УДК 338 DOI: 10.22394/2079-1690-2019-1-2-123-134

АНАЛИЗ ОПЫТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОДЕЛЕЙ ОБЩЕГО РАВНОВЕСИЯ С ПЕРЕКРЫВАЮЩИМИСЯ ПОКОЛЕНИЯМИ И НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬЮ В МАКРОЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Казакова Мария Владимировна кандидат экономических наук, зам. зав. Лабораторией макроэкономических исследований Института прикладных экономических исследований, Российская академия народного хозяйства и экономической службы при Президенте РФ (119571, Россия, г. Москва, пр. Вернадского, 84, корп. 9);
зам. зав. Международной лабораторией изучения бюджетной устойчивости научного направления "Макроэкономика и финансы" Института Гайдара (Институт экономической политики имени Е.Т. Гайдара) (125009, Россия, г. Москва, Газетный пер., д. 3-5, стр. 1).
E-mail: kazakova@ranepa.ru

Аннотация

Подход общего равновесия с перекрывающимися поколениями является традиционным инструментом количественного анализа эффектов мер экономической политики и изменений демографической ситуации. В первых работах, посвященных моделям общего равновесия, поколения агентов были связаны альтруистическими отношениями, однако, в дальнейшем наличие альтруизма в моделях утратило актуальность. Многомерные модели с перекрывающимися поколениями и рациональными ожиданиями, которые позднее приобретут огромную практическую значимость как инструмент анализа вопросов фискальной политики и демографии, были предложены А. Ауэрбахом и Л. Котликоффом в 1979 г. Первые такие модели предполагали неэластичное предложение труда и простой механизм, описывающий динамику демографии. Разработанные в дальнейшем более гибкие версии моделей учитывали эластичность предложения труда и демографических изменений; зависимость рождаемости и смертности от возраста и времени и неопределенность жизненного периода агентов; различающиеся товары (в том числе, торгуемые и неторгуемые) в разных странах; а также такие факторы, как земля, доходы, неопределенность, политическая экономия, ликвидность, финансирование социального обеспечения и взаимосвязь экономики с климатом. В настоящей статье проводится обзор эволюции моделей общего экономического равновесия с 1957 года по настоящее время. Данный обзор представляет большую ценность в качестве отправной точки для перспективной разработки модели с перекрывающимися поколениями и исчерпаемыми источниками энергии (нефти, газа и угля), которые являются основными эмитентами парниковых газов при использовании в качестве источника энергии в производстве. Данная модель также учитывает неопределённость ввиду неточности параметров чувствительности климата к выбросам парниковых газов и экономической активности к изменению климата.

Ключевые слова: *модели общего равновесия, перекрывающиеся поколения, неопределенность, альтруизм, рациональные ожидания, демография, фискальная политика, пенсионная система, климатические изменения.*

Введение

Развитие вычислимых моделей общего экономического равновесия с динамическими симуляциями жизненного цикла агентов начинается с труда Тобина 1967 г. [1]. В данной книге автором проводится анализ влияния сбережений, сделанных агентами на протяжении всего жизненного цикла, на стационарное состояние совокупного накопленного богатства[1]. Через 50 лет модели общего экономического равновесия с перекрывающимися поколениями превратились в стандартный инструмент, позволяющий проводить количественное оценивание экономических последствий финансовых реформ и изменений демографии. В дальнейшем подход общего равновесия с перекрывающимися поколениями стал традиционным инструментом количественного анализа эффектов мер экономической политики и изменений демографической ситуации.

В настоящей статье мы делаем обзор эволюции моделей общего экономического равновесия с 1957 года по настоящее время. Данный обзор, на наш взгляд, представляет большую ценность с точки зрения перспективной разработки модели с перекрывающимися поколениями и

[1] Некоторые статьи из настоящего обзора кратко описаны в работе [2].

исчерпаемыми источниками энергии (нефти, газа и угля), поскольку они являются основными эмитентами парниковых газов при использовании в качестве источника энергии в производстве. Такая модель также будет учитывать аспект неопределённости ввиду неточных параметров чувствительности климата к выбросам парниковых газов и экономической активности к изменению климата.

Обзор эволюции моделей общего экономического равновесия с перекрывающимися поколениями и неопределенностью

В моделях, описанных в работе [3] и подавляющем количестве литературы, посвященной изучению реальных деловых циклов, в которых все поколения были связаны альтруистическими отношениями, агенты могли эффективно работать как бесконечно живущие хозяйственные единицы, принимающие решения о труде и досуге, потреблении и накоплении. И тогда не было бы никакой необходимости знать то, какие поколения располагают конкретными активами или получают трудовой доход.

Политика межпоколенческого перераспределения с тех пор потеряла свою актуальность. При этом доказательства против межпоколенческого альтруизма представляются убедительными с позиции микроэкономических исследований потребления (см., например, работы [4–6], которые последовательно будут рассмотрены далее).

В статье [4] используются данные Базы панельных данных о динамике доходов для родителей и их взрослых детей (Panel Study of Income Dynamics data on parents and their adult children, далее PSID)[1] для проверки стандартной модели альтруизма, которая предсказывает, что в расширенной семье распределение потребления не зависит от распределения ресурсов. Как будет показано далее, полученные авторами результаты строго отвергают это предсказание.

Авторами данной работы проводится проверка предположения об альтруистических связях между родителями и детьми против альтернативного предположения об отсутствии таких связей. Интуиция, стоящая за тестами, проведенными в работе [4], довольно проста. Если родители и дети связаны альтруистически, их потребление будет исходить из коллективного бюджетного ограничения, а распределение потребления между родителями и детьми будет независимо от распределения их доходов. В отличие от модели альтруизма, неальтруистическая модель чистого жизненного цикла предсказывает, что распределение доходов является критическим фактором, определяющим распределение потребления между родителями и детьми.

В статье [4] проверяется, влияет ли распределение ресурсов на распределение потребления среди родителей и детей. Авторы находят неопровержимые доказательства того, что это действительно так. Согласно предпосылкам модели альтруизма, все члены расширенной семьи будут обладать одинаковой предельной полезностью дохода, и их функции спроса на потребление могут быть записаны как функции этой переменной и относительных цен. При контроле предельной полезности дохода расширенной семьи (с использованием метода фиксированных эффектов), финансовое положение отдельных членов расширенной семьи не должно влиять на их потребление. Модель альтруизма строго отвергается и для выборки, состоящей из богатых родителей и бедных детей, а также в случае, считается ли предложение рабочей силы эндогенным или проводятся ли тесты в уровнях или в первых разностях функций спроса.

