

## ОТЗЫВ

председателя диссертационного совета на диссертацию

Волошина Михаила Витальевича

на тему: «Анализ асимптотического поведения решений и синтез стабилизирующих управлений для нелинейных нестационарных разностных систем», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (физико-математические науки).

Актуальность работы.

Диссертационная работа Волошина М.В. посвящена решению важной задачи – развитию методов анализа и синтеза нелинейных неавтономных разностных систем. Работа носит, по большей части, теоретический характер. С одной стороны, такие системы широко применяются при моделировании различных процессов и явлений, динамика которых имеет дискретный характер. С другой стороны, разностные уравнения используются для приближенного описания непрерывных процессов, в частности, в задачах численного моделирования. Поэтому исследование динамики таких систем и развитие методов управления ими является актуальной проблемой современной теории управления.

Структура работы

Текст диссертации содержит 110 страниц и 18 иллюстраций. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы, который содержит 80 источников.

В главе 1 приводятся основные определения, используемые в работе, даны формулировки известных теорем об асимптотической устойчивости и диссипативности.

В главе 2 изучаются нелинейные неавтономные обобщенно-однородные разностные системы, находящиеся под воздействием нестационарных возмущений. Предполагается, что нулевые решения соответствующих усредненных дифференциальных систем асимптотически устойчивы. С помощью развития метода усреднения и специальной конструкции неавтономной функции Ляпунова доказана теорема об условиях асимптотической устойчивости и диссипативности для возмущенных разностных систем. Отметим, что классические результаты об устойчивости и ограниченности решений, полученные с помощью метода усреднения, справедливы только для систем, содержащих малый параметр. В диссертации доказано, что для рассмотренных классов существенно нелинейных разностных систем для обоснования применения метода усреднения наличие малого параметра не требуется.

Глава 3 посвящена использованию результатов главы 2 в задачах управления дискретными системами.

В главе 4 решаются аналогичные задачи для разностных систем, правые части которых представлены в виде линейных комбинаций секторных нелинейностей степенного типа.

В главе 5 рассматриваются нелинейные разностные системы с переключениями режимов функционирования. Считается, что при каждом фиксированном режиме нулевое решение соответствующей подсистемы асимптотически устойчиво. Устанавливаются условия, при выполнении которых переключения не нарушают устойчивости. Для трех разных видов нелинейностей определены классы допустимых законов переключения и исследована область притяжения нулевого решения.

Новизна работы

Работа лежит в русле школы теории управления СПбГУ, данная тематика развивается уже на протяжении многих десятков лет.

Для решения поставленных задач в диссертации используются дискретный аналог метода функций Ляпунова и метод усреднения. Автором предложен новый способ построения функций Ляпунова для определенных типов нелинейных неавтономных разностных систем, с помощью которого ему удалось ослабить известные условия на возмущения, при выполнении которых они не нарушают асимптотической устойчивости и предельной ограниченности решений.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что Волошиным М.В. разработаны новые подходы к анализу и синтезу нелинейных неавтономных разностных систем. Результаты диссертации имеют как теоретическое, так и прикладное значение. Диссертация Волошина М.В. является цельным и в определенном смысле законченным научным исследованием.

#### Стиль изложения и оформления.

В целом стиль и логичность изложения текста диссертационной работы соответствует необходимому уровню для понимания ее содержания, в частности, поставленной цели, задач и полученных результатов, а графические материалы в полной мере дополняют ее содержание.

#### Замечания по работе.

По тексту диссертации имеются следующие замечания:

1. Приведенные в диссертации примеры имеют иллюстративный характер. Было бы интересно и полезно применить разработанные подходы к решению какой-либо практической задачи.
2. По сравнению с известными результатами, новизна теорем, доказанных в главах 2, 3 и 4, состоит в расширении класса допустимых нестационарных возмущений, при которых сохраняются устойчивость и диссипативность. Однако во всех примерах, приведенных в указанных главах, рассматривается одна и та же нестационарная функция, введенная

в параграфе 2.6. К сожалению, автор не исследует вопрос описания классов функций, для которых не применимы известные результаты, а его теоремы позволяют доказать сохранение требуемых свойств решений.

3. В главе 3 рассматриваются некоторые задачи управления нелинейными нестационарными разностными системами. Следует отметить, что в этой главе используются известные способы построения стабилизирующих управлений для соответствующих непрерывных систем. Таким образом, новизна результатов данной главы состоит не в новых методах синтеза управлений, а в исследовании влияния дискретизации и нестационарных возмущений на замкнутые системы.
4. К сожалению, автор не приводит конкретных примеров прикладных задач, в которых бы использовались модели, описываемые нелинейными системами из глав 4 и 5 диссертации.
5. Количество положений, выносимых на защиту, кажется чрезмерным – 7. Некоторые из положений можно было бы объединить, сделав их более емкими и информативными

#### Подтверждение опубликования основных результатов диссертации

По теме исследования автором опубликовано 17 статей (6 из них – в журналах из списка ВАК). Результаты были представлены на восьми международных конференциях. Содержание публикаций полностью соответствует основным положениям диссертации.

#### Заключение

Сделанные замечания не влияют на общую положительную оценку диссертации.

Диссертация Волошина Михаила Витальевича на тему: «Анализ асимптотического поведения решений и синтез стабилизирующих управлений для нелинейных нестационарных разностных систем» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от

01.09.2016 № 6821/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Волошин Михаил Витальевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (физико-математические науки). Пункт 11 указанного Порядка диссертантом не нарушен.

Председатель диссертационного совета

Д.т.н., доцент,

Профессор кафедры компьютерного моделирования

и многопроцессорных систем

ПОДПИСЬ

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized initial 'Д' followed by a series of loops and a long horizontal stroke at the bottom.

А.Б.Дегтярев

28.04.2021