

УДК 338.12

ВОЗДЕЙСТВИЕ УГЛЕРОДНЫХ НАЛОГОВ НА ЭНЕРГОЁМКИЕ СЕКТОРА АЗЕРБАЙДЖАНА И ИХ ВЛИЯНИЕ НА БЛАГОСОСТОЯНИЕ: АНАЛИЗ ОБЩЕГО РАВНОВЕСИЯ**А.М. Гасанова**

Бакинский Евразийский университет, Баку, email: agsvl87@gmail.com

Аннотация. Статья посвящена моделям общего экономического равновесия, с особым вниманием к модели вычислимого общего равновесия (CGE) и её современной модификации — модели, основанной на градиентных методах с использованием гипотетических цен (HIP). В работе кратко рассматриваются исторические корни теории общего равновесия, начиная с физиократов и работ Вальраса, который впервые представил экономику как систему взаимосвязанных уравнений, описывающих спрос и предложение на всех рынках. В статье также анализируются преимущества и ограничения моделей на основе HIP. Основные сложности связаны с калибровкой модели, выбором функциональных зависимостей и представлением технологий, что может привести к упрощениям и снижению точности анализа. Тем не менее, использование таких моделей остаётся актуальным инструментом для комплексной оценки экономической политики. В заключительной части статьи демонстрируется построение простой модели на основе HIP для экономики с двумя секторами, что позволяет наглядно показать, как такие подходы могут быть применены в более широких экономических исследованиях.

Ключевые слова: энергетический сектор, углеродный налог, анализ общего равновесия, Азербайджан, GAMS.

THE IMPACT OF CARBON TAXES ON ENERGY-INTENSIVE SECTORS IN AZERBAIJAN AND THEIR EFFECT ON WELFARE: A GENERAL EQUILIBRIUM ANALYSIS**A.M. Gasanova**

Baku Eurasian University, Baku, email: agsvl87@gmail.com

Abstract. The article focuses on general equilibrium models, with particular attention to the computable general equilibrium (CGE) model and its modern modification — the model based on gradient methods using hypothetical prices (HIP). The paper briefly reviews the historical roots of general equilibrium theory, starting from the Physiocrats and the works of Walras, who was the first to represent the economy as a system of interconnected equations describing supply and demand across all markets. The article also discusses the advantages and limitations of HIP-based models. Key challenges include model calibration, the choice of functional relationships, and the representation of technologies, which can lead to simplifications and reduced accuracy in analysis. Nonetheless, these models remain a relevant tool for comprehensive economic policy assessment. In the concluding part, the paper demonstrates the construction of a simple HIP-based model for a two-sector economy, providing a clear example of how such approaches can be applied in broader economic research.

Keywords: energy sector, carbon tax, general equilibrium analysis, Azerbaijan, GAMS.

Дата поступления статьи в редакцию: 15.05.2025

Дата принятия статьи в печать: 20.06.2025

Введение**Теория общего равновесия и история**

В экономической литературе основы анализа общего равновесия восходят к Кенэ, основателю физиократии, однако Вальрас был первым, кто смоделировал общее равновесие таким образом, что оно включало все единицы экономики. Вальрас описал экономику с помощью системы одновременных уравнений, выражающих условия равновесия таким образом, что спрос потребителей на товары равнялся предложению производителей, и сосредоточился на решении этой полученной системы уравнений. Для доказательства существования общего равновесия, прежде всего, необходимо определить, сколько уравнений требуется для завершения системы, и представить модель в виде системы уравнений [10]. Вальрас, исходя из принципа равенства числа неизвестных и числа уравнений, предложил меру, которую можно выразить через цены всех остальных товаров.

Он принял это и назвал «нумерайром». Таким образом, он предположил, что решение может существовать. Леон Вальрас, впервые предложивший анализ общего равновесия в 1874 году, не смог доказать существование общего равновесия. Потребовалось около столетия, чтобы доказать существование ценового набора, уравнивающего спрос и предложение на всех рынках. Важные достижения в изучении и доказательстве данной темы в рамках экономической теории, а также вклад Неймана [2], К. Дж. Эрроу и Ж. Дебре [3], Вальда [4], У. МаКензи [5], Д. Гейла [6] в 1950-х годах.