В статье [5], которая представляет собой развитие исследования [4], используются данные упомянутой выше базы PSID о расширенных семьях для проверки альтруистической мотивации трансфертов от родителей к детям. В частности, авторами проверяется, приводит ли увеличение на один доллар дохода родителей, активно осуществляющих трансферты ребенку, в сочетании с сокращением дохода этого ребенка на один доллар, к увеличению трансферта от родителей к ребенку на один доллар. Это ограничение в отношении производных трансферта по доходу родителей и детей выведено для стандартной модели альтруизма, дополненной двумя элементами: неопределенность и ограничение ликвидности, которые в совокупности определяют время трансфертов между живыми индивидами. Метод, используемый для оценки производных трансферта по доходу, учитывает ненаблюдаемую неоднородность семей с точки зрения степени альтруизма.

Полученные авторами результаты категорически отвергают гипотезу об альтруизме. Согласно сформулированным авторами выводам, уменьшение дохода родителей на один доллар уменьшает их перевод менее чем на пять центов, а увеличение дохода ребенка на один доллар уменьшает получаемый им перевод менее чем на восемь центов. Следовательно, перевод одного доллара в текущий доход от родителей к ребенку приводит к сокращению трансферта менее чем

[1] Подробнее о PSID см. https://psidonline.isr.umich.edu

на 13 процентов, что намного меньше, чем увеличение такого трансферта на один доллар, обусловленное альтруизмом.

База PSID используется также в статье [6] для проверки того, является ли разделение риска полным внутри или между американскими семьями. В этой статье используются данные базы PSID для проверки гипотезы о полном распределении рисков между американскими семьями и внутри них. Понимание степени распределения рисков важно для оценки эффективности рынков частного страхования, а также эффективности государственных полисов социального страхования. Результаты такого исследования также имеют значение с точки зрения правильного моделирования экономики. В отсутствие убедительных доказательств обратного, во многих исследованиях макроэкономический анализ основан на предположении о полном разделении рисков. Данные по домашним хозяйствам, по мнению авторов [6], предоставляют идеальную почву для проверки полного распределения рисков.

Статья [6] делает важный вклад в имеющуюся литературу по рассматриваемой нами тематике. Во-первых, авторы принимают во внимание возможную неразделимость потребления продуктов питания и досуга, используя волны PSID 1985-1987 гг. с целью приведения в соответствие времени потребления еды и досуга. Во-вторых, в статье учитывается полное разделение риска, заключающееся в том, что изменения потребления в течение одного года не связаны с уровнем заработной платы по всем опережениям и лагам. Это достигается путем анализа корреляции длительных изменений (изменений за длительные периоды времени), а также изменений за один год потребления и уровня заработной платы. Использование этого ограничения имеет значение с точки зрения учета различий между разделением рисков и самострахованием. В-третьих, предложенная в статье методология изучения как длительных изменений, так и изменений в течение одного года также позволяет включать в выборку все те типы семей, для которых полное распределение рисков создает ограничения, которые можно протестировать.

Полученные авторами статьи выводы можно кратко резюмировать следующим образом. Во-первых, вопреки результатам расчетов Altug и Miller [7], на основе данных из ранних волн обследования PSID отвергается гипотеза о полном распределении рисков между семьями, при условии, что при тестировании учитываются ограничения, которые не действовать при альтернативном варианте самострахования. Во-вторых, если при тестировании требуется использование непротиворечивых данных о питании, отработанных часах и заработной плате, выборка из PSID должна быть была ограничена коротким периодом 1985-1987 гг. Тем не менее, применение метода, использующего данные по всем семьям из выборки с информативными данными, позволило авторам сделать вывод о довольно строгом отвержении гипотезы о распределении рисков как между семьями, так и внутри семьи. В-третьих, нельзя отвергнуть гипотезу о самостраховании. Однако оценка взаимодействия потребления и досуга может быть обусловлена наличием в выборке домохозяйств с ограниченной ликвидностью.

Разработка подхода, необходимого для решения многомерных моделей перекрывающихся поколений с рациональными ожиданиями была начата Ауэрбахом и Котликоффом в 1979 г. В модели, описанной в [8], предполагается неэластичное предложение труда и очень простая динамика в демографии, тем не менее, такая модель уже имеет потенциал для изучения ряда фискальных и демографических вопросов. В дальнейшем авторы быстро добавили в свою модель эластичное предложение труда и изменения демографии. Их ранние работы обобщены в книге [8]. Модель, построенная Ауэрбахом и Котликоффом в 1987 г., далее – модель АК, представляет основной вклад в обширную литературу по OLG-CGE моделям; книга Ауэрбаха и Котликоффа 1987 года [8] основана на более ранней статье Ауэрбаха и соавт. (1983) [10], а последующие расширения модели описаны в Kotlikoff (1998) [11]. После Саммерса Ауэрбах и Котликофф моделируют закрытую экономику, которая производит один товар с одним репрезентативным индивидуумом в каждой взрослой когорте, живущим в любой данный момент времени. Тем не менее, модель АК отличается по пяти важным направлениям от модели Саммерса, за которой следуют большинство последующих исследователей (включая работу [9], на основе которой основано нижеследующее описание модели Ауэрбаха-Котликоффа 1987 г.).

Первое и, пожалуй, наиболее важное нововведение в модели АК заключается в том, что Ауербах и Котликофф вместо предпосылки о близоруких ожиданиях, предполагают, что отдельные лица (и фирмы, в некоторых вариациях модели) обладают совершенным предвидением. Это предположение подразумевает, что фирмы и домашние хозяйства систематически и рационально формируют ожидания относительно будущего, включая все будущие последствия налоговых реформ, что представляет собой значительное улучшение по сравнению с более ранними моде-

лями, которое является стандартным подходом в моделировании налоговой политики в рамках подхода общего равновесия.

Во-вторых, вместо предположения об экзогенном предложении труда, Ауэрбах и Котликофф допускают осуществление выбора между трудом и досугом в каждом периоде; в результате налогообложение трудовых доходов искажает решения о предложении рабочей силы (а не действует как единовременный налог) как в течение определенного периода, так и в течение жизненного цикла.

