



Макроэкономические модели для повышения устойчивости к воздействию изменения климата



Экономический инструмент для адаптации и планирования развития

Резюме

ДЕКАБРЬ 2021 Г.

Повышение уровня адаптации к изменению климата – это один из приоритетов для развития и экономическая необходимость. Но как страны могут определять приоритетность инвестиций в адаптацию и обеспечить устойчивость своего экономического развития к изменению климата в долгосрочной перспективе? Для эффективных национальных действий в ответ на климатические риски нужно не только понимать возможное долгосрочное воздействие изменения климата на разные секторы экономики, но также видеть, где экономические последствия будут наиболее выраженными, а действия по адаптации – наиболее эффективными. Макроэкономические модели, учитывающие экономическое воздействие изменения климата и мер по адаптации, являются мощным инструментом для поддержки национальных правительств в решении этой задачи.

Такие модели могут быть ценным инструментом, потому что:

- На их основе можно понятным образом связать воздействие опасных климатических явлений, тенденции экономического развития и воздействие мер по адаптации в масштабах всей экономики.
- Они создают дополнительные аргументы при оценке мер по адаптации, например, с точки зрения эффекта для ВВП и занятости в разных секторах и во всей экономике. Так они помогают лучше приоритизировать и организовать действия по адаптации, например, в рамках отраслевого планирования или при осуществлении Национального плана адаптации (NAP).
- Они способствуют межведомственному сотрудничеству в планировании развития, предоставляя результаты моделирования и дополнительные данные, например, о ключевых допущениях в проведенной оценке.

При правильном использовании макроэкономические модели, учитывающие климатическое воздействие, способны улучшать стратегии адаптации, что создает новые возможности, позволяет избегать экономических потерь и обеспечивает дополнительные социальные и экологические выгоды. Они предоставляют важнейшую

Опубликовано:

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

По поручению



Федерального министерства
окружающей среды, охраны природы и
ядерной безопасности

Федеративной Республики Германия

дополнительную информацию для лиц, принимающих решения на национальном уровне, при определении приоритетности инвестиций в конкретные меры по адаптации, что является важной частью управления климатическими рисками (см., например, [Аналитическую записку о климатических рисках GIZ](#)).

В данном отчете описывается, что такое макроэкономические модели и как их можно использовать для планирования адаптации. Здесь описан идеализированный процесс, основанный на опыте глобальной программы «Экономическое развитие, устойчивое к изменению климата» (CRED), которая опробовала этот подход в Грузии, Казахстане и Вьетнаме.

Обзор макроэкономических моделей для повышения устойчивости к воздействию изменения климата

Всемирный банк¹, Организация экономического сотрудничества и развития², а также Европейская комиссия³ разработали принципы и руководства, а также провели точные исследования по эффективному использованию макроэкономического моделирования изменения климата при разработке политик. Однако на практике при разработке политики развивающиеся страны и страны с формирующейся экономикой, планирующие и инвестирующие в меры по адаптации, редко используют макроэкономические оценки изменения климата. Одна из причин заключается в том, что зачастую министерства экономики/планирования еще не проводят систематический экономический анализ воздействия изменения климата. Отчасти это связано с ограниченными техническими и кадровыми возможностями для проведения таких оценок, поскольку они сложны и требуют большого объема данных. Кроме того, обычно за разработку национальных планов адаптации (NAP) отвечают министерства окружающей среды, а связи с между министерствами окружающей среды и экономики/планирования в процессах национального экономического развития часто неясны.

Для поддержки экономического анализа адаптации к изменению климата Федеральное министерство окружающей среды, охраны природы и ядерной безопасности Германии (BMU) инициировало программу «Рекомендации по выработке политики экономического развития, устойчивого к изменению климата» (CRED), которая реализуется в трех пилотных странах – Грузии, Казахстане и Вьетнаме, и направлена на разработку макроэкономических инструментов с учетом конкретных условий этих стран и на моделирование воздействия изменения климата на их национальную экономику.

¹ Hallegatte, Stephane; Rentschler, Jun; Rozenberg, Julie. (2020). Принципы адаптации: Руководство по разработке стратегий для устойчивости к воздействию изменения климата и адаптации. Всемирный банк.