Мультисекторные модели «Вычислимого общего равновесия» (CGE) в общем виде можно определить как вальрасианскую систему одновременного равновесия, моделирующую производство, потребление, распределение доходов, инвестиции и внешнеэкономические связи экономики в макроэкономическом аспекте (Dervis и др., 1982). Эта система, отражающая базовые структурные характеристики экономики, функционирует как своего рода «экономическая лаборатория», в которой можно анализировать возможные результаты альтернативной социально-экономической политики, и представляет собой модель, дополняющую классические модели межотраслевого баланса и макроэкономики [7].

Модель Вычислимого Общего Равновесия (CGE) представляет собой широкое и прикладное использование неоклассической микроэкономической теории и является базовым вариантом модели «сверху-вниз», применяемой при анализе климатической политики. Модель CGE получила широкое распространение и активно используется с 1980-х годов благодаря развитию компьютерных технологий и упрощению программирования и моделирования с помощью специализированного математического программного обеспечения. В настоящее время модель CGE может использоваться на персональных компьютерах для анализа международной экономики, налогообложения и государственных финансов, экономического развития, а особенно — экологической политики. Простая модель CGE показана с замкнутым циклом потока доходов в экономике. Домохозяйства сдают в аренду факторы производства фирмам и получают доход. Фирмы используют эти факторы производства для выпуска товаров и услуг и получают доход, продавая их домохозяйствам. Количество произведенных товаров должно быть равно количеству потребленных товаров. Аналогично, все факторы производства, поставляемые домохозяйствами, должны быть сданы в аренду и использованы фирмами, а неиспользованные факторы производства не должны включаться в баланс.

Условие рыночного баланса (рыночной очистки) является общим термином в экономике, который утверждает, что общее предложение товаров и факторов производства на рынке равно спросу. Одновременно эта ситуация выражает следующее: для закрытой экономики фирмы тратят весь доход, который они зарабатывают, продавая свою продукцию, чтобы приобрести факторы производства у домашних хозяйств. Таким образом, в экономической системе ценности сохраняются, и потерь не возникает. Это условие также известно как «требование нулевой прибыли» и действительно для всех фирм в экономике. В аналогичном случае домохозяйства тратят весь свой доход на покупку товаров, произведённых фирмами, но фирмы могут сохранить часть товаров. Это условие известно как «требование баланса бюджета». Если вышеупомянутые три условия выполняются для всех фирм, домохозяйств и единиц в экономике, то наступает общий баланс. Модель HGD (Градиент на основе НР) использует эти три условия для проведения анализа цен и распределения ресурсов в соответствии с общим равновесием. Преимуществами использования модели HGD являются её согласованность, теоретическая обоснованность, а также способность улавливать и моделировать экономические взаимосвязи между различными рынками. Производственная политика фирмы в любом секторе может повлиять на рыночное равновесие как за счёт изменения равновесия на рынке товаров, производимых этой фирмой, так и путём изменения спроса на факторы производства со стороны других фирм. Эти изменения в спросе и объёмах выпуска, в свою очередь, постепенно вызывают изменения на других рынках. В рамках частичного равновесия, которое сосредоточено на одном конкретном рынке, невозможно в полной мере проанализировать влияние производственной политики одной фирмы, поскольку такие взаимосвязи упускаются.

Использование анализа общего равновесия, охватывающего все экономические агенты, имеет особое значение при оценке политики в области изменения климата. Выбросы парниковых газов возникают при осуществлении практически всех видов экономической деятельности. Кроме того, экономическое воздействие масштабной рыночной политики в области изменения климата может быть более существенным в отдельных секторах. Поскольку влияние на тот или иной сектор может прямо или косвенно распространяться на другие сектора и экономические единицы, становится очевидным, что применимость модели частичного равновесия уступает модели HGD. Тем не менее, модель HGD может иметь определённые недостатки по сравнению с другими моделями, однако в настоящем анализе они будут опущены, поскольку данная модель обладает рядом существенных преимуществ. Основным недостатком модели HGD является необходимость процесса калибровки при анализе.

Следует определить технологии и преимущества единиц в экономике, а также общую форму их функциональных связей.