В-третьих, вместо того, чтобы предполагать экспоненциально растущую заработную плату, Ауэрбах и Котликофф вводят выпуклый профиль заработной платы в течение жизненного цикла, основываясь на оценках из литературы по экономике труда.

В-четвертых, в некоторых версиях модели Ауэрбах и Котликофф предполагают, что фирмы имеют выпуклые издержки на приспособление при изменении своих основных фондов; это позволяет рассчитать оптимальную траекторию инвестиций в ответ на изменения в структуре налогов, что, в свою очередь, подразумевает, что модель может использоваться для отслеживания динамики экономики в каждом периоде после реформы, пока она не достигнет нового устойчивого состояния (вместо простого сравнения ее устойчивых состояний до и после реформы). Это нововведение позволяет тщательно проанализировать переходные последствия реформы.

Наконец, Ауэрбах и Котликофф используют более консервативные значения параметров, чем те, которые использовались Саммерсом; среди прочего, это ослабляет чувствительность сбережений в ответ на изменения в нормы отдачи после уплаты налогов и отвечает на общую критику модели Саммерса, которая подразумевает неоправданно большую эластичность сбережений.

Ауэрбах и Котликофф в своей модели также рассматривают эффекты перехода от подоходного налога к системе, основанной на налогообложении потребления. В результате введения описанных выше пяти изменений и других более мелких отличий от модели Саммерса прирост благосостояния, полученный в результате проведения реформы налога на потребление в рамках модели АК, является более умеренным.

Ауэрбах и Котликофф используют свою модель и для анализа множества других вопросов в своей книге. В частности, они изучают эффекты увеличения налоговых льгот для бизнеса, которые, как они показывают, снижают благосостояние пожилых людей за счет уменьшения стоимости их запасов старого капитала, хотя этот эффект смягчается наличием затрат на приспособление, которые подразумевают, что старый капитал приносит доход выше нормального уровня, пока экономика не достигнет нового устойчивого равновесия. С помощью модели Ауэрбах и Котликофф анализируют издержки, возникающие при увеличении прогрессивности подоходного налога, с точки зрения эффективности, а также долгосрочных последствий сокращений подоходного налога, финансируемых за счет дефицита.

Исследование [14] представляет первую многострановую модель с эластичным предложением труда и демографическими изменениями. Авторы этой работы отмечают, что демографические изменения, наподобие ожидаемых на момент исследования в большинстве стран ОЭСР, будут иметь много экономических последствий, которые повлияют на финансовую жизнеспособность страны. Оценка последствий изменений в соотношении капитала и труда в результате изменений демографической ситуации, а также благосостояния и поведения различных поколений индивидов может быть получена в результате применения динамической модели общего равновесия. Для этого авторы модифицировали модель симуляции демографии для 75 поколений на период 250 лет, представленной в книге Auerbach and Kotlikoff 1987 года (см. [8], глава 11]), включив в нее наследство, технологические изменения, международную торговлю и расходы на государственное потребление, зависящие от возрастного состава населения. Модель была дополнительно адаптирована для изучения последствий прогнозируемых демографических изменений в Японии, Федеративной Республике Германии, Швеции и Соединенных Штатах.

По результатам исследования, представленного в работе [14], демографические изменения в Соединенных Штатах, Японии, Германии и Швеции, вероятно, окажут значительное влияние на нормы национальных сбережений, ставки реальной заработной платы и текущие счета. Фундаментальный результат анализа в рамках подхода общего равновесия заключается в том, что учет поправок (и допущение о гибкости экономики, достаточной для таких поправок) приводит к меньшим издержкам, обусловленным неблагоприятной демографической динамикой. Тем не менее, расходы на социальное обеспечение, и особенно их распределение по группам, создают в некоторых случаях серьезные проблемы для политиков. Таким образом, политика, направленная на смягчение фискального бремени демографического перехода, включая сокращение пенсий по

старости и других связанных с возрастом государственных расходов, может улучшить благосостояние будущих поколений, хотя и снижает благосостояние более старших поколений. Политические решения должны быть тщательно взвешены, прежде чем делать вывод о необходимости и даже полезности снижения программ таких расходов.

Позже авторы [15] добавили в модель зависимость рождаемости и смертности от возраста и времени, а также неопределенность жизненного периода агентов. В этой статье говорится о том, что финансирование пособий по социальному обеспечению в США на текущем на момент исследования уровне подразумевает значительное увеличение налогов на заработную плату в течение следующих 20 лет в текущих демографических условиях.

Авторы используют модель общего равновесия с перекрывающимися поколениями и реалистичными профилями рождаемости и увеличения продолжительности жизни. Модель, представленная в настоящей статье, основана на модели [8], однако, добавляет к ней пять характеристик, важных с точки зрения изучения влияния демографических изменений: (i) более реалистичная демография, которая позволяет модели лучше отражать распределение населения по возрасту и распределение наследования, (ii) специфическая для когорт продолжительность жизни, чтобы отразить важное влияние возрастающей продолжительности жизни на распределение по возрасту, (iii) множественные доходные группы в каждой когорте, чтобы отразить влияние, которое реформы оказывают на разные группы доходов на протяжении всей жизни (см. также [16]), (iv) способность калибровки модели исходя из нестационарных начальных условий, чтобы начинать с преобладающего распределения по возрасту и богатству, и (v) калибровка модели, близкая к фискальным условиям и институтам в США.

В соответствии с базовым сценарием, описанным авторами [15], когда налоги повышаются с целью финансирования пособий по социальному обеспечению, макроэкономические условия скорее усугубляют, чем смягчают фискальные проблемы. Формирование и накопление капитала сдерживается ростом налога на заработную плату, а рост заработной платы замедляется до уровня ниже темпов технологических изменений. Замедление роста заработной платы требует дальнейшего увеличения налогов для финансирования государственных расходов в реальном выражении, которые, как предполагают авторы, будут расти по мере роста производительности в экономике и численности населения. Более высокие темпы технического прогресса по сравнению с базовым сценарием, по мнению авторов, позволят увеличить базу для заработной платы более быстрыми темпами и несколько смягчить последствия повышения налога на заработную плату. Но серьезная проблема все равно сохранится ввиду действующего на момент проведения расчетов законодательства, поскольку пособия по социальному обеспечению при выходе на пенсию связаны с ростом средней заработной платы. В качестве альтернативы повышению налоговых ставок авторы рассматривают несколько реформ, в том числе сокращение пособий по мере необходимости, а также повышение пенсионного возраста. Проведенные ими расчеты показывают, что потенциальная реализация этих реформ приводит к значительным потерям благосостояния нынешних пенсионеров или тех, кто выйдет на пенсию в ближайшее время.

