

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра Математической экономики

Модели экономического роста

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 441 группы

направление 09.03.03 — Прикладная информатика

механико-математического факультета

Коваленко Павел Александрович

Научный руководитель
старший преподаватель

С.Н. Купцов

Зав. кафедрой
д.ф.-м.н., профессор

С. И. Дудов

Саратов 2019

Введение. Начиная с 1999 года, в российской экономике наблюдается рост во многих секторах. Однако вопрос, насколько этот рост является стабильным и самоподдерживающимся, остается по-прежнему актуальным.

Общеизвестно, что сегодня экспорт России имеет сырьевую направленность. Доля сырьевого сектора в экспорте в 2003 году была свыше 80%. Рентабельность сырьевого сектора намного превысила рентабельность многих других отраслей, что, вероятно, может создать благоприятные условия для возникновения эффекта «голландской болезни», когда быстрорастущий сырьевой сектор подавляет все другие сектора (из-за перетока инвестиций и ресурсов) и становится доминирующим в экономике. И в действительности, за последние годы наблюдалась интенсификация добычи полезных ископаемых и их продажи за рубеж, что может привести к быстрому истощению ресурсов и ухудшению положения страны в будущем. В то же время, при грамотной макроэкономической политике наличие сырья и сырьевого экспорта может стать серьезным конкурентным преимуществом.

В настоящее время глобальная мировая экономика, в которой большинство стран открыты для взаимодействий с другими государствами, прогрессивно развивается. И, соответственно, чтобы четко проследить, как эти макроэкономические процессы отражаются на развитии той или иной страны, необходимо уделять большое внимание их исследованию, а, следовательно, прибегнуть непосредственно к математическому моделированию.

Для изучения долговременных тенденций, факторов роста, оценки последствий тех или иных вариантов макроэкономических решений применяются нелинейные модели, т.к. большинство зависимостей в экономике имеет нелинейный характер (например, зависимость выпуска продукции от затрат ресурсов).

Структура экономики отражена секторами. Каждый сектор производит один агрегированный продукт. Небольшое число секторов позволяет аналитически представить развитие экономики при нелинейных зависимостях выпусков секторов от ресурсов. Более адекватно отражает процесс воспроизводства трехсекторная модель экономики, в которой три агрегированных продукта (предметы труда, средства труда и предметы потребления) и каждый из трех

секторов производит свой продукт. Таким образом, состояние характеризуется тремя результирующими показателями ВВП и затратными показателями.

Цель работы состоит в программной реализации трехсекторной модели экономики с последующими выводами, относительно факторов, позитивно влияющих на развитие обрабатывающего сектора и экономики в целом. Работа выполнена с применением средств языка программирования MATLAB. Тема является актуальной, так как просто необходимо верно выявлять факторы, которые могут помочь экономике в каждом конкретном случае.

Объект исследования – экономика некой страны, показатели которой меняются со временем.

Для достижения поставленной цели, необходимо решить следующие задачи:

1. Раскрыть понятие трехсекторной модели.
2. Программно реализовать трехсекторную модель экономики.
3. Провести несколько численных экспериментов. Внести в интерфейс программы параметры.
4. Проанализировать графики, полученные в результате работы программы.
5. Сделать выводы.

Работа состоит из введения, одной теоретической и двух практических глав, заключения, списка использованных источников и приложения.

Основное содержание работы Негативное влияние увеличения зависимости экономики от экзогенных цен на природные ресурсы хорошо просматривается уже в рамках двухсекторной модели. Однако, известно, что увеличение поступлений от продажи ресурса влечет рост спроса на все товары, в том числе и неторгуемые. Как следствие, цены на неторгуемый товар начинают расти. Это приводит к повышению рентабельности сектора неторгуемых товаров, что может вызвать дальнейший отток капитала из обрабатывающего сектора. В модели рассмотрен вопрос о влиянии этого эффекта на технологический прогресс.

Предлагаемая модель описывает экономику, которая состоит из трех секторов: обрабатывающего сектора, сектора добычи исчерпаемого природного ресурса, сектора неторгуемых услуг. Как и в двухсекторной модели, запасы природного ресурса предполагаются очень большими, однако добыча каждой единицы ресурса вызывает потерю в полезности из-за того, что уже этот ресурс нельзя будет использовать в будущем.

Модель предполагается дискретной и многопериодной. Все уравнения модели описывают динамику перехода от момента времени t к моменту $t + 1$.

Экономика предполагается открытой для торговли. Обрабатывающий сектор производит товар M , добывающий – товар R , а сектор неторгуемых услуг – товар N . Товары M и R могут продаваться на внешнем и внутреннем рынке. Цена товара M предполагается постоянной и равной 1, а цена R подвержена мировой конъюнктуре и составляет p_{Rt} , в момент времени t .

