

## **ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОПШОНЕТА**

**на диссертационную работу Джамхур Махмуда Исмаила Аль Обаиди «Методы топологической степени в некоторых задачах нелинейного анализа», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.01– вещественный, комплексный и функциональный анализ**

### **Актуальность**

Понятие степени топологического отображения и связанные с ним идеи и методы анализа нелинейных систем играют важную роль в различных областях современной математики. Так, например, с его помощью можно получить достаточные условия разрешимости дифференциальных, интегральных уравнений, условия существования периодических решений нелинейных дифференциальных уравнений в банаховых пространствах. Как правило, отмеченные выше задачи сводятся к вопросу о существовании неподвижных точек у операторов, порождаемых соответствующими уравнениями. В сороковых годах прошлого века понятие степени топологического отображения было обобщено на многозначные отображения с выпуклыми значениями соответствующих операторов. Основные результаты в этом направлении касались отображений компактного типа. Несмотря на очевидные успехи, достигнутые в этой области (первые публикации в рамках обозначенной тематики появились достаточно давно) некоторые вопросы и по сей день остаются открытыми. Сложность и существенная нелинейность уравнений из упомянутых областей, затрудняет применение стандартных методов нелинейного анализа. В ряде важных случаев приходится исследовать не компактные многозначные отображения, образы которых не являются выпуклыми (например, оператор сдвига по траекториям дифференциальных уравнений в условиях отсутствия единственности решения, дифференциальные

включения с не выпуклыми характеристиками). Это обстоятельство, на мой взгляд, обуславливают актуальность и важность темы диссертации.

### **Научная новизна**

В работе получен ряд новых результатов, из которых отмечу следующие:

- определена степень топологического отображения для класса псевдоциклических векторных полей относительно замкнутого выпуклого подмножества в локально выпуклом пространстве;
- получены новые достаточные условия существования неподвижных точек у псевдоциклических многозначных отображений;
- найден топологическая степень эквивариантных и нечетных псевдоциклических многозначных векторных полей;
- определена и изучена топологическая степень для класса фундаментально сужаемых псевдоциклических многозначных векторных полей в локально выпуклых пространствах, что позволило получить новые достаточные условия существования неподвижных точек у уплотняющих псевдоциклических многозначных отображений;
- установлены новые достаточные условия разрешимости и существования периодических решений дифференциальных включений в банаховом пространстве.

### **Теоретическая и практическая значимость**

В целом работа носит теоретический характер. Полученные результаты могут найти применения при анализе многозначных не выпуклозначных отображений. В частности, в ряде важных случаев, из результатов работы можно получить достаточные условия существования неподвижных точек у многозначных отображений определенного класса. Также представляются важными и полезными для теории дифференциальных включений в банаховом пространстве условия, гарантирующие существование решений, а при выполнении некоторых дополнительных условий, периодических решений.

Отдельно отмечу, что последние результаты вполне могут найти и практическое применение при анализе динамических и управляемых систем со сложными (многозначными) нелинейностями. В качестве примера приведу системы управления с гистерезисными звеньями. Как известно, один из подходов при изучении таких систем связан с переходом к дифференциальным включениям, в которых гистерезисные нелинейности формализуются посредством многозначных операторов с не всегда выпуклыми характеристиками. Таким образом, в работе получены важные теоретические результаты, имеющие перспективу применения в прикладных задачах.

### **Общая характеристика**

Работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы. По теме диссертации своевременно опубликовано 8 печатных работ, три из которых из списка, рекомендованного ВАК РФ. Автореферат, в целом, правильно и полно отражает содержание диссертации.

В целом работа выполнена на высоком научном уровне, с преобладанием современных методов исследования, использованием техники математического и функционального анализа, топологических методов, теории дифференциальных включений. Основные положения работы аккуратно и полностью доказаны.

### **Замечания**

В заключении отмечу некоторые недостатки:

1. Свойства фундаментальных множеств (глава 2 стр.53) устанавливаются в леммах 2.1.3 и 2.1.4. Эти утверждения действительно несложно проверить непосредственно воспользовавшись определением, однако, на мой взгляд, их следовало бы снабдить минимальными комментариями.

2. В целом, в диссертации явно не хватает иллюстративных примеров. Основные результаты работы носят абстрактный характер, поэтому в части,

касающейся дифференциальных включений, было бы желательно увидеть больше примеров, иллюстрирующие соответствующие теоремы.

3.В доказательстве теоремы 3.3.9 (стр. 82) содержатся не выверенные ссылки.

Перечисленные недостатки не влияют на общую положительную оценку работы, являющуюся законченным научным исследованием, выполненным на актуальную тему, в котором получены новые научные результаты важные с теоретической и прикладной точек зрения.

На основании изложенного, считаю, что работа Джамхур Махмуда Исмаила Аль Обаиди «Методы топологической степени в некоторых задачах нелинейного анализа удовлетворяет требованиям ВАК Российской Федерации (п. 9 - 14 Положения), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присвоения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.01– вещественный, комплексный и функциональный анализ.

Официальный оппонент,  
доктор физико-математических наук,  
профессор, профессор кафедры  
теоретической гидрометеорологии



М.Е. Семенов

394056, Воронеж, ул. Старых большевиков, 54А ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия им. проф.Н.Е. Жуковского и Ю.А.Гагарина»

Тел. +74732266013; e-mail: mkl150@mail.ru

Подпись Семенова М.Е. заверяю.  
Ученый секретарь ученого совета академии,  
Кандидат военных наук, профессор



А.А. Томилов

06.03.2015