

## ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Гатауллиной Лилии Аглямовны на тему «Синтез скользящих режимов с заданным порядком и качеством при неполной информации», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (механика, машиностроение)»

На отзыв представлена диссертация Гатауллиной Лилии Аглямовны, включающая в себя 251 страницу машинописного текста, в том числе 154 страницы основного текста, 32 рисунка, список литературы из 66 наименований и 11 приложений.

### **Актуальность научного исследования.**

При разработке систем автоматического управления различными объектами большое значение имеет решение задачи построения эффективных управлений со сравнительно простой реализацией, малыми энергетическими затратами и высоким качеством управления.

Применение систем с переменной структурой (СПС), в которых реализуются скользящие режимы, является одним из возможных направлений создания таких систем.

Очевидно, что развитие и разработка эффективных алгоритмов разрывных и гибридных управлений на скользящих режимах, обеспечивающих при относительно несложной реализации требуемое качество переходных процессов с учетом действия различных возмущений, является актуальной задачей. Мало исследованными остаются также вопросы приведения систем в скользящие режимы с заданной малой размерностью и высоким качеством процессов управления в условиях невыполнения условий инвариантности. Большое значение при построении СПС имеет также анализ влияния на динамику системы неидеальностей в виде запаздывания в переключениях структур, зон нечувствительности и гистерезиса.

Таким образом, тема диссертационной работы Гатауллиной Л. А., посвященная синтезу управления на скользящих режимах и в которой решаются рассмотренные задачи, является актуальной.

### **Научная новизна.**

1. Разработан новый алгоритм управления на скользящем режиме, воспроизводящий желаемое модельное движение в условиях постоянного воздействия на объект управления неопределенных ограниченных возмущений. Получены новые алгоритмы идентификации неопределенностей и параметров объектов управления.

2. Проведен анализ динамических характеристик систем на скользящем режиме при запаздываниях в переключениях структур управления, с учетом зоны нечувствительности и гистерезиса в переключениях структур.

3. Предложен алгоритм регулирования установившихся параметров управления на скользящем режиме в системах с линейными стационарными и нестационарными объектами.

4. Предложены алгоритмы синтеза многоуровневых векторных разрывных и гибридных управлений с линейными стационарными и нестационарными объектами на скользящих режимах заданного порядка и качества управления.

5. Получено эффективное многоуровневое управление летательным аппаратом и управление двuosным гиросtabilизатором с оптическим прибором для условий действия неопределенных возмущений, основанное на алгоритме создания скользящих режимов с меньшей размерностью.

#### **Практическая значимость.**

Практическая ценность результатов заключается в том, что предложенные алгоритмы позволяют решать задачи синтеза систем управления объектами авиационно-космической техники и гиросtabilизаторами оптических приборов при полной и неполной информации о состоянии и постоянном воздействии неопределенных возмущений, которые могут и не удовлетворять условиям инвариантности.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ и грантов РФФИ.

Результаты работы использованы в учебном процессе Казанского государственного технического университета им А. Н. Туполева и Миасского филиала Южно-Уральского государственного университета, что подтверждено соответствующими актами использования.

#### **Оценка достоверности результатов исследования.**

Достоверность результатов обеспечивается корректным использованием математического аппарата, основных законов механики. Все выводы и алгоритмы получены на основе методов анализа и синтеза, со строгим доказательством выдвигаемых положений, с использованием допущений, общепринятых в теории управления и промоделированы в системе Matlab на численных примерах систем управления. Результаты моделирования согласуются с результатами проведенного анализа и синтеза. Полученные алгоритмы, методики и выводы математически обоснованы со строгими доказательствами положений и теорем и не противоречат результатам исследований других авторов.

Все представленные результаты являются новыми и достоверными, что подтверждается большим числом публикаций автора, реализацией полученных результатов на практике, что подтверждено имеющимися актами об использовании.

Основные результаты работы опубликованы в 33 печатных работах, в том числе 9 статей в печатных изданиях, рекомендованных ВАК, в 24 трудах конференций, семинаров и симпозиумов различного уровня.

Материалы диссертации неоднократно докладывались и обсуждались на международных и всероссийских конференциях.

Шесть работ диссертантом написаны самостоятельно.

### **Структура и содержание работы.**

Диссертация состоит из введения, четырех глав основных результатов работы, заключения, списка литературы и приложений.

Работа написана на хорошем математическом и теоретическом уровне, является продолжением научных результатов руководителя, которые диссертант творчески развил.

Во введении обоснована актуальность темы, приведены цель и задачи исследования.

В первой главе рассмотрены: алгоритм вывода уравнений скользящего режима; алгоритм воспроизведения в скольжении движений оптимальных модельных систем; алгоритмы приведения систем управления в скользящие режимы в номинальном варианте и при возмущениях.

Во второй главе рассматриваются скользящие режимы при неидеальностях в переключениях структур и регулирование параметров установившихся колебаний управлений в системах.

В третьей главе рассматривается многоуровневое векторное управление линейными объектами на скользящих режимах заданного порядка и качества при неполной информации.

Эффективность созданных диссертантом методик синтеза законов управления скользящими режимами подтверждена в четвертой главе применением полученных результатов к построению систем оптимальной стабилизации бокового движения летательного аппарата и управления двuosным гиросtabilизатором с оптическим прибором.

В заключении приведены основные результаты работы.

