

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра математической экономики

## ТРЕХСЕКТОРНАЯ МОДЕЛЬ ЭКОНОМИКИ

### АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 5 курса 561 группы

направления 09.03.03 – Прикладная информатика

**механико-математического факультета**

Кайряка Артемия Алексеевича

Научный руководитель

старший преподаватель

\_\_\_\_\_

С.Н. Купцов

Зав. кафедрой

д.ф.-м.н, профессор

\_\_\_\_\_

С.И. Дудов

Саратов 2020

**Введение.** В данной работе проведено исследование проблемы оптимального управления. Оно основано на принципе максимума Понтрягина. Выбор принципа максимума в качестве теоретической основы данного исследования обусловлен тем, что в задачах оптимального управления с непрерывным временем метод, основанный на принципе максимума, дает возможность определить аналитическую структуру функции оптимального управления.

Таким образом, появляется возможность найти аналитическое решение всей системы соотношений относительно неизвестных параметров, включающей в себя необходимые условия и ограничения исходной задачи [6], [7]. В то же время метод динамического программирования, основанный на принципе оптимальности Беллмана, не позволяет аналитически определить функцию оптимального управления даже в известных классических задачах, что отмечено, в частности, в работе [8].

Цель исследования – рассмотреть различные методы решения задачи оптимального управления.

Задачи исследования коррелируют его цели. Ими являются:

1. анализ трехсекторной модели экономики (модели закрытой экономики);
2. разработка математической модели управления инвестициями в закрытой модели трехсекторной экономики;
3. постановка задачи оптимального управления;
4. разработка алгоритма решения задачи оптимального управления;
5. программное решение задачи оптимального управления на основе принципа максимума Понтрягина;

Теоретической основой для написания данного исследования явились материалы периодических изданий, исследующих темы математической экономики, учебные пособия по макроэкономике, материалы сети Интернет.

Работа состоит из введения, основной части, включающей в себя три главы, разделенные на параграфы, заключения и списка использованной литературы. В основной части описываются теоретические основы, а также описание программного продукта, строящего график решения конкретной задачи, с помощью программного обеспечения MatLab.

**Основное содержание работы.** В первой главе работы дан анализ трехсекторной модели экономики и приведено содержание теории трехсекторной экономики в работах А. Фишера, К. Кларка и Ж. Фурастье.

В параграфе 1.1 определено, что по типу экономик и уровню развития различают следующие страны:

1. с доиндустриальной экономикой (как правило, страны с сырьевой экономикой или её основной долей);
2. с индустриальной экономикой;
3. с постиндустриальной экономикой;
4. страны со смешанными укладами экономик;
5. страны с инновационной экономикой (используются также термины: интеллектуальная экономика, новая экономика, информационная экономика, инновационно-информационная экономика и др.).

В параграфе 1.2 изложена краткая теория трехсекторной модели экономики, опираясь на работы А. Фишера, К. Кларка и Ж. Фурастье.

Трёхсекторная модель экономики (теория секторов, теория структурных изменений Фишера-Кларка, модель Кларка-Фишера) — теория, согласно которой экономика состоит из трёх секторов деятельности: добыча сырья (первичный), производственного (вторичный), и сфера услуг (третичный). Модель была разработана Аланом Фишером, Колином Кларком и Жаном Фурастье в работах 1935—1949 гг.

По К. Кларку каждая страна проходит три стадии развития: аграрную (производительность в стране растёт медленно), промышленную (рост производительности достигает максимума) и стадию преимущественного роста сферы услуг (темп роста производительности снова замедляется). В секторальной структуре занятости доля сельского хозяйства неуклонно снижается, доля промышленности сначала растёт, но в долгосрочном аспекте снижается, доля сферы услуг постоянно повышается [10].

В параграфе 1.3 определяется, что модель трехсекторной экономики представляет собой динамическую систему, в которой происходит одновременное развитие трех системно образующих элементов, отвечающих за жизнедеятельность и развитие трех секторов: материального, фондосоздающего и

потребительского. А также определяются оптимальные пропорции между секторами.

Согласно Ж. Фурастье, распределение рабочей силы между тремя секторами прогрессирует через различные этапы следующим образом:

1. первый этап — традиционная цивилизация (доиндустриальное общество), где занятость распределяется в первичном секторе — 70%, во вторичном секторе — 20%, в третичном секторе — 10%. Этот этап представляет собой общество с неразвитой наукой, с незначительным использованием техники. раннему средневековью европейских стран, или в текущее время современным развивающимся странам.
2. второй этап — индустриальное общество, где занятость в первичном секторе — 40%, во вторичном секторе — 40%, в третичном секторе — 20%. Чем больше развёртывается оборудования в первичном секторе, тем сильнее уменьшается число необходимых работников. В результате спрос на технику производства во вторичном секторе увеличивается. Второй этап начинается с индустриализации: механизация с глубокой переработкой (автоматизации) производства, с использованием конвейера. Третичный сектор начинает развиваться в финансовом и государственном секторе. Состояние развития соответствует развитым странам.
3. третий этап — постиндустриальное общество, где занятость в первичном секторе — 10%, во вторичном секторе — 20%, в третичном секторе — 70%. В первичном и вторичном секторе доминирует автоматизация, и таким образом спрос на рабочую силу падает в этих секторах. Рабочая сила перемещается в растущий третичный сектор. Ситуация теперь соответствует современным высокоразвитым странам. В экономике постиндустриального общества преобладает инновационный сектор с высокопроизводительной промышленностью, индустрией знаний, с высокой долей в ВВП высококачественных и инновационных услуг, с конкуренцией во всех видах экономической и иной деятельности, а также более высокой долей населения, занятого в сфере услуг, нежели в промышленном производстве.