Поскольку большинство моделей HGD используют ограниченную форму функции, это также может ограничивать полученные результаты модели (rick, 1998). Так как отношения между экономическими единицами в модели HGD выражаются с помощью функций, эти отношения следует записывать численно. Этот процесс состоит из двух этапов, каждый из которых может повлиять на результат модели. На первом этапе необходимо получить набор данных за базовый год, который будет взят за основу модели. Базовый год должен моделировать все транзакции и экономические отношения в экономике в данном году. Выбор базисного года связывает базисные данные с функциональными отношениями. Предполагается, что создание модели с этим набором исходных данных отражает равновесную ситуацию на всех рынках. В действительности экономика находится в процессе постоянных корректировок и адаптации. На втором этапе требуется процесс калибровки параметров, выражающих гибкость экономических единиц, отдаляющихся от эталонного равновесия.

Хотя эти параметры выбираются на основе эмпирической литературы, на практике эмпирические оценки обычно не совместимы с подогнанной моделью, поэтому параметры могут быть выбраны произвольно и скорректированы в соответствии с результатами модели. Хотя эмпирические оценки ключевых параметров возможны, нет гарантии, что аналогичные параметры, полученные на основе прошлых данных, останутся актуальными в будущем [8]. Помимо проблем, связанных с калибровкой, модели HGD могут не хватать технологий и того, как отражать изменения в технологиях в модели, особенно в контексте политики в области климата и энергетики. В модели HGD технология представлена как единое целое и стандарт через производственную функцию. Это предположение подразумевает простую связь между входными данными и выходными данными и представляет собой обобщение заданного уровня технологии, а не использование эластичности замещения для определения степени замещения между входными данными. При таком подходе может возникнуть ряд проблем. Во-первых, хотя экономисты в целом соглашались с оптимальным подходом к решению внешних эффектов в области энергетики и климата, политические требования часто заставляют принятия решений применять технологически ориентированные политики, такие как субсидии или государственные предписания. Такую политику трудно выразить с помощью производственной функции. Во-вторых, производственная функция просто выражает связь между входными количествами и относительными ценами. Они не учитывают резкие колебания, вызванные изменениями относительных цен, например, когда технология достигает «поворотного момента», после которого она становится конкурентоспособной. В-третьих, производственная функция не всегда ясна для людей, не являющихся экономистами, что затрудняет объяснение деталей модели политикам. Эти возрастающие трудности побудили исследователей HGD выделять технологическую переменную отдельно от модели [10].

В дополнение к этим проблемам, другой сложной задачей является сложность моделей, основанных на градиенте с использованием НР. Может быть трудно полностью идентифицировать связи между экономическими единицами и различными рынками, а также интерпретировать результаты. Поэтому критики модели на основе градиента с использованием НР утверждают, что модель является «черным ящиком» (они называют её черным ящиком). Они заявили, что определение модели на основе градиента с использованием НР и её особенностей занимает много времени, и хотя достижения в области компьютерных технологий облегчают получение заключений, неразрешённые части остаются «черными ящиками», и автор не может интуитивно объяснить результаты в большинстве случаев [11]. В отличие от общего равновесия, в модели частичного равновесия последствия, вызванные изменениями некоторых переменных, можно легко определить, потому что анализируемый рынок уже изолирован от других рынков, и начальные условия равновесия могут быть нарушены только внешними шоками. Эта информация подразумевает, что трудностью модели на основе градиента с использованием НР является анализ реальных взаимосвязей взаимозависимых рынков. Поэтому необходимо учитывать эти слабые стороны при интерпретации результатов модели на основе градиента с использованием НР. В следующем разделе, чтобы лучше проанализировать эти трудности модели на основе градиента с использованием НР и прояснить так называемый «черный ящик» модели на основе градиента с использованием НР, будет проведен анализ модели на основе градиента с использованием НР в простой экономике с двумя секторами и двумя товарами. Благодаря этому анализу простой экономики, анализ на основе градиента с использованием НР будет легче понять и он станет моделью для будущего многосекторного анализа. В объяснении модели на основе градиента с использованием НР сначала будет проанализировано поведение экономических единиц (фирм и домохозяйств), а затем будет рассмотрено, как поведение этих

экономических единиц влияет на общее равновесие всей экономики. Затем наша модель будет откалибрована в соответствии с эталонными (Benchmark) данными, и результаты примененной экономической политики/сценария будут интерпретированы.

Результаты исследования

Калибровка модели НР на основе градиента (HGD)

Уравнения, которые помогают анализировать поведение различных единиц в экономике, должны быть сначала выражены в параметрической форме, прежде чем они смогут быть использованы в прикладном анализе политики. Параметризация модели обычно осуществляется на основе справочных (базовых) данных, которые предполагается, что отражают равновесие в экономике. Социальная учетная матрица (СУМ) предоставляет большое удобство в определении данных, на основе которых строится модель HGD. СУМ, соответствующая количеству секторов в нашей модели, приведена в таблице 1. Значения в таблице представляют данные для Азербайджана в 2022 году. В таблице 1 Y представляет энергоемкие сектора, X – все другие сектора, а H – весь конечный спрос.