В обрабатывающем секторе используются два фактора производства – капитал и труд. Ресурсодобывающий сектор использует только капитал, поскольку добыча природных ресурсов требует больших капитальных затрат, и в ней занято сравнительно небольшое число работников. В секторе неторгуемых товаров (секторе услуг) используется только труд, что тоже может соответствовать реальному положению дел (большинство услуг являются трудоинтенсивными).

В работе делается предположение о том, что институциональные и политические риски в описываемой экономике очень велики, и, как следствие, инвестиции (и инновации) финансируются внутренними сбережениями.

Цена капитала r формируется эндогенно. Пусть Y_t обозначает совокупный выпуск в денежном выражении, а K_t – совокупный капитал, L – совокупное постоянное предложение труда. Далее, $Y_{R,t}$, $Y_{M,t}$, $Y_{N,t}$, – выпуски в каждом секторе в денежном, а $Q_{R,t}$, $Q_{M,t}$, $Q_{N,t}$, – в натуральном (количественном) выражении. Количество капитала в различных секторах экономики обозначается как $K_{R,t}$, $K_{M,t}$, $K_{N,t}$. Норма сбережения s предполагается постоянной.

Для рассмотрения функциональности и поведения программы были проведены пять экспериментов:

1. Переменный рост секторов с трендом преобладания ресурсного сектора при отсутствии технологического роста. В таком случае общий ВВП испытывает колебания, максимум соответствует максимумам в секторах добычи ресурсов и неторгуемых услуг, минимумы – максимумам в обрабатывающем секторе. Сектора обработки и неторгуемых услуг колеблются в противофазе, за счет перераспределения труда. Технологический уровень страны находится в стагнации, к концу наблюдаемого периода начинает падать. Постепенно часть сектора добычи ресурсов становится больше. Часть промышленного капитала в инвестициях снижается. Без повышения технологического уровня сектор добычи ресурсов постепенно занимает всё большую часть экономики. Конкуренция за инвестиции капитала приводит к колебаниям от минимума к максимуму в противофазе в добывающем и обрабатывающем секторах. Конкуренция за трудовые ресурсы приводит к колебаниям от минимума к максимуму в противофазе в обрабатывающем и сервисном секторах.

2. Равновесное развитие трёх секторов за счет поддержки технологического развития и образования. Характер колебаний из года в год остается таким же, но ресурсный сектор больше не превалирует, сектора находятся в динамическом равновесии. ВВП растет быстрее, чем в первом случае. Изменения происходят за счет поддержки развития технологий и образования. Однако, инвестиции в обрабатывающий сектор всё же постепенно падают, хотя и медленней, чем в первом случае. Поддержка развития технологий и образования приводит к равномерному развитию всех трёх секторов и ускоряет рост ВВП.

3. Влияние большей нормы сбережений (увеличение объема инвестиций). В этом эксперименте поддержка технологий и образования остается высокой, кроме того, увеличена норма сбережений до 35%. Все сектора развиваются

в равновесии, рост ВВП заметно ускоряется (от 65 до 95 ед. через 12 лет). Часть инвестиций в обрабатывающий сектор несколько больше (58% через 12 лет по сравнению с 52% в эксперименте 2). Темпы развития технологий и образования те же. Увеличение нормы сбережений значительно увеличивает абсолютный рост ВВП во всех векторах.

4. Влияние трудовых ресурсов на динамику роста при низкой поддержке технологий и образования и низкой норме сбережений. В этом эксперименте по сравнению с экспериментом 1 в два раза увеличены трудовые ресурсы. Наличие дополнительных трудовых ресурсов способствует развитию обрабатывающего сектора, его вклад в ВВП постепенно начинает превалировать. ВВП показывает хороший рост (82 ед. через 12 лет). Часть инвестиций в обрабатывающий сектор остается высокой на протяжении всего периода наблюдений. Это происходит при отсутствии направленной поддержки технологий. Наличие дополнительных трудовых ресурсов существенно улучшает возможности развития обрабатывающего сектора экономики и положительно влияет на динамику всей экономики, даже косвенно способствуя большему развитию технологий и образования.

5. Поддержка технологий + высокая норма сбережений + наличие трудовых ресурсов. Это наиболее благоприятные факторы для развития экономики. Высокий уровень инвестиций и наличие людского капитала приводит к уверенному росту обрабатывающего сектора и сектора услуг. Объемы ВВП достигают 150 ед. через 12 лет. При норме сбережений 35% и наличии достаточных трудовых ресурсов уровень инвестиций в обрабатывающий сектор остается постоянным. Результаты поддержки развития технологий и образования.