Наконец, авторы моделируют предварительное финансирование социального обеспечения в форме выплаты скрытых обязательств нынешних и будущих работников, начисленных в рамках существующей системы, одновременно с налогом, взимаемым либо с заработной платы, либо с потребления. Такое предварительное финансирование не привязано к каким-либо конкретным институциональным механизмам сбережений, поскольку агенты не ограничены в ликвидности и, таким образом, просто реализуют свои собственные оптимальные траектории потребления и сбережений. Таким образом, предварительное финансирование в рассматриваемой модели может быть истолковано либо как обязательная полностью накопительная пенсионная система, управляемая государством, когда работники корректируют свои собственные сбережения вне системы в целях достижения оптимальной траектории сбережений; либо как система, в которой агенты просто откладывают средства от своего имени. Авторы [15] показывают, что, хотя предварительное финансирование далеко не является «бесплатным обедом» для ныне живущих поколений, оно распределяет нагрузку более равномерно, чем другие варианты, представленные выше, и подразумевает значительные выгоды для будущих поколений, особенно тех, у кого очень низкие доходы.

В [17] авторами в модель добавлены разные товары в разных странах, как торгуемые, так и неторгуемые; технология производства этих товаров дифференцированно использует высококвалифицированный, средне- и низкоквалифицированный труд, а также капитал. В этой статье также разработан итеративный численный метод решения для изменяющихся во времени спе-

циализации в производстве торгуемых товаров. Данная работа пытается ответить на вопрос, будут ли продолжать расходиться доходы низко- и высококвалифицированных работников. В соответствии с разработанной авторами динамической моделью жизненного цикла общего равновесия с шестью товарами и пятью регионами - США, Европа, Северо-Восточная Азия (Япония, Корея, Тайвань, Гонконг), Китай и Индия, дивергенция доходов работников разной квалификации будет наблюдаться и в дальнейшем. Модель, которая эндогенизирует специализацию и характеризуется неполным выравниванием фактора и цены, предсказывает почти удвоение соотношения заработной платы работников с высокой и низкой квалификацией в течение столетия (до 2100 г.). Растущее неравенство в заработной плате обусловлено традиционным источником - растущим во всем мире относительным предложением неквалифицированной рабочей силы, что отражает рост производительности труда (catchup) в Китае и Индии. Но растущее неравенство в заработной плате может быть значительно смягчено, если Китай и Индия существенно улучшат комбинацию навыков последовательных когорт посредством улучшения качества образования.

Модель в статье [17] также показывает, что драматический процесс старения, происходящий в развитых странах, а также Китай и Индия в сочетании с очень высокими прогнозируемыми темпами роста финансируемых государством пособий на здравоохранение, будут бросать серьезный вызов фискальным учреждениям, что приведет к огромному росту эффективных ставок налогов на заработную плату, едва ли реализуемому в модели и, вероятно, невозможному в реальном мире. Несмотря на повышение налогов, модель прогнозирует увеличение объема капитала во всем мире за счет значительных поступлений капитала из Китая и Индии, где нормы сбережений, как предполагается, будут оставаться относительно высокими в течение многих лет.

Рост неравенства в уровне заработной платы, однако, не является неизбежным. Как показано в работе, если китайская и индийская политика в области образования приведет к появлению новых высоко-, средне- и низкоквалифицированных работников в тех же пропорциях, что и в настоящее время в развитых регионах, обострение неравенства в оплате труда можно полностью повернуть вспять. Следовательно, один из лучших способов помощи правительств развитых стран своим неквалифицированным работникам, - это способствовать улучшению образования в Китае и Индии.

В других, в том числе более поздних, работах учитываются такие факторы, как важность земли, доходов, неопределенности, соображений политической экономии, проблем с ликвидностью и различных вариантов финансирования системы социального обеспечения. В работах [18, 19, 20] различаются различные профили производительности в пределах когорт для учета внутрипоколенческих распределительных эффектов от реформ системы социального обеспечения.

Как подчеркивает автор работы [18] на момент исследования, как и во многих других странах ОЭСР, население Германии будет быстро стареть в течение следующих десятилетий. Это подрывает будущую устойчивость ненакопительной системы государственного пенсионного обеспечения и мотивирует экспертов и политиков на поиск вариантов реформирования. Статья направлена на оценку некоторых обсуждаемых в тот период предложений по пенсионной реформе. Численный анализ, проводимый автором, основан на расширенной модели перекрывающихся поколений, которая учитывает увеличение продолжительности жизни и снижение рождаемости с целью воспроизведения демографического перехода в Германии. Принимая во внимание ненакопительную пенсионную систему, модель сначала оценивает базовую траекторию экономики. Затем сравниваются макроэкономические последствия, а также влияние различных мер по реформированию, таких как частичное финансирование и минимальные пенсии, финансируемые за счет налогов, на распределение и эффективность.

Конкретные результаты работы [18] могут быть обобщены следующим образом. Во-первых, с точки зрения эффективности, стратегия частичного накопления предпочтительнее, чем умеренная реформа и реформа пособий, причем последний вариант реформы даже приводит к потерям эффективности. Во-вторых, эффекты всех реформ перераспределяются на будущие поколения за счет ныне живущих старших поколений. При этом, степень перераспределения этих эффектов между разными поколениями довольно существенно различается. Будущие выгоды наиболее высоки при реализации стратегии частичного финансирования, немного ниже – в рамках системы начисления пособий и значительно ниже – при реализации постепенной реформы. В то же время потери нынешних пожилых людей намного выше при реализации предложения о введении единого пособия, и они концентрируются на конкретных возрастных группах в рамках постепенной пенсионной реформы. С точки зрения перераспределения эффектов реформ между поколениями, реформа единого пособия в большей степени перераспределяется на низкодоход-

ные классы, тогда как частичная приватизация перераспределяется от бедных к богатым домохозяйствам в меньшей степени. Поскольку ни одна из предложенных реформ не дает улучшения по Парето, ранжирование сценариев реформ должно основываться на некоторых оценочных суждениях. По мнению автора, единое пособие должно исключаться из рассмотрения ввиду значительных потерь эффективности и высокого бремени, которое ложится на пожилых людей. Что касается двух оставшихся предложений, то вариант введения частично накопительной пенсионной системы представляется предпочтительным, поскольку этот сценарий дает наибольший прирост эффективности и более равномерно распределяет бремя реформы среди нынешних пожилых людей.

