

## **ОТЗЫВ**

**официального оппонента**

**доктора технических наук (05.13.01),**

**доктора технических наук, профессора**

**Никульчева Евгения Витальевича**

по диссертационной работе Ибадуллы Сабита Ибадуллаулы

**«Решение задачи синтеза системы управления методом**

**вариационного генетического программирования»**,

представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации» (промышленность)

**Актуальность темы диссертации.** Большое распространение автоматических систем управления технологическими процессами и робототехническими устройствами требует решение задачи синтеза управления в условиях различного рода ограничений и критериев качества. В настоящее время аналитические методы имеются только для линейных систем с квадратичным критерием качества. Практически же происходит то, что даже в случаях с известными моделями объектов управления, в качестве опорного решения задается форма выходного процесса (коробочка Солодовникова) и полнопереборными методами решается задача построения управляющего сигнала. При этом весь набор ограничений, терминальных критериев качества формулируется как ограничения на вид (форму) выходного процесса. Для многих объектов такое решение не дает робастного управления, и, в целом, не гарантирует решения задачи.

Тема исследования посвящена использованию современных методов — символьной регрессии, построенного на основе методов генетического программирования и сетевого оператора, метода вариационного генетического программирования.

Решение задачи синтеза управление происходит на основе эволюционного поиска и на алгоритмических решениях методами сетевого оператора и генетического программирования. В основе предложенного

исследования лежит принцип малых вариаций базисного решения, и структура данных в виде символьной последовательности.

Таким образом, важность задачи и новизна предлагаемого подхода, определяет актуальность темы диссертационного исследования и значение полученных научных результатов.

## **2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизна**

Научная новизна, заявленная автором заключается «в решении задачи синтеза системы управления вычислительным методом вариационного генетического программирования».

Однако исходя из содержания диссертации, можно признать научными результатами, обладающими новизной два алгоритмических решения:

- алгоритм синтеза управления методом вариационного генетического программирования, построенным на основе методов сетевого оператора и генетического программирования;
- эволюционный алгоритм поиска оптимального решения на основе принципа малых вариаций базисного решения в методе генетического программирования.

Полученные алгоритмы исследованы и обоснована их эффективность для рассматриваемого класса задач. Алгоритмы реализованы для системы управления мобильного робота (модели переднеприводного автомобиля) в условиях терминально заданных критериев качества на выходные параметры.

Работа состоит из трех глав. В первой главе сформулирована задача синтеза управления, как задача нахождения многомерной функции, определяющей по значениям компонент вектора состояния объекта управления такие значения компонент вектора управления, которые обеспечивают достижение цели управления при оптимальном значении критерия качества управления для различных начальных состояний объекта.

Изложены особенности метода вариационного генетического программирования. По сравнению с методом сетевого оператора метод вариационного генетического программирования может использовать любые

функции, в том числе некоммутативные и не ассоциативные функции, а также функции с любым количеством аргументов.

Обоснованно использования при поиске оптимального решения принципа малых вариаций базисного решения, заимствованного из метода сетевого оператора. Это позволило сократить область поиска оптимального решения на основе задаваемым экспертом опорного решения задачи синтеза управления.

В третьей главе диссертационной работы представлены примеры решения задач синтеза управления движением мобильного робота из различных начальных состояний в терминальное состояние с учетом пространственных ограничений и по различным пространственным траекториям. Моделирование полученные в результате решения задач систем управления показало эффективность построенных законов управления по разработанным алгоритмам.

Проведенные исследования и полученные на их основе научные положения, выводы и рекомендации теоретически обоснованы, что обеспечивается корректным использованием математического аппарата системного анализа на основе оптимальных базовых параметров, математической теории систем управления и интеллектуальных методов. Достоверность подтверждается преемственностью с апробированными теоретико-практическими подходами к решению задач управления, проведенными численными экспериментами, расчетами и их результатами, полученными и проанализированными автором в ходе исследования. Результаты работы апробированы на международных научных конференциях. Все основные научные результаты опубликованы в печатных работах.

Практическая значимость работы заключается в программной реализации алгоритмического решения в виде комплекса программ, предназначен для решения синтеза систем управления и в диссертационной работе применен для синтеза системы управления мобильным роботом.

### **Замечания**

1. В работе не представлена методика построения базисного решения, которое существенно влияет на эффективность поиска синтезирующей функции.

2. В результате решения задачи синтеза получается функция, зависящая от текущего состояния объекта, поэтому целесообразно было бы провести анализ влияния точности определения координат объекта.

### **3. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней.**

Диссертация Ибадуллы Сабита Ибадуллаулы является завершенной научно-исследовательской работой. В ней содержатся новые теоретические результаты и практические рекомендации, направленные на разработку алгоритмов синтеза управления методом вариационного генетического программирования.

Диссертация имеет внутреннее единство, логично и обоснованно приводящая к достижению сформулированной цели. Структура работы продумана. Введение, содержание глав, заключение, библиографический список, приложения дают полное и законченное представление о проделанных исследованиях и полученных результатах. Оформление диссертации отвечает требованиям к работам, сдаваемым в печать.

В автореферате представлены все основные результаты, полученные в диссертации, дано краткое изложение содержания всех ее разделов, отражена актуальность работы, ее цель, научная новизна, практическая ценность, реализация результатов и их апробация. Таким образом, содержание автореферата соответствует основным идеям и выводам диссертации.

Результаты, полученные в диссертационном исследовании, полностью отражены в 9 опубликованных научных работах, в том числе в 3-х работах, опубликованных в ведущих рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК, апробированы на научно-технических конференциях.

Содержание основных результатов соответствует специальности 05.13.01. – Системный анализ, управление и обработка информации (промышленность).

Диссертация «Решение задачи синтеза системы управления методом вариационного генетического программирования» является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задач синтеза

управления методом вариационного генетического программирования на основе принципа малых вариаций базисного решения, имеющей существенное значение для системного анализа, управления и обработки информации, в силу чего она отвечает требованиям п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней.

Считаю, что на основании защиты Ибадулла Сабит Ибадуллаулы заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Проректор по научной работе  
Негосударственного образовательного  
учреждения высшего образования  
Московский технологический институт

доктор технических наук (05.13.01),

профессор

Евгений Витальевич Никульчев

14.05.2015г.



*Подпись Е.В. Никульчева удостоверяю*  
*Заместитель управления делами*  
*Мур О.А. Куликова*  
14.05.15г.

Почтовый адрес: Россия, 119334, г. Москва, ул. Ленинский проспект, 38 А

Телефон: +7 (495) 648-62-26

Электронная почта: e\_nikulchev@mti.edu.ru