² ОЭСР (2021). Усиление устойчивости к воздействию изменения климата: Руководство для правительств и сотрудничества в области развития, Издательство ОЭСР.

³ Botzen, Wouter; Bacciu, Valentina Mereu, Valentina et al. (2021). Всесторонний кабинетный обзор: модели и инструменты для адаптации к изменению климата. Европейская комиссия.

Подход, представленный в данной статье, основан на опыте этого проекта – более подробную информацию см. в [информационном бюллетене](#) программы CRED.

Типы макроэкономических моделей

Для оценки климатических рисков и планирования климатоустойчивого экономического развития можно использовать различные виды макроэкономических моделей. **Модели ЕЗ** – это макроэкономические (или динамические) модели «затрат-выпуска», расширенные включением экологических аспектов. Их можно использовать для оценки экономического воздействия изменения климата. В своей основной форме модели ЕЗ содержат три взаимосвязанные части: (1) экономический модуль, (2) энергетический модуль и (3) модуль эмиссий (см. рис. 1). Для оценки климатических рисков в них интегрирован климатический модуль, который описывает экономические последствия прогнозируемых сценариев изменения климата для конкретной страны на основе данных об ущербе от прошлых и текущих климатических воздействий в странах. На рисунке 1 показана визуализация модели ЕЗ, используемой в программе CRED для Казахстана и Грузии.

Второй тип макроэкономических моделей – это **динамические модели общего равновесия** с оптимизирующими агентами. Такие модели позволяют интегрировать воздействие изменения климата в соответствующие уравнения производительности и могут дифференцировать регионы для учета различий в климатической уязвимости.

Более подробное описание моделей, поддерживаемых проектом CRED, можно найти [здесь](#).

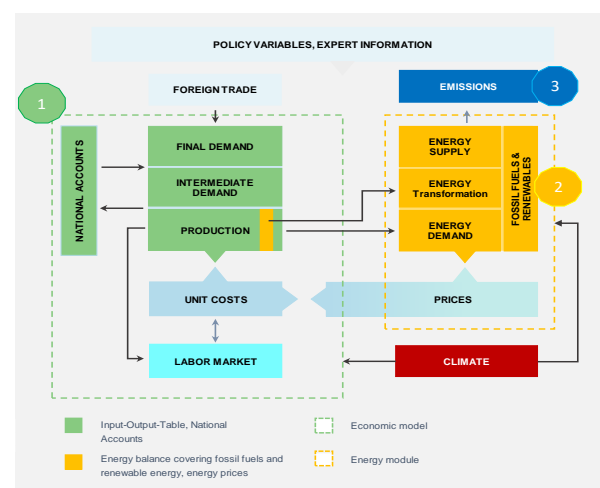


Рисунок 1: Пример модели ЕЗ с климатическим модулем (Источник: Институт исследования экономических структур, GWS)



Результаты, которые могут дать только макроэкономические модели

Макроэкономические модели могут дать оценку **долгосрочного экономического воздействия** конкретных мер по адаптации **на ключевые экономические показатели** (например, занятость и ВВП). К примеру, на рисунке 2 показаны последствия инвестирования в ирригационные системы в сельскохозяйственном секторе Казахстана в условиях реализации климатического сценария с более частыми и сильными засухами: Воздействие этой адаптационной меры на всю экономику с самого начала является положительным для ВВП и занятости по сравнению со сценарием засухи без адаптации. Строительная активность при восстановлении водоканалов способствует росту внутреннего производства и создает дополнительные рабочие места. Постоянные рабочие места создаются в сельском хозяйстве благодаря

восстановленным и дополнительным орошаемым землям. Данные были собраны совместно с партнерами.

