединения различных переменных. Разные исследователи предлагают разные решения. Одни считают, что все показатели уязвимости имеют одинаковое значение и, следовательно, имеют одинаковый вес. Другой подход заключается в присвоении различных весов различным показателям, чтобы избежать неопределенности равного взвешивания с учетом разнообразия переменных. Несмотря на попытки присвоения весов, их уместность все еще остается неопределенной, поскольку не существует стандартного метода взвешивания, по которому каждый метод проверяется на точность. Для этой цели анализ главных компонент (PCA) предпочтительнее других методов.

Анализ и оценка уязвимости сельхозпроизводства под воздействием климата включает в себя различные подходы. Первый из них называется оценкой социально-экономической уязвимости, который фокусируется на социально-экономическом и политическом статусе отдельных лиц или социальных групп. Однако социально-экономический подход к анализу уязвимости не лишен ограничений. Он игнорирует наличие и воздействие природно- ресурсного потенциала, который противостоит негативным последствиям экологических потрясений. Второй подход называется биофизическим. Этот подход чрезмерно подчеркивает экстремальные события, игнорируя при этом коренные причины и повседневные социальные процессы, влияющие на дифференциальную уязвимость. Для преодоления ограничений, связанных с социально-экономическим и биофизическим подходами, в качестве комплексного подхода к оценке может быть применен третий подход, сочетающий оба подхода. Таким образом, уязвимость к изменению климата может быть в широком смысле определена как функция социально-экономических (адаптационный потенциал) и биофизических (чувствительность и воздействие) факторов в процессе обеспечения средств к существованию на уровне домохозяйства или отдельного человека. Следует отметить, что комплексный подход, несмотря на свои преимущества, все же имеет ограничения, поскольку не существует стандартного метода, объединяющего биофизические и социально-экономические показатели.

Выводы

Уязвимость на уровне домохозяйств может быть оценена путем применения семи основных компонентов уязвимости к каждому домохозяйству. Анализ на примере Эритреи показал, что уровень уязвимости можно масштабировать от -0,0102 (наименее уязвимый) до 0,013 (наиболее уязвимый). Соответственно, только 4,5 % респондентов были признаны менее уязвимыми к изменению климата из-за их относительно высокого адаптационного потенциала и низкой чувствительности. Остальные 25 % и 70,5 % были уязвимы и крайне уязвимы соответственно. Оценка чувствительности домохозяйств к изменению климата является основой для принятия мер по диверсификации развития сельхозпроизводства и может быть применена в различных странах. В России мероприятия по адаптации сельских домохозяйств предлагаются к применению в процессе дальнейшей реализации Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынка сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на период до 2025 г.

Библиографический список

1. В России продлили программу развития сельского хозяйства. [Электронный ресурс]. — Режим доступа : http://sputnik.ru.

2. *Акентьева, Е. М.* Российский и международный опыт оценки и управления климатическими рисками [Электронный ресурс]. — Режим доступа : http://dokplayer.ru.

3. МГЭИК, изменение климата, 2007 г.: воздействие, адаптация и уязвимость: вклад рабочей группы II в 4-й доклад об оценке Межправительственной группы экспертов [Электронный ресурс]. — Режим доступа : http://ipcc-wg2.gov.

4. *Кришнан, В.* Построение индекса социально-экономического статуса на основе территории: подход к анализу основных компонент // Every day every W. Creat. Learn. Exp. every child. — 2010. — Май. — С. 2–26.

Bibliographic list

1. Russia has extended its agricultural development program [Electronic resource]. — Mode of access : http://sputnik.ru.

2. *Akentieva, E. M.* Russian and international experience in assessing and managing climate risks [Electronic resource]. — Mode of access : http://dokplayer.ru.

3. IPCC, climate change 2007: impact, adaptation and vulnerability: contribution of working group II to the fourth assessment report of intergovernmental panel of experts [Electronic resource]. — Mode of access : http://ipcc-wg2.gov.

4. *Krishnan, V.* Building a socio-economic status index based on territory: approach to analyzing the main components // Every day every W. Creat. Learn. Exp. every child. — 2010. — May. — P. 2–26.