Использование вычислимых моделей общего равновесия (CGE) для анализа последствий изменений в экономической политике стало широко распространенным, что наглядно демонстрирует широкий спектр работ по этой теме. Авторы [20] исследуют опыт использования динамических вычислимых моделей общего равновесия (CGE) с перекрывающимися поколениями (OLG) для анализа экономических последствий налоговых реформ, используя в качестве парадигмы собственную модель Diamond-Zodrow (далее DZ-модель).

В [20] описана DZ-модель, которая включает 55 когорт, 12 доходных групп в каждой когорте, четыре производственных сектора и оценивает в явном виде изменения стоимости активов, обусловленные реформами. Наконец, авторы описывают многочисленные варианты применения DZ-модели, начиная от постепенных реформ системы подоходного налога, включающих сокращение налогов, финансируемых за счет дефицита, и заканчивая «фундаментальными налоговыми реформами», которые предполагают замену подоходного налога системой, основанной на налогообложении потребления, и вводом налога на добавленную стоимость в дополнение к подоходному налогу как способ сокращения текущего дефицита и государственного долга в США.

Базовая версия DZ-модели следует модели АК в предположении замкнутой экономики. В первоначальном устойчивом равновесии налоговые инструменты правительства включают корпоративный подоходный налог и подоходный налог с прогрессивной структурой подоходного налога налогом на доходы от капитала с постоянной ставкой. Как показано в работе, модель может быть использована для анализа краткосрочных и долгосрочных последствий реформ существующей системы подоходного налога, таких как как реформы, предполагающие расширение налоговой базы и снижение налоговой ставки (base-broadening, rate-reducing reforms, BBRR) или различные подходы к введению подоходного налога на бизнес (business-personal income tax) а также различные типы реформ налога на потребление, включая единый налог Холла – Рабушки [21, 22] и его вариации, такие как X-налог Брэдфорда [23, 24], налоги на расходование наличных средств (cash flow expenditure taxes), национальные налоги с розничных продаж и НДС[1]. В целом, правительство должно следовать годовому бюджетному ограничению. Однако модель также может учитывать долг федерального правительства, и правительство может выпустить долг в конечном периоде, а затем с этого момента следовать годовому бюджетному ограничению, выплачивая проценты по накопленному долгу.

Несмотря на некоторые противоречия, возникающие при использовании OLG-CGE моделей, как показано в дискуссии между Gravelle в 2006 году [21] и Diamond and Zodrow в 2006 году [9], такие модели являются отличным инструментом для иллюстрации потенциальных последствий налоговых реформ в условиях общего равновесия.

По мнению авторов [25], весьма актуальным является вопрос о том, может ли введение налога на потребление генерировать положительное количество новых ресурсов даже после того, как все домохозяйства получили компенсацию за их потенциальные потери, то есть повысит ли эта реформа эффективность в смысле Парето. Авторы работы изучают этот вопрос, используя модель перекрывающихся поколений (OLG), в которой гетерогенные агенты с эластичным предложением рабочей силы сталкиваются с идиосинкразическими шоками заработной платы и неопределенностью в отношении продолжительности жизни. Прогрессивный подоходный налог заменяется фиксированным налогом на потребление.

В данной модели единовременные трансферты предоставляются нынешним и будущим домохозяйствам, которые в противном случае проиграли бы от реформы. Однако домохозяйства,

[1] X-Tax – это прогрессивная версия с несколькими ставками единого налога Холла и Рабушки, представляющего собой единую ставку налога на трудовые доходы со стандартными вычетами и индивидуальными исключениями в сочетании с налогом на прибыль, который служил моделью для «Прогрессивного налога на потребление», подробно обсуждаемого, но в конечном итоге не рекомендованного в отчете Президентской консультативной группы по федеральной налоговой реформе 2005 года.

которые бы выиграли от реформы, сталкиваются с единовременным налогом. Эти единовременные трансферты/налоги выбираются таким образом, чтобы вернуть ожидаемую пожизненную остающуюся полезность каждого домашнего хозяйства к ее дореформенному уровню, при условии положения домашнего хозяйства на момент реформы или, в случае будущих домашних хозяйств, положения, в котором они находились при рождении. Если после всех трансфертов/налогов у всех домохозяйств сохраняется положительный новый объем чистых ресурсов, то считается, что реформа временно «повысила эффективность»; обратно, считается, что реформа «снизила эффективность», если новый объем чистых ресурсов отрицателен. Следуя [8], которые построили первую многомерную детерминистическую OLG-модель, в обсуждаемой работе новые чистые ресурсы, будь то положительные или отрицательные, распределены равномерно среди всех будущих поколений (и рост объема этих ресурсов корректируется с течением времени).

Проведенный в статье анализ показывает, что при страховании идиосинкразических шоков заработной платы (то есть риск отсутствует), введение налога на потребление повышает эффективность примерно на 154 000 долларов США на одно будущее домохозяйство. Положительный выигрыш согласуется с предыдущими работами по данной тематике. Но если, что более реалистично, шоки заработной платы не подлежат компенсации, эта реформа снижает эффективность примерно на 86 000 долл. США на одно будущее домохозяйство, даже несмотря на то, что национальное благосостояние и объем производства увеличиваются на протяжении всей переходной траектории.

Поскольку оба эксперимента контролируются на трансферты ресурсов между поколениями, разница в результатах с точки зрения эффективности в основном связана с сокращением распределения рисков внутри поколения во втором эксперименте после замены прогрессивной налоговой системы единым налогом. Сбережения домашних хозяйств также менее эластичны по процентам при наличии сбережений из предосторожности, имеющим место в случае, когда шоки в заработной плате не подлежат страхованию.