Макроэкономические модели, такие как макроэконометрическая модель CRED E3.kz/ge, используемая в Казахстане и Грузии, и динамическая модель общего равновесия DGE-CRED, используемая во Вьетнаме, позволяют интегрировать опасные климатические явления в экономический анализ. Они могут дать информацию об экономических и социальных (пока в основном в сфере занятости) последствиях мер по адаптации и рассмотреть взаимосвязи между секторами экономики. Получаемые с их помощью отраслевые данные, например, о ВВП и занятости (рабочих местах), служат важной вводной информацией для дальнейшего анализа (например, неэкономического воздействия) и могут использоваться в процессах планирования и реализации выбранных мер по адаптации (более подробную информацию о моделях E3.ge, E3.kz и DGE-CRED см. в нашем [Кратком обзоре проекта CRED](#)).

Влияние инвестиций в ирригационные системы в сельском хозяйстве в масштабах всей экономики (разница в процентах по сравнению со сценарием засухи)

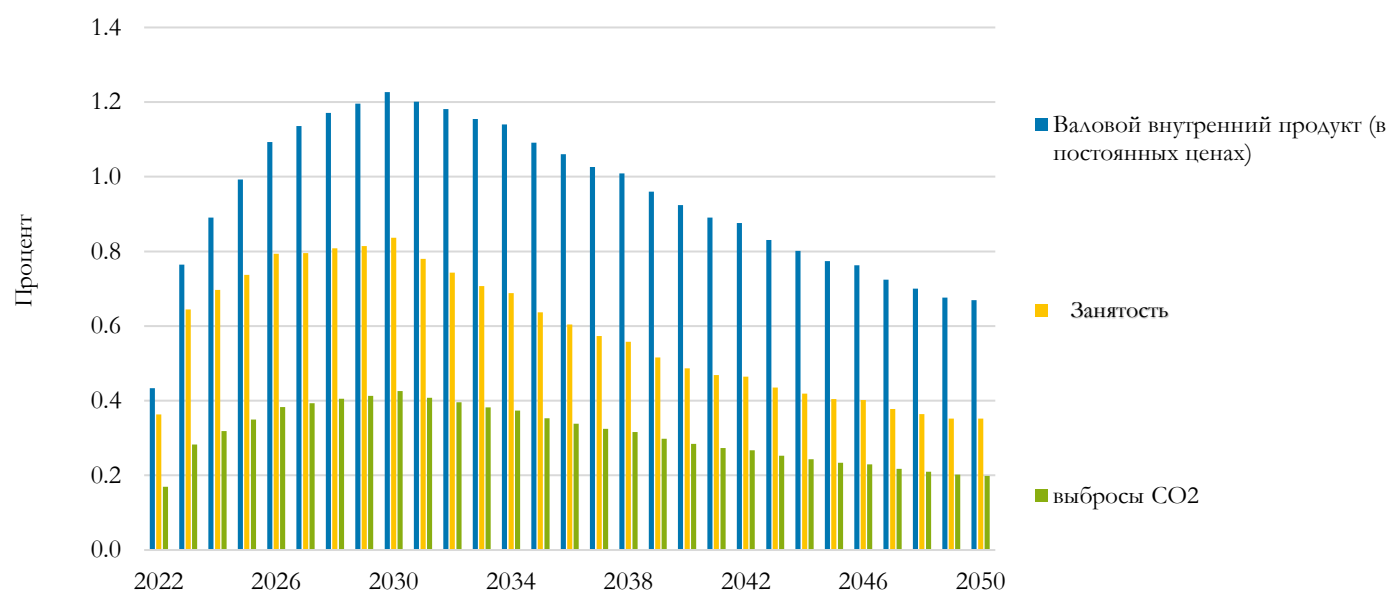


Рисунок 2: Пример результатов для адаптационной меры (Источник: GWS)

Макроэкономические модели поддерживают планирование адаптации

Роль макроэкономических моделей для планирования адаптации является частью более широкого вопроса о том, как экономические климатические модели могут способствовать устойчивому экономическому развитию. По этой теме всесторонний обзор и рамки были представлены

в [Руководстве для практиков по использованию климатического экономического моделирования для устойчивого экономического развития](#), разработанном IISD в сотрудничестве с GIZ. Это руководство предлагает структуру, которая поможет экономическим консультантам в центральных и отраслевых министерствах интегрировать результаты климатического экономического моделирования в процессы экономического развития и описывает девять отправных точек, на которые можно ориентироваться.