Таблица 1

Справочная (Базовая) Социальная Учетная Матрица для Модели

	QX	QY	H
QX	-	-	235,999,827
QY	-	-	79,867,277
K	165,243,883	58,192,128	-
L	70,755,944	21,675,149	-

Источник: значения в таблице указаны в тысячах турецких лир (TL).

Столбцы СУМ представляют платежи, осуществленные на значения в строках (секторах) от значений в столбцах, а строки показывают доходы значений в строках от значений в столбцах. Первая строка СУМ показывает, что домохозяйство потратило 235 999 827 тысяч турецких лир (TL) на актив X в базовом году (сравнительный показатель), а вторая строка показывает, что домохозяйство потратило 79 867 277 тысяч лир на актив Y. Третья строка показывает, что сектор X использовал 165 243 883 тысяч лир на капитальные товары, в то время как сектор Y использовал 58 192 128 тысяч лир на капитальные товары.

Последняя строка показывает, что сектор X использует труд стоимостью 70 755 944 тысяч турецких лир (TL), а сектор Y использует труд стоимостью 21 675 149 тысяч лир. СУМ предоставляет определенный баланс предложения и спроса в состоянии равновесия экономики. Из СУМ сначала можно увидеть, что спрос на каждый товар равен его предложению. Например, было произведено 235 999 827 тысяч лир товара X, и то же количество товара X было потреблено. Во-вторых, в балансе каждый сектор находится на уровне нулевой прибыли. Например, сектор Y получил доход в размере 79 867 277 тысяч лир и потратил весь этот доход на капитал и труд. Наконец, бюджет домохозяйства сбалансирован, то есть доход, который оно получает от капитала и труда, составляет 315 867 104 тысяч лир, и эта сумма равна его общим расходам. Количественные показатели в СУМ умножаются на их цены для получения их стоимости. Калибровка модели HGD требует выбора цен для каждого товара, чтобы можно было отдельно определить количества. В простой экономической модели, как та, которую мы используем (без налогов), все цены в базовом наборе данных могут быть, по желанию, установлены равными единице (1). Выбор базовой цены не изменяет решение модели. Установка цены на уровне единицы (1) показывает, что входные данные в СУМ согласованы как по стоимости, так и по количеству. Например, домохозяйство потребило 235 999 827 единиц товара X (по цене 1 лира), единица которого равна 1 лире. Неизвестные параметры в уравнениях могут быть найдены с использованием данных о референсных (базовых) количествах и ценах. Параметр α может быть найден с помощью уравнения, выражающего максимизацию прибыли фирм, что является первым условием нашей модели. Например, для сектора X в базовом году.

$$\frac{\alpha_X L_X}{(1-\alpha_X)K_X} = \frac{r}{w} \Rightarrow \frac{70,755,944 \alpha_X}{165,243,883 (1-\alpha_X)} = 1$$

Если уравнение решено, то находится $\alpha_X=0,700$, если это значение записать в уравнение:

$$Q_X = T_X K_X^{\alpha_X} L_X^{1-\alpha_X} \Rightarrow 235,999,827 = T_X 165,243,883^{0.700} 70,755,944^{1-0.700}$$

Если такие же расчеты производятся для сектора Y, то получается, что $\alpha Y = 0.728$ и $TY = 4.343$. Необходимо определить эластичность замещения для домохозяйств. В нашей модели эластичность замещения для технологий фирм определяется формой функции Кобба-Дугласа. В общем, эластичность замещения выбирается в соответствии с литературой. В нашей модели используется $\sigma = 0.5$, и уравнение $\sigma = 1 / (1 - \beta)$ применяется для нахождения $\beta = -1$. Если значение γ вычисляется с использованием уравнения:

$$\frac{\gamma Y^{\frac{1}{\sigma}}}{(1 - \gamma) X^{\frac{1}{\sigma}}} = \frac{P_X}{P_Y} \Rightarrow \frac{\gamma 79,867,277^{\frac{1}{0.5}}}{(1 - \gamma) 235,999,827^{\frac{1}{0.5}}} = \frac{P_X}{P_Y}$$

