ТУСУПОВА КАМШАТ БАКЫТЖАНОВНА

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ КЛАСТЕРНЫМИ ЭКОНОМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

АННОТАЦИЯ

диссертации на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности «6D070300 – Информационные системы»

Актуальность темы исследования. На практике существующие методы решения большинства прикладных и важных задач в экономике, таких как повышение конкурентоспособности на мировом рынке, глобализация экономических процессов, диверсификация и модернизация всех ее отраслей очень сложны и трудоемки. Поиск решения таких типов задач стала основой исследования экономических теорий математического моделирования в области экономики, принятия решений, исследования операций, системного анализа, оптимального управления и других методов и теорий. Среди таких методов следует особо отметить задачи оптимального управления (ЗОУ), которые охватывают большой спектр проблем. Например, ЗОУ в экономике рассматривает такие задачи, как достижение определенного уровня экономического развития в запланированное время, формирование равновесия между производителями и потребителями, оптимальное распределение трудовых ресурсов и финансирования в производственном процессе и оптимальное планирование их повышения, а в космической сфере – запуск искусственных спутников Земли, пилотируемые космические корабли, мягкая посадка на Луну, полеты к другим планетам Солнечной системы и т.д. Следует упомянуть, что во главе данного направления, возникшего в 60-е годы XX века, стоят такие великие математики, как Л.С. Понтрягин, Р. Беллман, В.Ф. Кротов.

Тем не менее, в настоящее время методы принятия решений с использованием теории оптимального управления в области экономики отстают в теоретическом и практическом развитии. Несмотря на то, что было опубликовано много статей на данную тему, можно заметить, что не предложены новые эффективные методы конкретно для ЗОУ в экономике. Этому есть причины. Например, на практике не всегда возможно найти аналитическое решение ЗОУ, в таких случаях возникает необходимость их решения на ЭВМ. Это, в свою очередь, требует детальных исследований таких проблем, как разработка отдельных вычислительных алгоритмов, создание систем программного обеспечения и базы знаний на основе этих алгоритмов, создание и предложение технологий разработки программных комплексов для реализации этих процессов в решении задач оптимального принятия решений и управления. Поэтому необходимость решения таких классов задач требует создания новых вычислительных и интеллектуальных

информационных систем, а исследование и разработка такого рода систем или модулей является актуальной.

На основе вышеизложенного можно представить актуальность диссертационной работы следующими пунктами:

1. Разработка информационной системы или модуля, реализующего алгоритмы решения задач вышеуказанного типа;
2. Построение алгоритма проведения численных расчетов для ЗОУ в экономике;
3. Построение алгоритома решения задач перевода экономической системы из заданного начального состояния $x(t_0) = x_0$ в желаемое конечное состояние $x(T) = x_T$ или $x(T) = 0$.

Целью исследовательской работы является разработка модуля моделирования и планирования для информационной системы управления отраслями, который осуществляет оптимальное распределение трудовых и инвестиционных ресурсов и обеспечивает сбалансированный рост в секторной экономике. Также, предоставить алгоритм построения синтезирующего управления для данного модуля в удобной форме для реализации на компьютере.

Задачи исследования. Исходя из поставленных целей, в диссертации рассматриваются следующие задачи:

1. Исследование и анализ существующих технологий и информационных систем для решения задач оптимального управления (ЗОУ);
2. Разработка модуля «Моделирования и планирования для оптимального распределения трудовых и инвестиционных ресурсов между секторами» для информационной системы управления (ИСУ) отраслями экономики;
3. Разработка алгоритмов построения синтезирующих управлений для данного модуля:

– Разработка алгоритма определения стационарного состояния равновесия для трехсекторной экономической модели кластера (ТЭМК);

– Разработка алгоритма поиска синтезирующего управления для линейной модели ТЭМК на конечном интервале времени без ограничений на значения управления;

– Разработка алгоритма поиска синтезирующего управления для линейной модели ТЭМК на конечном интервале времени с ограничениями на значения управления;

– Разработка алгоритма поиска синтезирующего управления для нелинейной модели ТЭМК на конечном интервале времени с ограничениями на значения управления;

– Разработка алгоритма поиска оптимальной стабилизации для нелинейной модели ТЭМК на бесконечном интервале времени с ограничениями на значения управления;

4. Создание программных средств, реализующих данные алгоритмы и систему;

5. Проверка работоспособности предлагаемого моуля на основе экспериментальных расчетов.