Эти отправные точки представляют собой возможности, которые широкий круг заинтересованных сторон (например, правительства, партнеры по развитию, частный сектор, организации гражданского общества) могут использовать для использования результатов моделирования в планировании развития⁴. С этой комплексной точки зрения макроэкономическое моделирование может поддерживать все четыре этапа любого типичного цикла разработки политики: 1. Планирование, 2. Бюджетирование и финансирование, 3. Реализация, 4. Мониторинг, оценка и обучение. Однако для того, чтобы понять специфическую пользу макроэкономических моделей, можно рассмотреть **цикл по разработке политики, явно ориентированной на адаптацию**. Такой цикл для адаптации был разработан в рамках проекта EC Climate-ADAPT: <https://climate-adapt.eea.europa.eu>.

Уникальность макроэкономических моделей заключается в их способности включать выявленные экономические последствия изменения климата и определенные варианты адаптации в последовательную экономическую структуру и анализировать воздействие изменения климата и адаптационных мер на всю экономику. Они позволяют получить дополнительные сведения, количественно оценивая не только прямое воздействие, но и косвенные,

индуцированные и общие социально-экономические последствия как климатических угроз, так и адаптации. Макроэкономические модели сами по себе недостаточны для полной оценки разных вариантов мер по адаптации. Для всестороннего анализа правительствам необходимо учитывать и неэкономические критерии (например, утрату биоразнообразия или объектов культурного наследия). Однако макроэкономические модели дают конкретную дополнительную информацию (например, о макроэкономическом воздействии) для имеющихся оценок адаптационных мер, которая может служить еще одним критерием для оценки. Следует отметить, что модели только предоставляют информацию, выбор и реализация мер – это отдельный шаг. Он предпринимается лицами, принимающими решения, которые также должны учитывать другие соображения. Следующий рисунок 3 представляет собой цикл адаптационной политики Европейского агентства по охране окружающей среды, он показывает, как макроэкономическое моделирование поддерживает процесс адаптационной политики. В этой схеме видны этапы, необходимые для подготовки к моделированию (шаги 1-3), анализ вариантов адаптации (шаг 4) и последующее осуществление (шаги 5-7).

На следующей странице представлено подробное описание этих 7 шагов.



Рисунок 3: Макроэкономическое моделирование в цикле адаптационной политики (Источник: собственный проект на основе EU-ADAPT)

⁴Dekens, Julie; Hammill, Anne (2021). Использование климатического экономического моделирования для устойчивого экономического развития: A Practitioner's Guide. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ).



Как макроэкономические модели поддерживают адаптационную политику: 7-ступенчатый подход

ЭТАП 1: СОЗДАНИЕ ОСНОВЫ ДЛЯ МАКРОЭКОНОМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Шаг 1: Подготовка к адаптации

Для начала необходим запрос на адаптацию и наличие полномочий на ее осуществление у конкретного министерства. Определение такой ответственности необходимо для осуществления следующих шагов и обеспечения межведомственной координации.

Шаг 2: Оценка рисков и уязвимости

Оценка конкретных климатических рисков объединяет:

- а) сценарии возможного возникновения опасных климатических явлений в будущем (экстремальные погодные явления/медленно наступающие опасные явления при основных климатических сценариях).
- б) информацию о прошлом и текущем экономическом ущербе от опасных климатических явлений для оценки того, как он может усилиться при различных климатических сценариях.

Шаг 3: Определение вариантов адаптации

Макроэкономический анализ следует проводить только при наличии короткого списка наиболее актуальных мер по адаптации, поскольку такой анализ требует большого объема данных.

При определении вариантов адаптации могут учитываться различные критерии, в том числе наличие данных и анализа затрат и выгод (Cost-Benefit Analysis) и другой многокритериальный анализ (например, по интенсивности выбросов CO₂). Они должны быть предоставлены и подтверждены отраслевыми экспертами.