Если уравнение решается, то получается $\gamma = 0.897$. Используя найденные эластичности замещения и значения общего спроса на труд $L = 92\,431\,093$ и общий спрос на капитал $K = 223\,436\,010$, мы можем отразить все поведение экономики с помощью параметров, используя следующую систему уравнений. Очистка рынка труда (w):

$$92,431,093 \geq \frac{Q_X}{3.530 \left(\frac{0.700w}{0.300r} \right)^{0.700}} + \frac{Q_Y}{4.343 \left(\frac{0.728w}{0.272r} \right)^{0.728}}$$

Очистка рынка капитала (r):

$$223,436,010 \geq \frac{Q_X}{3.530 \left(\frac{0.300r}{0.700w} \right)^{0.300}} + \frac{Q_Y}{4.343 \left(\frac{0.272r}{0.728w} \right)^{0.272}}$$

Очистка рынка товара Y (P_Y):

$$Q_Y \geq \frac{B}{P_Y + \hat{P}_X \left[\frac{0.897 P_Y}{(0.103 \hat{P}_X)} \right]^{0.845}}$$

Условие нулевой прибыли для товара X (X):

$$\hat{P}_X \leq \frac{w}{3.530 \left(\frac{0.700w}{0.300r} \right)^{0.700}} + \frac{r}{3.530 \left(\frac{0.300r}{0.700w} \right)^{0.300}}$$

$$P_Y \leq \frac{w}{4.343 \left(\frac{0.728w}{0.272r} \right)^{0.728}} + \frac{r}{4.343 \left(\frac{0.272r}{0.728w} \right)^{0.272}}$$

Доход потребителя (B) 5. Решение модели HGD:

$$B = 223,436,010r + 92,431,093w$$

Хотя наша модель проста и состоит только из двух секторов, она требует аналитического решения, в то время как многосекторные и более сложные модели требуют численного решения. Анализ модели выполняется следующим образом: сначала необходимо выбрать начальное значение для каждой переменной. Во-вторых, нужно определить избыточный спрос на каждом рынке. У нас есть четыре рынка: X, Y, K, L, и избыточный спрос находится путем вычитания спроса из предложения на каждом из этих рынков. Например, функция избыточного спроса для товара Y будет:

$$\Delta P_Y = \frac{B}{P_Y + \hat{P}_X \left[\frac{0.897 P_Y}{(0.103 \hat{P}_X)} \right]^{0.845}} - Q_Y$$

В дополнение к функции избыточного спроса необходимо определить функцию избыточной прибыли. Существует два предприятия, которые могут иметь ситуацию с избыточной прибылью. Избыточная прибыль может быть определена как превышение дохода на одну единицу относительно затрат. Функция избыточной прибыли для фирмы X выглядит следующим образом:

$$\Delta P_Y = \frac{B}{P_Y + \hat{P}_X \left[\frac{0.897 P_Y}{0.103 \hat{P}_X} \right]^{0.845}} - Q_Y$$

Наконец, избыточный доход домашних хозяйств можно найти, вычитая их расходы из дохода от факторов производства. Если выразить это в виде уравнения:

$$\Delta B = 92,431,093w + 223,436,010r - B$$

Когда экономика находится в равновесии, отсутствует избыточный спрос на товары, избыточная прибыль и избыточный доход для потребителей. Следовательно, при решении модели общего равновесия необходимо минимизировать уравнения. В уравнениях избыточная прибыль, избыточный спрос и избыточный доход обозначаются символом Δ . Задача минимизации заключается в цене ($p=[P_Y, w, r]$), уровне производства ($q=[Q_X, Q_Y]$) или доходе ($\Delta(p, q, B)=0$), которые могут быть выражены, выбрав любое из этих значений. Эта задача минимизации может быть решена с помощью математических программ. Поскольку процесс решения требует взаимосвязи между ценами и избыточным спросом, уровнем производства и избыточной прибылью, необходимо провести граничное решение. Например, взаимосвязь между ценами и избыточным спросом утверждает, что когда цены положительные, избыточный спрос должен быть равен нулю, но когда цены равны нулю, избыточный спрос должен быть отрицательным. Для решения этой задачи будут использованы программы GAMS (Общая алгебраическая моделирующая система) и MPSGE (Система математического программирования для анализа общего равновесия).