Далее для определения оптимальных пропорций между секторами динамическая модель трехсекторной экономики приводится к ее статическому аналогу, вычисляются оптимальные разбиения по секторам труда и инвестиций.

А также рассматриваются вопросы оптимального управления экономикой РФ на основе перераспределения секторов ее трехсекторной модели.

Во второй главе работы проводится разработка математической модели управления инвестициями в закрытой динамической модели трехсекторной экономики.

В параграфе 2.2 рассмотрен набор функций удельного капитала в каждом секторе экономики. И сделан вывод, что конкретный вид функции управления, соответствующей принципу максимума, включая значение точек переключения управления, может быть определен численным методом.

В параграфе 2.3 приведены какие функционалы будут рассматриваться при решении задач оптимального управления, а также их частные случаи.

В третьей главе описан алгоритм аналитического решения поставленной задачи оптимального управления. В соответствии с этим алгоритмом, аналитическим методом была решена конкретная задача оптимального управления. А в параграфе 3.4 приведено программное решение той же задачи.

В заключении подводятся итоги проведенного исследования, формулируются выводы и предложения.

### **Заключение.**

В данной работе исследована математическая проблема оптимального управления, сформулированная на основе закрытой динамической модели трехсекторной экономики. Состояние системы описано набором функций удельного капитала в каждом секторе; параметр управления — величина, характеризующая объем удельных инвестиций фондосоздающего сектора, играющего ключевую роль в экономической системе.

Решение поставленной задачи оптимального управления основано на использовании принципа максимума Понтрягина. Определена общая структура управления, соответствующая принципу максимума. Описан алгоритм решения задачи оптимального управления, данный алгоритм применен на конкретном примере. Также была написана программа для построения графика решения задачи на языке MatLab.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Экономическая теория: учебник для студентов вузов, обучающихся по экономическим специальностям / под ред. И. П. Николаевой. - 2-е изд., перераб. и доп. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2008. - 527 с. - ISBN 978-5-23801449-4
2. Экономическая теория: Учебник / Под общ. ред. В. И. Видяпина, А. И. Добрынина, Г. П. Журавлевой, Л. С. Тарасевича. - М.: «ИНФРА-М», 2003. - 714 с. - ISBN 5-16-000300-2.
3. Курс экономической теории: учебное пособие / Под ред. А. В. Сидоровича. - М.: Издательство «Дело и сервис», 2007. - 1040 с. - ISBN 978-5-8018-0335-7.
4. Макроэкономика: Учебник / Под общ. ред. д. э. н., проф. Сидоровича; МГУ им. Ломоносова. - 6-е изд., стереотип. - М.: «Дело и сервис», 2004. - 448 с. - ISBN 5-86509-050-X
5. Борисов Е. Ф., Экономическая теория: учебное пособие / Борисов Е. Ф. -2-е изд., перераб. И доп. - М.: «Юрайт», 1999. - 384с. - ISBN 5-85294086-0
6. Вечканов Г. С., Вечканова Г. Р., Макроэкономика: учебник / Вечканов Г. С., Вечканова Г. Р. - 2-е изд. - СПб.: Питер, 2006. - 544 с.: ил. - ISBN 5469-00058-3
7. Агапова, Т. А. Макроэкономика: учеб. для студентов вузов / Т. А. Агапова, С. Ф. Серегина; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова, Ин-т переподготовки повышения квалификации преподавателей гуманитар. и соц. наук. - 9-е изд., доп. - М.: Маркет ДС, 2009. - 416 с.: ил.. -(Университетская серия). - Библиогр. в конце гл. - ISBN 978-5-94416-0232.
8. Экономическая теория / Под ред. А. И. Добрынина, Л. С. Тарасевича, 3-е изд. - СПб.: Изд. СПбГУЭФ, Изд. «Питер», 2004. - 544 с: ил. - (Серия «Учебник для вузов»). - ISBN 5-8046-0037-0
9. Габдуллин Р. Б. Экономическое развитие и проблемы моделирования экономического роста: методологический аспект / Габдуллин Р. Б. // Журнал экономической теории. - 2011. - №1. - с. 61-69
10. Салихов А. Р. Устойчивое развитие и качество экономического роста / Салихов А. Р. // Экономические науки. - 2008. - №48. - с. 30