В работе [26] систематизированы основные подходы по вычислению моделей с гетерогенными агентами и с наличием неопределенности. Статья фокусируется на вычислительных методах для моделей стохастического равновесия с неоднородными агентами и агрегированной неопределенностью, когда не выполняются теоремы благосостояния и распределение равновесия не может быть децентрализовано через решение простой (выпуклой) проблемы социального планирования. Это могут быть модели с перекрывающимися поколениями (как, например, в [27, 28, 29]), модели с разнородными (гетерогенными) производителями (как, например, в [30] или [31]), или модели с конечным числом гетерогенных потребителей (как, например, [32 – 36]).

Основная часть статьи посвящена конкретному подходу высокопроизводительных вычислений (high-performance computing, HPC) для решения моделей с большой неоднородностью. Этот подход впервые был представлен в [37], в настоящей статье он расширен в целях анализа моделей с перекрывающимися поколениями и идиосинкразическим риском.

Чтобы продемонстрировать возможности вычислительного метода, представленного в этой статье, авторы [26] рассматривают несколько версий стандартной модели перекрывающихся поколений (OLG) с неоклассическим производством. В первую очередь, в статье рассматривается наиболее простая из всех возможных версий модели перекрывающихся поколений со стохастическим производством: существует один агент на поколение, и единственным активом, доступным для торговли, является рискованный капитал. Авторы показывают, что с помощью адаптивных разреженных сеток и высокопроизводительных вычислений простой метод коллокации из работы [38] может быть расширен для обработки моделей, в которых агенты живут в течение 60 периодов, то есть моделей, которые можно калибровать на годовых данных.

Авторы также исследуют модель OLG с континуумом ex ante идентичных агентов в каждом поколении, в которой содержатся как агрегированные, так и идиосинкразические шоки. В настоящее время в исследовательском сообществе есть четкое понимание того, что незастрахованный идиосинкразический риск часто играет важную роль в макроэкономической динамике (см., например, обзор, проведенный в работе [35]).

Используя идеи [39] и [40] авторы предполагают, что такие модели могут быть решены с помощью расширенного метода прогнозирования, при котором распределение богатства в каждом поколении аппроксимируется простой низкоразмерной схемой. Однако этот метод применим только к моделям с (относительно) небольшим числом поколений. Для решения крупномасштабных моделей адаптивная среда разреженных сеток должна сочетаться с методами представления многомерных моделей (high-dimensional model representation techniques, HDMR; см.,

например, [41] и [42]). Комбинация этих двух методов представляет собой линейную комбинацию аппроксимаций функций более низкой размерности (адаптивная разреженная сетка), которая фокусируется на важных аспектах, что, по мнению авторов, дает надежду на успешное решение очень масштабных экономических проблем.

Кроме того, авторы [26] рассматривают вариант модели с небольшим конечным числом шоков, что позволяет избежать решения важной дополнительной вычислительной задачи многомерной интеграции. Способ оптимального сочетания интерполяции разреженной сетки с интеграцией разреженной сетки является для них предметом дальнейших исследований; обсуждение этой проблемы приведено в [37].

Наконец, в работе [43] систематизированы подходы к описанию взаимосвязи экономической активности с климатическими изменениями. Как подчеркивают авторы, Парижское соглашение 2015 года призвано контролировать повышение температуры на нашей планете. Но, возможно, в реальности постепенно происходит обратное: вместо того, чтобы немедленно сокращать выбросы CO2, Соглашение заставляет производителей грязной энергии сделать выбор между «использовать или потерять». Это может ускорить их добычу энергоресурсов и сжигание ископаемого топлива и, таким образом, постоянно повышать температуру Земли.

Работа [43] иллюстрирует Зеленый парадокс, возникающий из-за отсрочки политики в области изменения климата. В рамках Зеленого парадокса ущерб от климата рассматривается как отрицательный внешний эффект, налагаемый сегодняшними поколениями на завтрашние, и этот эффект является отчасти необратимым и может привести к устойчивым более высоким температурам окружающей среды.

Описанный авторами механизм представляет собой двухпериодную OLG-модель с грязной и чистой энергией. Грязная энергия, называемая нефтью, является исчерпаемой и ее предложение неэластично. Чистая энергия, называемая солнечной, в конечном итоге обеспечивает все потребности в энергии, но, в зависимости от политики, этот результат, как это ни парадоксально, может наступить слишком рано для того, чтобы предотвратить необратимый ущерб климату. Действительно, чем раньше начнет использоваться солнечная энергия, тем хуже это может оказаться для климата.

Как отмечают авторы, мировые запасы грязной энергии в значительной степени ограничены. Это означает, что без запрета на ее производство и продажу, обществом будет использоваться бОльшая часть имеющейся в мире грязной энергии. Единственный вопрос состоит в том, когда это произойдет. Если эту энергию использовать быстро, сжигание будет быстрым, и ущерб планете, по некоторым оценкам, окажется огромным и необратимым. Если ее использовать медленно, сжигание будет происходить медленно, и ущерб, соответственно, будет меньше.

Задержка в реализации политики борьбы с выбросами углерода, которая в работе [43] моделируется как отсроченное введение налога на углеводородные выбросы, дает производителям грязной энергии сильные стимулы для «использования или потери». Как показывает данная модель, это может значительно ускорить производство и продажу углеводородов, оставляя нынешнее и будущие поколения в худшем положении, чем при отсутствии какой-либо политики по борьбе с выбросами. Напротив, немедленное введение налога на выбросы такого же размера может существенно ограничить климатический ущерб и увеличить благосостояние для всех поколений. Работа также показывает, что объявление о краткосрочном, но единовременном улучшении технологии производства экологически чистой энергии может также привести к тому, что производители грязной энергии будут использовать ее до того, как потеряют. Следовательно, можно говорить о наличии перспективы получения новостей о ближайших технологических усовершенствованиях в области экологически чистой энергии, вызывающих реакции производителей грязной энергии, которые ускоряют изменение климата.

Следовательно, заключают авторы [43], как это ни парадоксально, Парижское соглашение может ускорить изменение климата. То же самое можно сказать и о некоторых стимулах для улучшения технологий зеленой энергии, которое окупится только со временем.

Заключение

Итак, в настоящей работе нами был представлен обзор эволюции моделей общего экономического равновесия с 1957 года по настоящее время. Впервые динамические симуляции жизненного цикла агентов были проведены Тобиным в 1957 г. В дальнейшем подход общего равновесия с перекрывающимися поколениями стал традиционным инструментом количественного анализа эффектов мер экономической политики и изменений демографической ситуации.