В каждой главе перечисляются поставленные задачи, исходные данные, методы решения на основе уравнений состояния, доказательства необходимых теорем и анализ полученных результатов.

Содержание диссертации изложено корректно, связно, последовательно и грамотно с использованием общепринятых математических и технических обозначений и названий. Все основные положения, выносимые на защиту, опубликованы в открытой печати, в том числе в журналах, рекомендованных ВАК.

Автореферат достаточно полно отражает содержание диссертации.

### **Соответствие работы паспорту специальности.**

Диссертация Гатауллиной Лилии Агьямовны соответствует специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (механика, машиностроение)» и отвечает следующим пунктам паспорта специальности:

1. Теоретические основы и методы системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации, – автор провел теоретическое исследование скользящих режимов в системах переменной структуры;

4. Разработка методов и алгоритмов решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации – автор рассмотрел синтез скользящих режимов заданного порядка и качества при неполной информации;

5. Разработка специального математического и алгоритмического обеспечения систем анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации – автор разработал программы в системе Matlab и провел моделирование систем оптимальной стабилизации бокового движения летательного аппарата и управления двусосным гиросtabilизатором с оптическим прибором.

### **Замечания по диссертации.**

1. Недостаточно подробно рассмотрены существующие методы построения СПС и условия реализации скользящих режимов. Список литературы желательно было бы расширить.

2. В работе желательно было бы представить структурные схемы систем управления, в которых синтезируются скользящие режимы.

3. Диссертация написана на достаточно высоком математическом уровне. Однако работа выглядела бы еще лучше, если бы полученные математические результаты анализа и синтеза систем управления во второй и третьей главах были проиллюстрированы результатами моделирования.

4. В работе упоминаются неопределенные возмущения, но не раскрыты их характеристики.

5. В третьей главе рассматривается многоуровневое векторное управление. Как это управление связано со структурой управляющего устройства?

6. Пункты основных результатов работы в автореферате и заключения в диссертации не совпадают.

7. Большой объем приложений – можно было бы оставить только листинги программ и блок-схемы алгоритмов, а на остальные материалы дать ссылки.

8. В тексте работы присутствуют отдельные опечатки, например, выражение «не идеальности», пункты заключения в диссертации обозначены с 6 по 9 и т. п.

Перечисленные замечания не влияют на положительную в целом оценку диссертационной работы и не снижают ценности проведенных исследований и полученных результатов.

### **Заключение**

Несмотря на указанные недостатки, необходимо отметить достаточно высокий теоретический уровень и практическую направленность проведенных исследований. Диссертация Гатауллиной Лилии Аглымовны является завершенной квалификационной работой, удовлетворяет требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения научных степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г., а ее автор

заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (механика, машиностроение)».

Результаты диссертации рекомендуется использовать на предприятиях, разрабатывающих системы автоматического управления авиационно-космических летательных аппаратов, а также при подготовке специалистов управленческого профиля в ВУЗах страны.

Официальный оппонент  Валерий Иванович Петунин

**Ученая степень:** доктор технических наук, 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации».

**Ученое звание:** доцент.

**Полное название организации, являющейся основным местом работы оппонента:**

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет» (УГАТУ).

**Должность:** Профессор кафедры информационно-измерительной техники.

**Почтовый индекс, адрес организации:** 450008, г. Уфа, ул. К. Маркса, д. 12, ФГБОУ ВО УГАТУ.

**Телефон:** 8 (347) 273-06-88.

**Адрес электронной почты:** petunin\_vi@mail.ru.





### Сведения об официальном оппоненте

по диссертационной работе Гатауллиной Лилии Аглямовны  
на тему «Синтез скользящих режимов с заданным порядком и качеством при  
неполной информации», представленную на соискание учёной степени  
кандидата технических наук по специальности 05.13.01 «Системный анализ,  
управление и обработка информации (механика, машиностроение)»

Фамилия, Имя, Отчество оппонента	Петунин Валерий Иванович
Шифр и наименование специальности, по которой защищена диссертация	05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации»
Ученая степень и отрасль науки	Доктор технических наук
Ученая степень	Доцент
Полное название организации, являющейся основным местом работы оппонента	ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет» (УГАТУ)
Почтовый индекс, адрес организации	450008, г. Уфа, ул. К. Маркса, д. 12
Занимаемая должность	Профессор кафедры информационно- измерительной техники
Телефон	8 (347) 273-06-88
Адрес электронной почты	petunin_vi@mail.ru
Список основных публикаций оппонента по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет	1. Петунин В.И., Неугодникова Л.М. Ограничение и предупреждение опасных режимов при автоматическом управлении движением летательных аппаратов // Вестник УГАТУ. 2014. Том 18, № 4 (65). – С. 99-104. 2. Петунин В.И., Неугодникова Л.М. Метод построения систем автоматического управления с ограничением предельных параметров летательных аппаратов // Изв. вузов. Авиационная техника. 2015. № 3. – С. 28- 34. 3. Петунин В.И. Логико-динамические системы с селективным выбором каналов управления авиационными объектами: монография. – М.: «Издательство «Инновационное машиностроение», 2018. – 291 с.

Официальный оппонент \_\_\_\_\_

Валерий Иванович Петунин



Подпись Петунин В.И.  
 Удостоверяю « 04 » 12 20 18 г.  
 Начальник отдела документационного обеспечения  
 и архива Анна Павловна Ширяева