

«УТВЕРЖДАЮ»

ДИРЕКТОР ИСА РАН

ЧЛ.-КОРР. РАН



ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу Мазуровой Ирины Сергеевны "Численные методы построения оптимального управления в системах с запаздыванием", представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по 01.01.09 – «Дискретная математика и математическая кибернетика».

Актуальность темы диссертационной работы

Системы, описываемые интегро-дифференциальными уравнениями типа Вольтерра, играют значительную роль в исследовании многих прикладных задач. Они позволяют описывать объекты, свойства которых определяются эффектом последствия, и служат математическими моделями различных процессов в экономике, физике, социологии, биологии и т.д. При этом важным вопросом является исследование свойств таких систем, изучения влияния параметров на структуру решения. Кроме того, во многих прикладных задачах приходится оказывать целенаправленное воздействие на такие системы, т.е. управлять ими, поэтому разработка численных методов для построения приближенного оптимального управления является в настоящее время одной из важных практических задач.

Научная новизна исследования

Автором диссертации рассмотрена задача оптимального управления для модели хищник-жизва, описываемой системой интегро-дифференциальных уравнений. Особенностью этой модели является достаточно большая размерность задачи, большое количество параметров системы, наличие интегрального коэффициента рождаемости, позволяющего учитывать прошлое системы. Для нахождения численного решения задачи в работе применен метод быстрого автоматического дифференцирования, показана его эффективность по сравнению с методом прямого дифференцирования, а также применен генетический алгоритм, модифицированный с учетом большой размерности задачи. Рассмотрена задача оптимального управления для модели искусственной нейронной сети, описываемой системой интегро-дифференциальных уравнений, отличительной особенностью которой является нелинейность задачи по управлению и большая размерность управления. Определены необходимые условия оптимальности для построения весовых коэффициентов нейронной сети с учетом заданных ограничений и вида функционала. Разработаны численные методы обучения нейронной сети на основе метода быстрого автоматического дифференцирования и модифицированного генетического алгоритма. Предложенные автором алгоритмы реализованы на языке Java. Автором диссертационной работы проведены численные эксперименты по анализу траекторий системы в зависимости от параметров задачи, построено оптимальное управление этой системы при различных типах минимизируемых функционалов, а также проведено сравнение результатов, полученных методом быстрого автоматического дифференцирования и генетическим алгоритмом.

Практическая значимость работы

Разработанные принципы, алгоритмы и программное обеспечение могут найти широкое применение для решения практических задач,

связанных с использованием природных ресурсов, проведение сельскохозяйственных мероприятий. Предложенные в диссертации методы можно использовать при обучении специалистов в области разработки различных интеллектуальных систем с использованием искусственных нейронных сетей.

Достоверность и обоснованность научных положений и выводов диссертации

Достоверность полученных в диссертации результатов подтверждается корректным использованием теории оптимального управления, методов оптимизации, согласованностью практических результатов, полученных с помощью численных экспериментов, с теоретическими результатами, полученными в диссертационной работе. Достоверность полученных результатов подтверждается также апробацией основных результатов на 7 научных конференциях и публикацией в 15 научных трудах соискателя, в том числе 3 работы в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки России.

Оценка содержания работы

Диссертационная работа Мазуровой И.С. состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цель и задачи исследований, отмечены научная новизна, практическая ценность и результаты работы.

В первой главе рассмотрена задача оптимального управления для обобщенной модели хищник-жертва Лотки-Вольтерра с произвольным конечным числом классов хищников и жертв. Для исходной непрерывной задачи сформулирован принцип максимума. Разработаны численные методы построения оптимального управления на основе метода быстрого автоматического дифференцирования и на основе модифицированного

генетического алгоритма с учетом большой размерности задачи. Проведено сравнение результатов работы этих методов. Проведен анализ влияния параметров задачи и метода на динамику задачи и на оптимальное решение.

Во второй главе рассмотрена задача моделирования и обучения искусственной нейронной сети, динамика которой описывается системой интегро-дифференциальных уравнений. Сформулированы необходимые условия оптимальности весовых коэффициентов искусственной нейронной сети и внешнего управляющего воздействия. Задача обучения искусственной нейронной сети рассмотрена также как задача оптимального управления с нефиксированным временем. Разработаны численные методы построения оптимальных коэффициентов на основе быстрого автоматического дифференцирования и генетического алгоритма. Проведен сравнение результатов, полученных методом быстрого автоматического дифференцирования и генетическим алгоритмом, а также анализ влияния параметров задачи и методов на оптимальное решение задачи.

В третьей главе рассмотрены методы сведения многокритериальной задачи к задаче с одним критерием, а также этапы разработки программной реализации численных алгоритмов.

В заключении автором изложены основные выводы и результаты диссертационной работы.

Выводы по главам диссертации сформулированы корректно и соответствуют содержанию проведенного научного исследования, а полученные в работе результаты достаточно полно отображены в публикациях, в том числе, входящих в ВАК.

Автореферат соответствует содержанию диссертационной работы и не искажает ее смысла и полученных результатов.

Замечания по диссертационной работе

1. В диссертационной работе рассматриваются модели с распределенным запаздыванием, начальные условия которых задаются функциями, но не указано, какие функции используются при построении и анализе моделей, проведенных в работе.
2. При постановке задачи оптимального управления в задаче хищник-жертва в качестве одного из критериев используется функционал, характеризующий прибыль от реализации продукции, при этом можно было бы указать, какие функции прибыли рассматривались в работе и использовались для проведения численных экспериментов.

Высказанные замечания не снижают ценности работы и не влияют на ее общую положительную оценку.

Заключение

В целом диссертационная работа Мазуровой И.С. «Численные методы построения оптимального управления в системах с запаздыванием» представляет собой завершенную научно-исследовательскую работу на актуальную тему, выполненную автором на высоком научном уровне. Достоверность полученных результатов не вызывает сомнений. Все выводы достаточно обоснованы. Основные результаты опубликованы в рецензируемых журналах, рекомендуемых Минобрнауки для публикации результатов кандидатских диссертаций, и обсуждались в виде докладов на международных научных конференциях и достаточно полно отображены в автореферате.

Диссертационная работа Мазуровой И.С. соответствует всем требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» от 24 сентября 2013 г. №842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор – Мазурова Ирина Сергеевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук

специальности 01.01.09 – «Дискретная математика и математическая кибернетика».

Отзыв обсужден на семинаре лаборатории 7-3 Института системного анализа РАН. Протокол №14 от 20.11.2014 г.

Главный научный
сотрудник лаборатории 7-3 ИСА РАН,
д. ф.-м. н, профессор



Иванов Ю.Н.