В первых работах, посвященных моделям общего равновесия, поколения агентов были связаны альтруистическими отношениями, однако, в дальнейшем наличие альтруизма в моделях утратило актуальность.

Многомерные модели с перекрывающимися поколениями и рациональными ожиданиями, которые позднее будут иметь огромное значение с точки зрения анализа вопросов фискальной политики и демографии, берут свое начало в книге А. Ауэрбаха и Л. Котликоффа 1979 г. Первые такие модели предполагали, что предложение труда неэластично, а динамика демографии описывается простым механизмом. В дальнейшем более гибкие версии моделей учитывали эластичность предложения труда и демографических изменений. Затем в такие модели были добавлены зависимость рождаемости и смертности от возраста и времени и неопределенность жизненного периода агентов, а также различающиеся товары (в том числе, торгуемые и неторгуемые) в разных странах. В более поздних исследованиях авторы принимают во внимание такие важные факторы, как земля, доходы, неопределенность, политическая экономия, ликвидность, финансирование социального обеспечения, а также взаимосвязь экономики с климатом.

Проведенный анализ и систематизация описанных выше работ, на наш взгляд, представляет большую ценность с точки зрения перспективной разработки модели с перекрывающимися поколениями, позволяющей анализировать сверхдолгосрочную экономическую политику, и исчерпаемыми источниками энергии (нефти, газа и угля), поскольку они являются основными эмитентами парниковых газов при использовании в качестве источника энергии в производстве. Также важен аспект неопределённости, поскольку на текущий момент мы располагаем весьма неточными параметрами чувствительности климата к выбросам парниковых газов и экономической активности к изменению климата.

Литература

1. *Tobin, James.* (1967). Life Cycle Saving and Balance Growth, in William Fellner, ed., Ten Economic Studies in the Tradition of Irving Fisher, 231-56. New York: Wiley.
2. *Горюнов Е.Л., Зубарев А.В., Нестерова К.В.* Моделирование долгосрочного влияния фискальной политики на экономику России // Российское предпринимательство. 2015. Том 16. № 24. С. 4435-4444. – doi: 10.18334/rp.16.23.2154
3. *Barro, R.L. and J.W. Lee.* (2001). "International Data on Educational Attainment: Updates and Implications", Oxford Economic Papers 53, 541-563.
4. *Altonji, Joseph G., Fumio Hayashi, and Laurence J. Kotlikoff.* (1992). "Is the Extended Family Altruistically Linked? Direct Tests Using Micro Data," The American Economic Review 82(5), 1177-1198.
5. *Altonji, Joseph G., Fumio Hayashi, and Laurence J. Kotlikoff.* (1997). "Parental Altruism and Inter Vivos Transfers: Theory and Evidence," The Journal of Political Economy 105(6), 1121-1166.
6. *Hayashi, Fumio, Joseph Altonji, and Laurence Kotlikoff.* (1996). "Risk-Sharing Between and Within Families," Econometrica 64(2), 261-294.
7. *Altug, S., and R. Miller* (1990): "Household Choices in Equilibrium," Econometrica, 58, 543-570.
8. *Auerbach, A.J. and L.J. Kotlikoff.* 1987. Dynamic Fiscal Policy, Cambridge University Press, Cambridge.
9. *Diamond, J., Zodrow, G. R.,* 2006. Reflections on the use of life-cycle computable general equilibrium models in analyzing the effects of tax reform. NTA Network, April, 3e4.
10. *Auerbach, A.J., Kotlikoff, L.J., Skinner, J.,* 1983. The efficiency gains from dynamic tax reform. Int. Econ. Rev. 24, 81e100.
11. *Kotlikoff, L.J.,* 1998. The A-K model-its past, present, and future. NBER Working Paper 6684. National Bureau of Economic Research, Cambridge, MA.
12. *Lucas Jr., R.E.,* 1976. Econometric policy evaluation: A critique. In: Brunner, K., Meltzer, A. (Eds.), The Phillips Curve and Labor Markets. Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy 1. Elsevier, New York, pp. 19e46.
13. *Auerbach, A.J.,* 1996. Tax reform, capital allocation, efficiency, and growth. In: Aaron, H.J., Gale, W.G. (Eds.), Economic Effects of Fundamental Tax Reform. Brookings Institution, Washington, DC, pp. 29e81.
14. *Auerbach, A. J., Kotlikoff, L. J., Hagemann, R. P., and Nicoletti, G.* (1989). "The Economic Dynamics of an Ageing Population: The Case of Four OECD Countries", Economics Department Working Paper No. 62, OECD, Paris.
15. *Kotlikoff, Laurence J., Smetters, Kent A. and Jan Walliser.* (2007). "Mitigating America's Demographic Dilemma by Pre-Funding Social Security", Journal of Monetary Economics 54, 247-266.