Пример анализа политики (сценария)

Мы будем использовать простую модель, над которой работали, для интерпретации модели HGD и для применения сценариев. В качестве сценарного применения давайте введем налог на товар Y (сектор, использующий энергию). Мы введем налог между ценой, которую потребитель платит за товар Y , и ценой, которую производитель получает. В результате мы можем применить налог, произведя некоторые манипуляции с уравнением. Во-первых, цена товара Y для производителей – это P_Y , а для потребителей цена составляет $P_Y(1+D_Y)$, где D_Y – это ставка налога. Цены для потребителей используются для определения спроса на товар Y . Предположим, что правительство увеличивает доходы, вводя налог (не явно указанный в модели), и возвращает увеличенный доход потребителям. В результате функция дохода потребителей $P_Y Q_Y D_Y$ должна быть скорректирована для включения дохода в указанном размере. Эти корректировки уравнений приведены ниже. Очистка рынка труда (w):

$$92,431,093 \geq \frac{Q_X}{3.530 \left(\frac{0.700w}{0.300r} \right)^{0.700}} + \frac{Q_Y}{4.343 \left(\frac{0.728w}{0.272r} \right)^{0.728}}$$

Очистка рынка капитала (r):

$$223,436,010 \geq \frac{Q_X}{3.530 \left(\frac{0.300r}{0.700w} \right)^{0.300}} + \frac{Q_Y}{4.343 \left(\frac{0.272r}{0.728w} \right)^{0.272}}$$

Очистка рынка товара

$$Q_Y \geq \frac{B}{P_Y(1 + D_Y) + \hat{P}_X \left[\frac{0.897 P_Y(1 + D_Y)}{0.103 \hat{P}_X} \right]^{0.845}}$$

Условие нулевой прибыли для товара X (X):

$$\hat{P}_X \leq \frac{w}{3.530 \left(\frac{0.700w}{0.300r} \right)^{0.700}} + \frac{r}{3.530 \left(\frac{0.300r}{0.700w} \right)^{0.300}}$$

$$P_Y \leq \frac{w}{4.343 \left(\frac{0.728w}{0.272r} \right)^{0.728}} + \frac{r}{4.343 \left(\frac{0.272r}{0.728w} \right)^{0.272}}$$

Доход потребителей (B): $B = 223,436,010r + 92,431,093w + DYPYQY$

Коды GAMS, используемые в модели, в целом являются адаптациями используемых нами уравнений и могут быть легко интерпретированы. Когда модель написана, вспомогательные переменные, соответствующие каждому уравнению, перечисляются в следующих периодах.

В нашем сценарии моделируется налоговая ставка на потребление энергозатратного товара Y. Результаты применения восьми различных налоговых ставок и случая, когда налог не применяется, приведены в Таблице 2. Как и ожидалось, налог на потребление товара Y снижает его производство и уменьшает благосостояние. Например, применение налога в 25% снижает производство товара Y с 210,710,000 до 194,120,000, что приводит к снижению благосостояния на 0,248%. Эффект увеличения налоговых ставок на потребление товара Y относительно меньше при более высоких ставках налогов. Это связано с тем, что предельная полезность товара Y выше при меньших уровнях потребления.

Таблица 2

Результаты модели 2X2 HGD

Налоговая ставка (%)	QX	QY	w/r	Потери благосостояния (%)	Б (Бюджет)
0	438,880,000	210,710,000	1,000	0	605,820,000
10	444,580,000	203,520,000	0.997	-0.045	621,930,000
20	449,680,000	197,090,000	0.998	-0.165	637,030,000
25	452,030,000	194,120,000	0.998	-0.248	644,250,000
30	454,270,000	191,300,000	0.999	-0.297	651,260,000
40	458,440,000	186,030,000	1,000	-0.399	664,740,000
50	462,250,000	181,220,000	1,001	-0.571	677,570,000
60	465,750,000	176,800,000	1,002	-0.281	689,820,000
70	468,990,000	172,710,000	1,003	-0.583	701,550,000

Источник: потери благосостояния рассчитываются с использованием функции CES.