ФАЗА 2: МОДЕЛИРОВАНИЕ / ОЦЕНКА ВАРИАНТОВ АДАПТАЦИИ

Шаг 4: Макроэкономическое моделирование вариантов адаптации

Макроэкономический анализ основан на долгосрочных (30+ лет⁵) экономических моделях, описывающих ожидаемое развитие национальной экономики (включая ВВП, отраслевую производительность и т.д.). Макроэкономическая модель позволяет определить сравнительные общеэкономические эффекты адаптационных мер путем сопоставления различных сценариев. Отправной точкой для такого сценарного анализа является гипотетический базовый сценарий, который предполагает, что изменение климата не происходит. В этот базовый сценарий интегрируются экономические последствия возможных сценариев изменения климата (на основе шага 2) для понимания воздействия изменения климата на всю экономику, включая межсекторальные связи. Впоследствии в эту модель в качестве сценариев адаптации включаются меры по адаптации (на основе шага 3). Теперь макроэкономическая модель может дать представление о более широких экономических последствиях конкретных мер по адаптации по сравнению с ситуацией, когда изменение климата не сопровождается адаптацией. Примеры этого можно найти в аналитических записках, разработанных в рамках проекта CRED (*Сельское хозяйство Казахстана, Туризм и инфраструктура в Грузии* и др. – все они доступны на [веб-сайте проекта](#)). Краткое описание экономических моделей, применяемых в проекте CRED, также представлено в кратком [Обзоре проекта CRED об управлении климатическими рисками](#).

⁵ В зависимости от цели экономические модели делают краткосрочные (на месяц, квартал или несколько лет), среднесрочные (от ~ нескольких до ~10 лет) и долгосрочные прогнозы. В контексте адаптации к изменению климата более уместно долгосрочное моделирование.



ЭТАП 3: ВНЕДРЕНИЕ / ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ МАКРОЭКОНОМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Шаг 5: Выбор мер по адаптации

Результаты макроэкономического анализа служат дополнительной информацией для выбора адаптационных мер органом, ответственным за адаптацию (шаг 1). Результаты макроэкономического моделирования должны быть дополнены неэкономическими критериями.

Шаг 6: Реализация

В итоге на основе отбора (шаг 5) могут быть реализованы меры по адаптации. Необходимые решения по распределению бюджета подкрепляются экономической оценкой результатов макроэкономического моделирования.

Шаг 7: Мониторинг и оценка

Результаты, полученные с помощью макроэкономической модели, могут улучшить мониторинг и оценку за счет получения информации о показателях (производство, занятость), на основе которых можно проиллюстрировать эффективность мер.

Макроэкономические модели способствуют межведомственному сотрудничеству

Макроэкономические модели обеспечивают **единую согласованную основу**, которая может связать экономическое воздействие физических опасных климатических явлений, тенденции экономического развития и воздействие мер по адаптации. Такая комплексная структура имеет большой потенциал для развития межведомственного сотрудничества и поддерживает дискуссии, предоставляя результаты моделирования и дополнительные данные, например, о ключевых допущениях в проведенной оценке. Модели объединяют широкий спектр отраслевых знаний (для проверки функций ущерба и предположений о выгодах и затратах на адаптационные меры), что подразумевает междисциплинарный обмен, например, при описании потерь урожая в физическом и денежном выражении в математической форме, совместимой с экономической моделью.

Макроэкономические модели могут помочь **преодолеть традиционные границы**, когда за изменение климата отвечают в основном министерства окружающей среды, а за экономическое развитие – министерства экономики. Однако такое межведомственное сотрудничество является сложной задачей, и необходимо выделить достаточно времени для создания соответствующих интерфейсов.

Макроэкономические модели могут **поддерживать взаимодействие между адаптацией и экономическим планированием**. Они служат основой для обмена между отраслевыми министерствами, которые планируют адаптацию в своей сфере компетенции (ответственность за адаптацию) и в рамках проводимого ими экономического планирования и принятия решений о финансировании.

На рисунке 4 показаны **возможные взаимодействия между основными институциональными игроками**. Такой идеализированный процесс начинается с отраслевого министерства, имеющего мандат и потребность в осуществлении адаптации в своем секторе или для реализации NAP. На основе короткого списка адаптационных мер министерство экономики (или находящиеся в его ведомстве институты) анализирует эти меры с помощью макроэкономической модели. Это дает дополнительную информацию об этих мерах и может служить основой для окончательного выбора в процессе планирования адаптации. Результаты моделирования также могут помочь в принятии решений о распределении бюджета или привлечении международного климатического финансирования, поскольку результаты дают дополнительную информацию об (экономической) отдаче от мер по адаптации.