16.*Fullerton, D., Rogers, D.L.,* 1993. Who Bears the Lifetime Tax Burden? The Brookings Institution, Washington, DC.
17.*Fehr, Hans, Sabine Jokisch, and Laurence J. Kotlikoff.* (2013). "The world's interconnected demographic/fiscal transition", Journal of the Economics of Aging 1-2, 35-49.
18.*Fehr, H.* (2000). Pension Reform During the Demographic Transition. Scandinavian Journal of Economics, 102(3), 419-443.
19.*De Nardi, M., Imrohoroglu, S., Sargent, T.J.* (1999). Projected U.S. Demographics and Social Security. Review of Economic Dynamics, 2(3), 575–615.
20.*Diamond, J.W., Zodrow, G.R.* (2012). Dynamic Overlapping Generations Computable General Equilibrium Models and the Analysis of Tax Policy: The Diamond Zodrow Model, in Peter B. Dixon and Dale Jorgenson (ed.), Handbook of Computable General Equilibrium Modeling, Elsevier, ed. 1, vol. 1, num. 1, 05.
21.*Fullerton, D., Rogers, D. Lim,* 1993. Who Bears the Lifetime Tax Burden? Brookings Institution, Washington, DC.
22.*Hall, R.E., Rabushka, A., 1995.* The Flat Tax. Hoover Institution Press, Stanford, CA (second ed.).
23.*Bradford, D.F.,* 1986. Untangling the Income Tax. Harvard University Press, Cambridge MA.
24.*Bradford, D.F.,* 2005. A tax system for the twenty-first century. In: Auerbach, A.J., Hassett, Kevin A. (Eds.), Toward Fundamental Tax Reform. AEI Press, Washington, DC, pp. 81e94.
25.*Nishiyama, S., Smetters, K.* (2005). Consumption Taxes and Economic Efficiency with Idiosyncratic Wage Shocks. Journal of Political Economy, 113(5), 1088–1115.
26.*Brumm J., Kubler F., Scheidegger S.* Computing equilibria in dynamic stochastic macro-models with heterogeneous agents //Advances in Economics and Econometrics: Volume 2: Eleventh World Congress. – Cambridge University Press, 2017. – T. 59. – C. 185.
27.*Krueger, D. and F. Kubler (2006).* Pareto-Improving Social Security Reform when Financial Markets are Incomplete!? American Economic Review 96(3), 737 755.
28.*Favilukis, J., S. C. Ludvigson, and S. V. Nieuwerburgh (2010).* The macroeconomic e ects of housing wealth, housing nance, and limited risk-sharing in general equilibrium. Working Paper 15988, National Bureau of Economic Research.
29.*Harenberg, D. and A. Ludwig (2014).* Social security and the interactions between aggregate and idiosyncratic risk. SAFE Working Paper Series 59, Research Center SAFE - Sustainable Architecture for Finance in Europe, Goethe University Frankfurt.
30.*Khan, A. and J. K. Thomas (2013).* Credit shocks and aggregate fluctuations in an economy with production heterogeneity. Journal of Political Economy 121(6), 1055 1107.
31.*Bloom, N., M. Floetotto, N. Jaimovich, I. Saporta-Eksten, and S. J. Terry (2012).* Really Uncertain Business Cycles. Technical Report 18245, National Bureau of Economic Research.
32.*Bhandari, A., D. Evans, M. Golosov, and T. J. Sargent (2013).* Taxes, debts, and redistributions with aggregate shocks. Technical Report 19470, National Bureau of Economic Research.
33.*Brumm, J., M. Grill, F. Kubler, and K. Schmedders (2015).* Collateral requirements and asset prices. International Economic Review 56(1), 1 25.
34.*Chien, Y., H. Cole, and H. Lustig (2011).* A multiplier approach to understanding the macro implications of household nance. The Review of Economic Studies 78(1), 199 234.
35.*Krueger, D., K. Mitman, and F. Perri (2015).* Macroeconomics and heterogeneity, including inequality. forthcoming in: J.B. Taylor and H. Uhlig (eds.), Handbook of Macroeconomics Vol. 2.
36.*McKay, A. and R. Reis (2013).* The role of automatic stabilizers in the u.s. business cycle. Working Paper 19000, National Bureau of Economic Research.
37.*Brumm, J. and S. Scheidegger (2014).* Using adaptive sparse grids to solve high-dimensional dynamic models. Working Paper Available at SSRN 2349281.
38.*Krueger, D. and F. Kubler (2004).* Computing equilibrium in OLG models with stochastic production. Journal of Economic Dynamics and Control 28(7), 1411 1436.
39.*Reiter, M. (2010).* Solving the incomplete markets model with aggregate uncertainty by backward induction. Journal of Economic Dynamics and Control 34(1), 28 35.
40.*Algan, Y., O. Allais, W. J. D. Haan, and P. Rendahl (2014).* Chapter 6 - solving and simulating models with heterogeneous agents and aggregate uncertainty. In K. Schmedders and K. L. Judd (Eds.), Handbook of Computational Economics Vol. 3, pp. 277 324. Elsevier.

41.*Rabitz, H. and O. F. Alis (1999).* General foundations of high-dimensional model representations. Journal of Mathematical Chemistry 25(2 3), 197 233.
42.*Ma, X. and N. Zabaras* (2010). An adaptive high-dimensional stochastic model representation technique for the solution of stochastic partial differential equations. J. Comput. Phys. 229(10), 3884 3915.
43.*Kotlikoff L. J., Polbin A., Zubarev A.* Will the Paris Accord Accelerate Climate Change? – National Bureau of Economic Research, 2016. – №. w22731.

Kazakova Maria Vladimirovna, Ph.D., Deputy Head of Department for Macroeconomic Studies, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (84/9, Pr. Vernadsky, Moscow, 119571, Russian Federation); Deputy Head of International Department for Fiscal Sustainability Studies, Scientific Direction "Macroeconomics and Finance" of the Gaidar Institute (Gaidar Institute for Economic Policy) (3-5, build.1, Gazetny per., Moscow, 125009, Russian Federation).
E-mail: kazakova@ranepa.ru

REVIEW OF THE USE OF GENERAL EQUILIBRIUM MODELS WITH OVERLAPPING GENERATIONS AND UNCERTAINTY IN MACROECONOMIC RESEARCH

Abstract

General equilibrium models with overlapping generations is a traditional tool for the quantitative analysis of the effects of economic policies and demographic changes. In the first works devoted to general equilibrium models, altruistic relations linked generations of agents. Further, however, the presence of altruism in models lost its relevance. In 1979 A. Auerbach and L. Kotlikoff proposed multidimensional models with overlapping generations and rational expectations, which would later acquire tremendous practical significance as a tool for analyzing fiscal policy and demography issues. The first versions of such models suggested inelastic labor supply and a simple mechanism describing the dynamics of demography. The more flexible versions of the models took into account the elasticity of labor supply and demographic changes; the dependence of fertility and mortality on age and time and the uncertainty of the life period of agents; tradable and non-tradable products in different countries. Later authors included also such factors as land, income, uncertainty, political economy, liquidity, social security financing, and the economy's relationship with climate. This article reviews the evolution of general economic equilibrium models from 1957 to the present. This review is of great value as a starting point for the perspective development of a model with overlapping generations and exhaustible energy sources (oil, gas and coal), which are the main emitters of greenhouse gases when used as an energy source in production. This model also takes into account the uncertainty due to the inaccuracy of the parameters of climate sensitivity to greenhouse gas emissions and economic activity to climate change.

Keywords: *general equilibrium models, overlapping generations, uncertainty, altruism, rational expectations, demography, fiscal policy, pension system, climate change.*