Объектом исследования является математическая модель ТЭМК, которая описывается системой обыкновенных дифференциальных уравнений и нелинейных алгебраических уравнений.

Предмет исследования. Разработка алгоритма построения синтезирующих управлений по принципу обратной связи для динамических систем с закрепленными концами траекторий.

Научная новизна.

1. Предложен модуль «Моделирования и планирования оптимального распределения трудовых и инвестиционных ресурсов между секторами» для ИСУ отраслями экономики;

2. В базе данного модуля предложены алгоритмы поиска синтезирующего управления для ТЭМК:

– Алгоритм определения стационарного состояния равновесия для ТЭМК;

– Алгоритм поиска синтезирующего управления для линейной модели ТЭМК на конечном интервале времени без ограничений на значения управления;

– Алгоритм поиска синтезирующего управления для линейной модели ТЭМК на конечном интервале времени с ограничениями на значения управления;

– Алгоритм поиска синтезирующего управления для нелинейной модели ТЭМК на конечном интервале времени с ограничениями на значения управления;

– Алгоритм поиска оптимальной стабилизации для нелинейной модели ТЭМК на бесконечном интервале времени с ограничениями на значения управления;

Структура и объем исследовательской работы. Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, заключения, списка использованной литературы и 4 приложений. Диссертация составляет машинописный текст объемом 122 страниц, в том числе 7 таблиц, 55 рисунков.

Теоретическая и практическая значимость исследования. Использование метода множителей Лагранжа специального вида в математической модели ТЭМК, заданной балансными соотношениями дает возможность планировать и организовать экономический кластер, исследовать переходные процессы, возникающие из-за изменения экономической политики. Разработанный модуль обеспечивает возможность интерактивно принимать оптимальные решения на основе существующей информации.

В работе проведены численные вычисления, которые дают возможность определить траектории оптимального распределения ресурсов между секторами на основе данных государственной статистической службы РК.

Диссертационное исследование берет начало от научного проекта грантового финансирования по теме «Разработка математических методов и алгоритмов оптимального распределения ресурсов для сбалансированного роста трехсекторной экономической модели кластера» (государственный регистрационный номер № 0115РК00763), действовавшего в 2015-2017 гг.

Основные положения, выносимые на защиту.

1. Разработка модуля «Моделирования и планирования оптимального распределения трудовых и инвестиционных ресурсов между секторами» для ИСУ отраслями экономики;

2. Разработка алгоритмов поиска синтезирующего управления для ТЭМК на базе данного модуля. В предлагаемом модуле для ТЭМК были разработаны алгоритмы для следующего класса задач:

– Разработка алгоритмов поиска синтезирующего управления для линейной модели ТЭМК на конечном интервале времени без ограничений на значения управления;

– Разработка алгоритма поиска синтезирующего управления для линейной модели ТЭМК на конечном интервале времени с ограничениями на значения управления;

– Разработка алгоритма поиска синтезирующего управления для нелинейной модели ТЭМК на конечном интервале времени с ограничениями на значения управления;

– Разработка алгоритма поиска оптимальной стабилизации для нелинейной модели ТЭМК на бесконечном интервале времени с ограничениями на значения управления.

