

## **ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА**

Новожилова Игоря Михайловича на диссертацию Ватаевой Елизаветы Юрьевны «Параметрический синтез нелинейных САУ при полиномиальной аппроксимации характеристик» представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

### **Актуальность темы диссертации**

Задача синтеза нелинейных систем автоматического управления является фундаментальной проблемой теории автоматического управления, которая привлекает внимание многих исследователей уже многие десятилетия. В силу сложности анализа и синтеза таких систем, с точки зрения единых математических и методологических подходов, многие классические задачи теории автоматического управления остаются нерешёнными. Особую актуальность задача синтеза нелинейных систем автоматического управления приобретает в связи с активным усложнением автоматических систем, внедряемых в различные отрасли науки и техники.

В работе рассматривается задача синтеза систем автоматического управления на основе модификации обобщенного метода Галёркина при наличии гладких нелинейных характеристик. Такие нелинейности присутствуют практически в любой реальной технической системе и оказывают существенное влияние на качество процессов управления.

Из вышесказанного следует, что рассматриваемые в диссертации задачи, безусловно, являются актуальными, и их решения позволяют синтезировать высококачественные и надежные систем управления техническими объектами и устройствами при наличии нелинейных статических характеристик.

### **Содержание работы**

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованных источников и семи приложений. Полный объём диссертации

составляет 187 страниц. Работа содержит 57 рисунков и 7 таблиц. Список литературы содержит 116 источников.

### **Новизна научных положений, выводов и рекомендаций. Теоретическая и практическая ценность диссертационной работы**

Научная новизна диссертации Ватаевой Е.Ю. определяется уже самой тематикой - параметрическим синтезом нелинейных САУ при полиномиальной аппроксимации характеристик.

Конкретные результаты, обладающие научной новизной, состоят в следующем:

- в распространении на новый класс аппроксимирующих функций (полиномиальная аппроксимация) обобщенного метода Галёркина при синтезе операторов управления непрерывных нелинейных САУ;
- в распространении на новый класс аппроксимирующих функций (полиномиальная аппроксимация) обобщенного метода Галёркина при синтезе операторов управления импульсных нелинейных САУ;
- в разработке алгоритма решения задачи синтеза САУ при полиномиальной аппроксимации нелинейных характеристик.

Теоретическая значимость работы состоит, прежде всего, в вычисленных рекуррентных аналитических соотношений для вычисления интегралов Галёркина целевых функций при решении задачи синтеза нелинейных непрерывных и импульсных САУ.

Практическая значимость диссертационной работы состоит в возможности использования результатов работы для синтеза реальных нелинейных систем автоматического управления. Весомую практическую ценность заключается в том, что модификация метода Галеркина позволяет реализовать алгоритм синтеза параметров регуляторов непрерывных и импульсных САУ при полиномиальной аппроксимации характеристик нелинейных элементов,

обеспечивающих заданные показатели качества работы системы в динамическом режиме.

### **Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и результатов, сформулированных в диссертационной работе**

Достоверность и степень научных положений, выводов и результатов диссертационной работы подтверждается корректным применением математического аппарата, результатами компьютерного моделирования, а также обсуждением результатов диссертационной работы на конференциях, семинарах и публикацией основных результатов диссертации в ведущих российских и зарубежных журналах.

Основные результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на Международной конференции по электромеханике и робототехнике «Завалишинские чтения» (Санкт-Петербург, 2018–2023), на Международной научной конференции «Волновая электроника и инфокоммуникационные системы» (WECONF, 2019–2023), на III Всероссийской научной практической конференции (Череповец, 2017), на Международной научно-практической конференции (Барнаул, 2017, 2019), международном форуме «Математические методы и модели в высокотехнологичном производстве» (Санкт-Петербург, 2021–2023). Также важно отметить что на основе диссертационного исследования был представлен проект «Синтез параметров и моделирование динамики нелинейных систем автоматического управления» на Всероссийском инженерном конкурсе (ВИК-2019), который занял третье место. В 2019 году работа «Hybrid stand for modeling extreme control systems» в XV Европейском конкурсе студенческих научных работ ISA (ESPC-2019) получила золотую медаль. В XVI Европейском конкурсе студенческих научных работ ISA (ESPC-2020) работа «Training complex for modeling nonlinear automatic control systems» получила серебряную медаль.

Всего по теме диссертации опубликовано 49 работ, из них 8 статей в рецензируемых научных журналах, входящих в перечень изданий, рекомендуемых ВАК Министерства высшего образования и науки Российской Федерации, 5 статей в рецензируемых изданиях, входящих в международные базы данных SCOPUS и WoS, 2 отчета о НИР и 34 работы в других изданиях и материалах конференций.

### **Замечания по диссертационной работе**

По диссертации имеются следующие замечания:

1. На стр. 186-187 приводится алгоритм синтеза нелинейных непрерывных и импульсных САУ, не описана подробно какая поисковая процедура применяется для минимизации функционала  $J$ .
2. В работе в качестве входного воздействия рассматривается скачкообразный сигнал, возможно ли рассматривать иное входное воздействие.
3. На рис. 3.1. не указано входное воздействие на систему.
4. В табл. 3.2. некорректно оформлены разрывы между строками.
5. К недостаткам следует отнести то обстоятельство, что не достаточно четко определены практические области применения модифицированного метода.

### **Выводы**

Отмеченные недостатки не снижают ценности результатов диссертации для теории и практики. Диссертационная работа Ватаевой Елизаветы Юрьевны «Параметрический синтез нелинейных САУ при полиномиальной аппроксимации характеристик» является законченной научно - квалификационной работой. Диссертация соответствует следующим пунктам паспорта специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика: 3 и 7.

В диссертации решена научная задача параметрического синтеза САУ при полиномиальной аппроксимации нелинейных характеристик. Диссертация

ция отвечает критериям изложенным в п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842 (с изменениями), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1.Системный анализ, управление и обработка информации, статистика, а её автор, Ватаева Елизавета Юрьевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по этой специальности.

Доцент кафедры автоматике и  
процессов управления,  
СПбГЭТУ «ЛЭТИ», к.т.н., доц.

  
  
  
  
ПОДПИСЬ  
ЗАМ. НАЧ. ОК  
« 11 »  
СВ  
ЗАВЕРЯЮ:  
М. В. СОКОЛОВА  
2024  
Новожилов Игорь Михайлович

Организация: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)

Почтовый адрес: СПбГЭТУ «ЛЭТИ», ул. Профессора Попова, дом 5 литера Ф, Санкт-Петербург, Россия, 197022.

Тел.: +7 812 234-46-51, адрес электронной почты: [info@etu.ru](mailto:info@etu.ru), сайт: <https://etu.ru/>