Как можно наблюдать из таблицы 2, снижение потребления товара Y при применении налога было компенсировано увеличением потребления товара X, поскольку относительная цена товара X оставалась ниже, чем у товара Y. В сценарии, где ставка налога составила 70%, потребление товара Y, который интенсивно использует энергию в своем производстве, снизилось примерно на 22% (с 210 710 000 до 172 710 000) и привело к потере благосостояния на уровне 0,583%. Несмотря на то, что применяемая нами модель является 2x2, она похожа на другие модели с точки зрения анализа. Наконец, из таблицы 2 видно, что изменения в уровнях заработных плат возвращаются как увеличение капитала в модели. С увеличением уровня налогов уровень заработной платы растет, и это увеличение отражается на капитале. Из таблицы 2 видно, что сектор Y является более капиталоемким по сравнению с сектором X, повышение налога на товар Y снижает его производство, и, следовательно, спрос на капитал снижается. Относительные доходы факторов производства важны для определения эффекта налога. Применяя аналогичные примеры потребления, можно сказать, что владельцы капитала оказываются более затронутыми, чем работники, в результате налогов на потребление энергии. Это один из важных результатов нашего исследования.

Выводы

В данном исследовании, с целью изучения влияния углеродных налогов, применяемых к энергоемким секторам в Азербайджане, на ВВП, сектора были классифицированы как энергоемкие и неэнергоемкие с использованием таблицы «Вход-Выход» за 2002 год, опубликованной ТУИКом и включающей 59 секторов. Влияние углеродных налогов было исследовано с помощью анализа общего баланса, а анализ был проведен с использованием программы GAMS. Согласно результатам анализа, было установлено, что углеродные налоги, применяемые к энергоемким секторам, оказывают негативное воздействие на ВВП. Например, при применении налога в размере 10% происходит потеря благосостояния в 0,045%, а при применении налога в размере 25% потеря благосостояния составляет 0,248%. Снижающиеся эффекты налоговых ставок 30%, 40% и 50% на благосостояние составляют 0,297%, 0,399% и 0,571% соответственно. Учитывая, что углеродные налоги оказывают негативное влияние на ВВП, использование различных инструментов, таких как торговля выбросами для сокращения выбросов, может снизить потери благосостояния до более низких уровней. Анализ также показывает, что налогообложение снижает спрос на продукцию налогооблагаемого сектора и увеличивает спрос на продукцию других секторов. Влияние налогообложения на благосостояние оказалось ниже при высоких ставках налога и отно-

сительно выше при низких ставках налога. Согласно этому результату, можно утверждать, что предельная выгода от продукции налогооблагаемого сектора выше при более низких уровнях потребления. В рамках анализа была исследована экономика Азербайджана, классифицированная на 59 секторов в рамках применения анализа общего баланса, с учетом энергоемких и неэнергоемких секторов. Для того чтобы анализ дал более точные результаты, в последующих исследованиях будет более целесообразно увеличить количество секторов и провести новые анализы.

Литература

1. Koutsoyiannis A. Modern microeconomics / transl. by Muzaffar Sarymesheli. Ankara: Gazi Kitabevi, 1997. 540 p.
2. Neumann J. von. A model of general economic equilibrium // Review of Economic Studies. 1946. Vol. 13. P. 1-9.
3. Arrow K.J., Debreu G. Notes on: Turkey 1990 Social Accounting Matrix // METU Development Journal. 1996. Vol. 23, No. 1. P. 59-60.
4. Wald A. On some systems of equations in mathematical economics // Econometrica. 1951. Vol. 19, No. 4. P. 368-403.
5. McKenzie L. On equilibrium in Graham's model of world trade and other competitive systems // Econometrica. 1954. Vol. 22. P. 147-161.
6. Gale D. The law of supply and demand // Mathematica Scandinavica. 1955. Vol. 3. P. 155-169.
7. Jorgenson D., Wilcoxon P. Environmental regulation and US economic growth // The RAND Journal of Economics. 1990. Vol. 21, No. 2. P. 314-340.
8. Mas-Colell A., Whinston M.D., Green J.R. Microeconomic theory. New York: Oxford University Press, 1995. 987 p.
9. Norton B., Costanza R., Bishop R. The evolution of preferences: Why 'sovereign' preferences may not lead to sustainable policies and what to do about it // Ecological Economics. 1998. Vol. 24, No. 2-3. P. 193-211.
10. Bringer C. The synthesis of bottom-up and top-down approaches in energy policy modeling // Energy Economics. 1998. Vol. 20, No. 3. P. 233-248.
11. Sue Wing I. Computable general equilibrium models and their use in economy-wide policy analysis // Technical Report No. 6. Cambridge, MA: MIT Joint Program on the Science and Policy of Global Change, 2004. 47 p.