Апробация научной работы и статей. Научные результаты работы изложены и рассмотрены в международных научных конференциях: IX международная Азиатская школа-семинар «Проблемы оптимизации сложных систем», Алматы, 2013 г. (д.ф.-м.н., профессор В.К. Попков, Россия); международная научная конференция «Science, technology and innovative technologies in the prosperous epoch of the powerful state», Туркменистан, Ашхабад, 2015 г.; международная научная конференция «Computational and Informational Technologies in Science, Engineering and Education», Алматы, 2015 г.; 36-я международная конференция «Information Systems Architecture and Technology», Польша, Карпач, 2015 г.; международная научная конференция «Современные инновации в науке и производстве, повышение качества образования», Экибастузский инженерно-технический институт имени К. Сатпаева, Экибастуз, 2014, 2017 гг.; международная научная конференция студентов и молодых ученых «Мир Фараби», Алматы, 2015 и 2018 гг.; 4-я международная научно-практическая конференция «Современные процессы и инновации в науке и производстве», РФ,

Кемерово, Междуреченск, 2015 г.; 10-я международная научная конференция «Research and applications in the field of intelligent information and database systems», Вьетнам, Донг Ной, 2018 г.; III международная научная конференция «Информатика и прикладная математика», Казахстан, Алматы, 26-29 сентября, 2018.

Диссертационная работа обсуждалась на научных семинарах кафедры «Информационных систем» и факультета «Информационных технологий» КазНУ имени аль-Фараби.

В процессе выполнения научной работы написано 20 научных работ, среди них:

3 статьи опубликованы в журналах, предложенных ККСОН МОН РК:

1. Тусупова К.Б. Оптимальное распределение инвестиций в трехсекторной модели экономики. Вестник КазНТУ, №5(105), 2014. – С. 431-435.

2. Тусупова К.Б. Экономикалық кластердегі өндіріс саласын үш секторлы үлгіге сәйкестендіру. ҚазҰТУ хабаршысы, №5(105), 2014. – Б. 435-441.

3. З.Н. Мурзабеков, К.Б. Тусупова. Решение задачи оптимального управления для нелинейной модели трехсекторного экономического кластера на конечном интервале времени. Вестник КазНИТУ, №4(128), 2018. – С. 152-159.

4 научных статьи опубликованы в журналах индексируемых в базах Scopus и Thomson Reuters:

1. Murzabekov Z., Marek Milosz M., Tussupova K. Modeling and optimization of the production cluster // Proceedings of 36th International Conference on Information Systems Architecture and Technology – ISAT 2015, – Part II.: –Wrocław University of Technology, Poland, 2015**.** Vol. 430. **–** P. 99-108.

2. Мурзабеков З.Н., Милош М., Тусупова К.Б.: Решение задачи поиска стационарного состояния в трехсекторной экономической модели кластера. Actual Problems of Economics, №3(165), 20ч15. – 443-453.

3. Murzabekov, Z., Miłosz, M., Tussupova, K. The Optimal Control Problem with Fixed-End Trajectories for a Three-Sector Economic Model of a Cluster**.** // 10th International scientific conferences on research and applications in the field of intelligent information and database systems, ACIIDS 2018: – Dong Hoi City, Viet Nam, 19 March, 2018. Vol. 10751 LNAI. – P. 382-391.

4. Marek Milosz, Zainel Murzabekov, Kamshat Tussupova, Saltanat Usubalieva. Optimisation of Discrete Processes with Bounded Control. Journal of Information Technology and Control. Vol. 47, № 4, 2018. – P. 684-690.

13 статей опубликовано в материалах международных научно-практических конференций:

1. Мурзабеков З.Н., Тусупова К.Б. Задача оптимального управления на бесконечном интервале времени в трехсекторной модели экономики. // Труды IX международной азиатской школы-семинара «Проблемы

оптимизации сложных систем»: – Алматы, Казахстан, Институт проблем информатики и управления, 2013. – С. 198-199.

2. Мурзабеков З.Н., Тусупова К.Б. Задача нелинейного программирования при наличии двусторонних ограничений. // Труды IX международной азиатской школы-семинара «Проблемы оптимизации сложных систем»: – Алматы, Казахстан, Институт проблем информатики и управления, 2013. – С. 197-198.