Выявлены три фактора, позитивно влияющие на развитие обрабатывающего сектора и экономики в целом:

- 1) поддержка развития технологий и образования;
- 2) наличие достаточных трудовых ресурсов;
- 3) рост нормы сбережений.

При совокупном действии всех благоприятных факторов экономика возрастает в 2 раза за 12 лет, часть инвестиций в обрабатывающий сектор с периодом в 2 года остается на уровне 90%.

Заключение. В данной работе была программно реализована трехсекторная модель экономики при следующих дополнительных предположениях:

- наличие нескольких секторов в экономике (ресурсодобывающий сектор, сектор неторгуемых товаров)
- частичная эндогенность технологического прогресса
- технологический прогресс создается одним из секторов экономики
- выделение имитационного и инновационного этапов в развитии экономики
- введение в модель институционального фактора (образование), благоприятствующего технологической модернизации

Важной особенностью приведенной модели является непостоянный темп изменения технологического уровня и его частичная эндогенность. Эта особенность делает возможным появление «ловушек отсталости», когда уровень технологической оснащенности страны возрастает, но темпы его роста недостаточны для того, чтобы выйти на мировой уровень. В результате может наблюдаться стабилизация уровня развития a_t на определенном, меньшем единицы, уровне, что эквивалентно перманентной отсталости страны.

В рамках данного подхода был проведен анализ эффектов «голландской болезни» и деиндустриализации в случае высоких цен на природный ресурс. Было показано, что высокие цены на природный ресурс создают экстерналии, в результате которых, при неблагоприятном сочетании параметров, рынок может выйти на нестабильную в долгосрочном периоде траекторию развития, существенно зависящую от цен на ресурс. Тем больше β , то есть «бережливость», в ресурсодобывающем секторе, тем меньше масштаб подобных искажений.

Выявлен еще один отрицательный эффект «голландской болезни»: замедление технического прогресса в экономике, что влечет за собой дальнейшее падение рентабельности обрабатывающего сектора и усугубление сырьевой зависимости.

Изучение конкретных примеров показало, что в условиях недостаточной технологической развитости экономики введение налога на добычу природного ресурса и перераспределение собранных средств в целях субсидирования обрабатывающего сектора может благоприятствовать преодолению техноло-

гической отсталости. Главная функция этого налога – не в прямой поддержке обрабатывающих отраслей, генерирующих технологический прогресс, а в снижении масштабов искажений в экономике, вызванных высокой экзогенной ценой на природный ресурс.

В случае трехсекторной модели, при введении в модель трудоемкого сектора неторгуемого товара (услуг) появляется дополнительный эффект деиндустриализации, также связанный с «голландской болезнью». В результате роста цен на ресурсы у потребителей становится больше средств, цены на неторгуемый товар растут, и в этот сектор перетекает труд. При определенном уровне цен на ресурс и на неторгуемые товары инвестиции в обрабатывающий сектор резко прекращаются. В двухсекторной модели (без сектора услуг) такого эффекта не наблюдалось и спад в обрабатывающем секторе был постепенным. Это можно объяснить увеличением совокупной конкуренции секторов за факторы производства: обрабатывающему сектору приходится конкурировать не только за капитал, но и за труд. Основные выводы, справедливые для двухсекторной модели остаются справедливыми и в случае трех секторов.

Данные модели представляют собой лишь первый шаг на пути анализа роста и развития многосекторной экономики в условиях эндогенного технического прогресса и присутствия экзогенных цен на один из производимых в экономике продуктов (в данном случае, на ресурс). В условиях многосекторности и эндогенной динамики технического прогресса характер связи между секторами усложняется и, в некоторых случаях, для ее изучения приходится прибегать к методу численного моделирования. Однако, представляется весьма вероятным, что при наложении дополнительных условий и предположений о видах функций, динамику модели можно будет изучать и в непрерывном времени при помощи применения принципа максимума или принципа Беллмана. Аналитические решения были получены, но динамика технического прогресса в экономике предполагалась однородной (имеющей постоянный темп или же описываемой одним дифференциальным уравнением). Это условие для данных моделей не выполняется, и применение аналитических методов становится значительно более сложным.

Интересным вопросом является и изучение модели при возможности динамического изменения параметра институциональной среды (уровня образования) в экономике. В частности, можно рассматривать такие варианты государственной политики, когда государство тратит полученные средства не на субсидии обрабатывающему сектору, а на создание климата, более благоприятного инновациям, в частности, на повышение образовательного уровня или увеличения конкурентной среды.