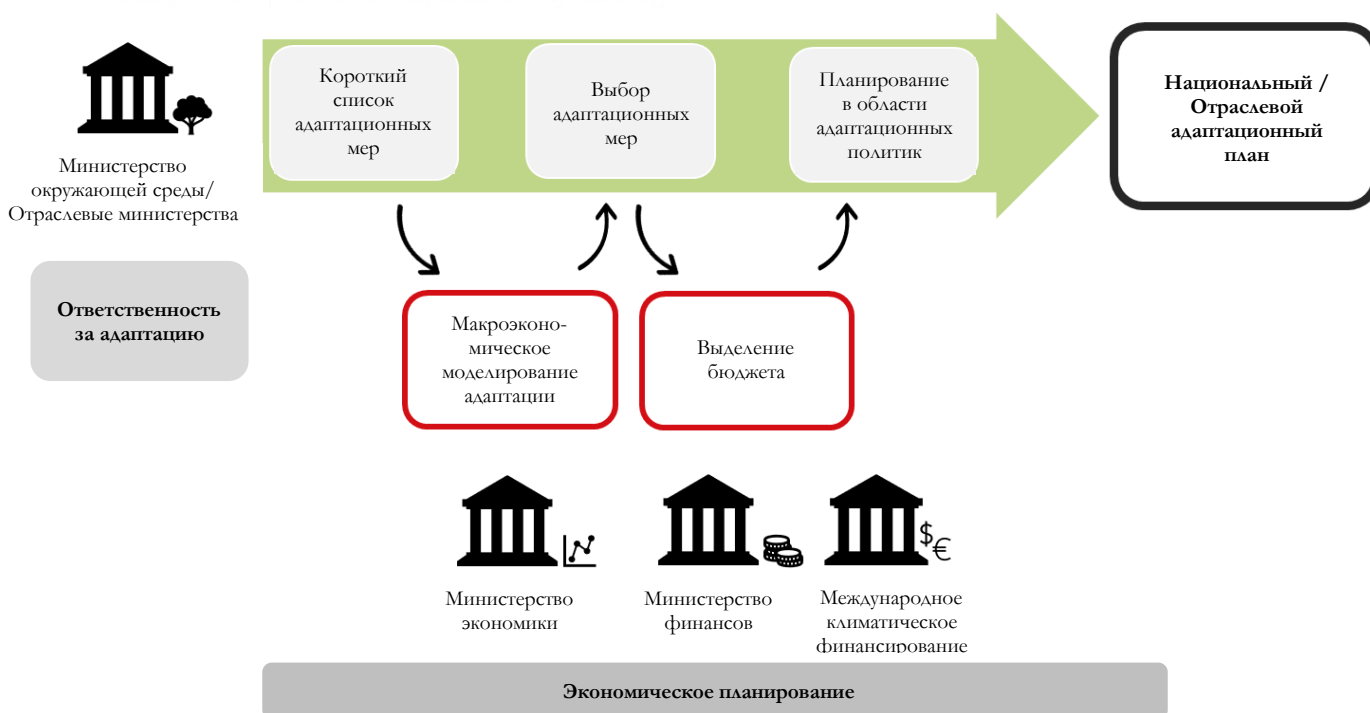


Рисунок 4: Межведомственное сотрудничество в цикле адаптационной политики (Источник: собственный проект на основе EU-ADAPT)

Преимущества и сложности в использовании макроэкономических моделей

Преимущества

Моделирование макроэкономического воздействия климатических рисков и мер по адаптации к изменению климата в сочетании с эффективной консультативной поддержкой при разработке политик может проложить путь к климатически устойчивому экономическому развитию.

Интеграция экономических последствий изменения климата и адаптации в макроэкономическое моделирование позволяет получить представление о более широких и межсекторальных экономических последствиях. Если такие модели основаны на надежных национальных данных и прогнозах климатического воздействия, они дают дополнительную количественную экономическую информацию по конкретной стране для разработки политик и стратегий, обеспечивающих экономическое развитие, устойчивое к воздействию изменения климата.