3. Тусупова К.Б. Создание структурной модели экономического кластера на основе трехсекторной модели экономики// Материалы международной научно–практической конференции в рамках XIII Сатпаевских чтений «Повышение качества образования и научных исследований», Екибастузский инженерно-технический институт им. академика К. Сатпаева: – Экибастуз, Казахстан, 16-17 мая, 2014. – С. 415-418.

4. Тусупова К.Б. Решение стационарной задачи трехсекторной модели экономики методом множителей Лагранжа// Материалы Международной научной конференции студентов и молодых ученых «Фараби әлемі»: - Алматы, Казахстан, 13-16 апрель, 2015. – С. 188.

5. Тусупова К.Б. Моделирование и поиск стационарного состояния производственного кластера // Материалы IV Международной научно–практической конференции «Современные тенденции и инновации в науке и производстве»: - Кемерово, Междуреченск, РФ, 8-10 апрель, 2015. – С. 150 – 151.

6. Zainelkhriet N.M., Tussupova K.B., Milosz M., Milosz E. Parametric analysis of the production cluster balance state // Abstracts of papers of the International Scientific Conference “Science, technology and innovative technologies in the prosperous epoch of the powerful state”: – Ashgabat, Turkmenistan, June 11-13, 2015. – P. 219-220.

7. Мурзабеков З.Н., Милош М., Тусупова К.Б. Моделирование распределения ресурсов в трехсекторной математической модели кластера // International Conference «Computational and Informational Technologies in Science, Engineering and Education»: abstracts, – CITech2015: – Алматы, Казакстан, 24-27 сентябрь, 2015. Казахский Национальный Университет им. аль-Фараби, 2015. – С. 216-217.

8. Мурзабеков З.Н., Тусупова К.Б. Оптимизация распределения ресурсов в трехсекторной модели экономического кластера // Материалы VI Международной конференции «Проблемы оптимизации и экономические приложения»: Омский Государственный Университет им. Ф.М. Достоевского, – Омск, РФ, 28 июнь – 4 июль, 2015. – С. 159.

9. Тусупова К.Б. Решение задачи поиска стационарного состояния в трехсекторной экономической модели кластера // Материалы международной научно-практической конференции в рамках XIV Сатпаевских чтений «Повышение качества образования и научных исследований», Екибастузский инженерно-технический институт им. академика К. Сатпаева: – Экибастуз, Казахстан, 15-16 мая, 2015. – С. 320-321.

10. Tussupova K.B. Problem definition of optimum control of the production cluster // Сборник трудов международной научно-практической конференции «Повышение качества образования, современные инновации в науке и производстве», Екибастузский инженерно-технический институт им. академика К. Сатпаева: –Экибастуз, Казахстан, 15-16 мая 2016. – С. 101-103.

11. Тусупова К.Б. Численные расчеты для задачи оптимальной стабилизации односекторной экономической модели кластера// Сборник трудов международной научно–практической конференции «Повышение качества образования, современные инновации в науке и производстве», Екибастузский инженерно-технический институт им. академика К. Сатпаева: –Экибастуз, Казахстан, 15-16 мая 2017. – С. 175-178.

12. Tussupova K.B. Modeling and optimization of the production cluster // V International Farabi Readings, Materials International Scientific Conference of Students and Young Scientists “Farabi Alemi”: - Almaty, Kazakhstan, 3-13 April, 2018. – P. 19.

13. Мурзабеков З.Н., Тусупова К.Б. Решение задачи оптимальной стабилизации одной нелинейной системы экономики с ограниченным управлением // Материалы III Международной научной конференции «Информатика и прикладная математика», посвященной 80-летнему юбилею профессора Бияшева Р.Г. и 70-летию профессора Айдарханова М.Б.: – Алматы, Казахстан, 26-29 сентября, 2018. – С. 332-341.