

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Е. В. Куркина «**Математические методы поддержки процесса перехода региональных экономических систем в режим устойчивого развития**», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Задача исследования процессов развития и управления открытыми неоднородными системами является весьма актуальной в силу широкой распространенности таких систем в различных сферах человеческой деятельности. В частности, такими являются экономические системы крупных территориальных образований. Математическое моделирование является важным методом анализа различных вариантов развития систем (натурные эксперименты здесь невозможны). В то же время, математический аппарат для исследования открытых неоднородных систем развит недостаточно и требует совершенствования.

В работе автор рассматривает открытые неоднородные системы в рамках общесистемного подхода. Для характеристики неоднородности и открытости системы введены соответствующие показатели.

В системах выделяется набор элементов, требование однородности к которым не предъявляется, это является отличительной особенностью исследования. Между элементами необходимо определить связи и структуру, образуемую связями и элементами. Предлагается восстановление передаточной функции системы по историческим данным для последующего её использования при составлении математической модели. Поскольку автором рассматривается класс открытых систем, на передаточную функцию накладываются ограничения вызванные необходимостью построения модели устойчивой к внешним воздействиям. Приводятся критерии устойчивости и на их основе формулируются требования к передаточному функционалу системы.

Цели функционирования системы (их может быть несколько) задаются управляющим центром. В работе предложен метод решения задачи векторной оптимизации, основанный на скаляризации векторного критерия. Следует отметить, что одной из особенностей подхода является выделение поликентроидных систем, в которых имеется несколько управляющих центров, причем их цели могут противоречить друг другу. Для разрешения подобных конфликтных ситуаций автором предлагается использовать аппарат теории игр: рассматривается игра двух игроков – главного

управляющего центра и коалиции внешних управляющих центров. В работе определены возможные стратегии игроков, предполагается, что игра будет проходить в смешанных стратегиях, получены формулы для вычисления вероятностей применения стратегий.

Важной особенностью диссертационного исследования является учет показателей качества при развитии открытой неоднородной системы в рамках теории трудности достижения цели, предложенной И. Б. Руссманом и его коллегами в конце 60-х годов прошлого века. Содержательная часть теории расширена посредством введения новых обобщенных операций и изучения алгебраических свойств коэффициентов трудности достижения цели. Метод построения оптимального контроля распространен на многокритериальную задачу, это позволяет строить минимальное число точек контроля, необходимых для достижения цели.

Важно отметить, что разработанные методы применены к моделированию экономической системы региона, которые помимо прочего позволили выделить в экономике региона новый класс элементов внешней среды, названный автором производственной лакуной. Этот класс объектов в работе исследован, выявлена его структура и предложены способы оценки масштаба производственной лакуны. В работе представлено дифференциальное уравнение, характеризующее скорость роста производственной лакуны в зависимости от характеристик региональной системы. На основе решения уравнения выявлены опосредованные способы влияния на производственную лакуну региона и даны практические рекомендации.

Практические результаты исследования были получены с помощью специально разработанного программного комплекса, в основу которого легли теоретические разработки автора. Программный комплекс включает все основные этапы моделирования региональной экономической системы – от восстановления производственных и квазититивных функций до организации контрольных мероприятий.

Таким образом, Е.В. Куркиным были получены следующие значимые результаты, отличающиеся научной новизной:

1. Рассмотрены методы моделирования открытых неоднородных систем. Введены необходимые определения, характеристики, проработаны вопросы устойчивости открытой неоднородной системы. Предложена базовая модель устойчивого развития открытой неоднородной системы.

2. Развита теория коэффициентов трудности достижения цели, в частности, введены новые операции и единичный элемент, получен ряд результатов о классе образуемых алгебраических систем. Введен на этой

основе новый тип обобщенной квазитативной функции – функции прироста качества.

3. Предложены модификации оптимизационного алгоритма Соболя и алгоритмов оптимального контроля системы для случая нескольких целевых функций.

4. При практическом моделировании выявлен и исследован новый класс объектов региональной экономической системы – производственная лакуна региона. Предложены методы оценки масштаба производственной лакуны, найдена функция позволяющая прогнозировать развитие производственной лакуны.

Замечания по диссертации.

1. Теорема 6 (стр. 84) звучит несколько странно: поставлена оптимизационная задача, теорема утверждает, что ее решение доставляет оптимум. В доказательстве говорится о «...связи с затратами, о которой говорилось выше», но в тексте этого нет, во всяком случае, в явной форме..

2. Ссылки на публикации соискателя в тексте диссертации, видимо, в неизменном виде заимствованы из автореферата, в результате они не соответствуют списку. В то же время, отсутствуют ссылки на некоторые источники (например, 38, 106, 107).

3. В системе (4.3)-(4.13) (стр. 103-105) не учтено естественное суммарное ограничение на труд. Что, если оптимальным окажется рост персонала в каждой отрасли вдвое?

4. Уравнение (4.34) (стр. 117) не сопровождается содержательным обоснованием, кроме того, слагаемое неучтенных факторов $o(t)$ не константа вопреки утверждению автора, к тому же не оговаривается ее размер (эта величина может мажорировать остальные слагаемые). Полученный результат (экспоненциальный рост производственной лакуны) следовало прокомментировать.

5. Встречаются математические и стилистические погрешности. Так, на стр. 71 выражение «Сложность алгоритма полного перебора точек куба» относится к континуальному множеству (о дискретизации говорится дальше), на стр. 53 встречается оборот «Решение модели» (модель это есть описание) и др.

6. На мой взгляд, автором принята неудачная форма записи алгоритмов, использующая операторы безусловного перехода. В результате в алгоритмы вкрались неточности (например, на стр. 73 от шага 8 не предусмотрен переход к предыдущим шагам, хотя это должно быть.)

Замечания не снижают интегральной положительной оценки представленной работы. Основные результаты опубликованы в 4 статьях в ведущих рецензируемых изданиях, рекомендованным ВАК РФ.

Автореферат адекватно отражает основное содержание работы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертационное исследование Е. В. Куркина содержит новые результаты как теоретического, так и прикладного характера, работа представляет безусловный интерес как для специалистов, занимающихся математическими моделированием и исследованием открытых неоднородных систем, так и для практиков, принимающих решения для конкретных систем такого вида.

Работа соответствует паспорту специальности 05.13.18. В частности в ней представлены новые методы математического моделирования (развитие теории трудностей коэффициентов достижения цели), численные методы (модифицированные алгоритмы оптимизации), разработан комплекс программ.

Диссертация соответствует п. 9 действующего Положения о порядке присуждения ученых степеней, поскольку является научно-квалификационной работой, в которой обоснованы системные решения, имеющие существенное значение для развития страны. Е. В. Куркин заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Официальный оппонент

доктор физико-математических наук, профессор,

профессор Уфимского государственного авиационного технического университета Бронштейн Ефим Михайлович



Подпись Бронштейна Е.М.
удостоверяю 07.03

Начальник ОО УГАТУ