Ключевыми преимуществами являются:

- **Включение адаптации к изменению климата в повестку экономического развития:** Макроэкономические модели позволяют

интегрировать климатические риски в планирование экономического развития, они дают представление о вкладе мер по адаптации в достижение ключевых целей развития (ВВП, производительность труда, занятость).

- **Объединение отраслевых оценок воздействия и адаптации:** Макроэкономические модели могут объединять существующие представления о климатических рисках для различных секторов экономики (например, сельского хозяйства или туризма). Они обеспечивают последовательную основу для оценки межотраслевых взаимосвязей и дают результаты для макроэкономики (например, по ВВП).
- **Комплексная оценка рисков:** Макроэкономические модели дополняют существующие оценки физического риска, рассматривая последствия в экономическом и социальном контексте. Экономические модели учитывают будущие сценарии изменения климата, включая экстремальные погодные явления (например, засухи) и медленно наступающие бедствия.



Вызовы

Общее предположение об экономическом моделировании такое: «Все модели ошибочны, но некоторые полезны». Основная польза экономического моделирования заключается в переводе сложных взаимосвязей в цифры и графики, чтобы дать представление об общем направлении воздействия – но правильно ли оно?

Ключевые сложности в использовании моделей:

- **Они отражают реальность приблизительно:** Экономические модели часто упускают неэкономические проблемы, важные для рассматриваемого вопроса, например, потерю биоразнообразия, объектов культурного наследия и т.д. В целом, любой анализ результатов моделирования должен учитывать, насколько они приблизительно из-за неточностей в исходных данных и качества допущений.
- **Они требуют большого объема данных:** Макроэкономические модели требуют комплексных наборов данных об экономических показателях, опасных климатических явлениях и ожидаемом экономическом ущербе, и, что особенно важно, они требуют наличия анализа

затрат и выгод для планируемых мер по адаптации. Все данные должны быть достаточно качественными и регулярно обновляться.

- **Они требуют времени и навыков экспертов:** Ключевая сложность заключается в создании макроэкономических моделей и обработке с их помощью всех необходимых данных в условиях, когда время национальных экспертов для получения необходимых навыков ограничено, и существует проблема координации действий с широким спектром вовлеченных ведомств.

Заключение

Сам по себе процесс создания, тестирования и обновления моделей заставляет экономистов и политиков развивать свои взгляды на то, как работает экономика и какой подход к адаптации может быть наиболее эффективным. Такое взаимодействие и диалог не менее важны, чем непосредственно результаты моделирования.

Чтобы узнать больше о применении макроэкономических моделей для поддержки экономического развития, устойчивого к изменению климата, пожалуйста, посетите [веб-сайт проекта](#).

Опубликовано:

Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Зарегистрированные офисы:

Бонн и Эшборн, Германия
Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5
65760 Eschborn, Germany
T +49 61 96 79-0
F +49 61 96 79-11 15
E info@giz.de
I www.giz.de

Проект:

Глобальная программа «Рекомендации по выработке политики для экономического развития, устойчивого к изменению климата»

Stefanie Springorum, Старший менеджер проекта

Köthener Straße 3
10963 Берлин, Германия
E stefanie.springorum@giz.de
T +49 30 338424-769
F +49 30 33842422-769

Данная программа является частью Международной климатической инициативы (IKI). Федеральное министерство окружающей среды, охраны природы и ядерной безопасности (BMU) поддерживает эту инициативу на основании решения, принятого Правительством Германии.

Ответственные лица:

Sebastian Homm, GIZ, Германия

Концепция и дизайн:

Atelier Löwentor GmbH, Darmstadt

Верстка:

Альвира Ертаева, GIZ, Казахстан
Anne Weltin, GIZ, Германия

Ссылки URL:

Ответственность за содержание внешних веб-сайтов, ссылки на которые содержатся в данной публикации, всегда несет их соответствующий издатель. GIZ не несет ответственности за содержание таких сайтов.

GIZ несет ответственность за содержание данной публикации.