

РЕКТОР «МИЛЛИИ НАЦИОНАЛНИИ ДАВЛАТИ»  
Ректор Таджикского национального  
университета, член-корреспондент Академии  
наук Республики Таджикистан, доктор  
юридических наук, профессор

Насриддинзода Эмомали Сайфиддин

«27» 03 2024 г.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

кафедры функционального анализа и дифференциальных уравнений Таджикского  
национального университета

Диссертация Рахматова Джамшеда Шавкатовича «К теории нечетких и стохастических дифференциальных уравнений и ее приложения» выполнена на кафедре функционального анализа и дифференциальных уравнений механико-математического факультета Таджикского национального университета (ТНУ).

Рахматов Джамшед Шавкатович в 2017 г. окончил механико-математический факультет Таджикского национального университета (ТНУ) по специальности «математик, учитель математики».

С 2019 по 2023 гг. Рахматов Джамшед Шавкатович являлся соискателем кафедры функционального анализа и дифференциальных уравнений механико-математического факультета Таджикского национального университета по специальности 01.01.02 – Дифференциальные уравнения, динамические системы, оптимальное управление.

С 2013 по 2016 гг. работал на должности специалиста Отдела международных связей Президиума Академии наук Республики Таджикистан. С 2016 по 2019 гг. инженер-программист Центра инновационного развития науки и новых технологий Академии наук Республики Таджикистан. С 2019 г. по настоящее время заместитель директора по науке Центра инновационного развития науки и новых технологий Национальной академии наук Таджикистана и одновременно продолжает научно-исследовательскую работу по завершению своей диссертации.

Удостоверение № 151 о сдаче кандидатских экзаменов выдано 12 декабря 2022 г. в Таджикском национальном университете.

Научный руководитель: Илолов Мамадшо Илолович – академик НАНТ, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий отделом математического моделирования динамических процессов Центра инновационного развития науки и новых технологий Национальной академии наук Таджикистана.

По итогам обсуждения диссертации принято следующее заключение.

## Заключение

Диссертация Рахматова Дж.Ш. «К теории нечетких и стохастических дифференциальных уравнений и ее приложения», представленная на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, соответствует требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней ВАК при Президенте Республики Таджикистан и является научно-квалификационной работой, в которой впервые исследуются некоторые классы нечетких и стохастических дифференциальных и интегро-дифференциальных уравнений с целыми, дробными и дробноподобными порядками производных. Все полученные в диссертационной работе результаты являются новыми. Доказаны леммы и теоремы о свойствах нечетких случайных переменных (величин) и их математическое ожидание, аналог теоремы Радстрема на случай обобщенного дифференциала нечеткой функции, определены теоремы существования и единственности решений нечетких дифференциальных уравнений с дробноподобными частными производными, определена теорема существования и единственности решения нечеткого интегро-дифференциального уравнения Урысона, найдена формула явного решения линейного стохастического дифференциального уравнения с начальным условием и с почти секториальным неограниченным оператором в главной части, доказаны теоремы второго (прямого) метода Ляпунова об устойчивости решений стохастических уравнений с дробноподобной производной, а также найдено решение одной конкретной задачи математической эпидемиологии возникающей при анализе режимов распространения пандемии COVID-19.

Диссертация к защите представляется впервые.

Основные результаты диссертационной работы опубликованы в следующих девятнадцати статьях.

**В журналах, зарегистрированных в реестре ВАК при Президенте Республики Таджикистан:**

[1—А] Рахматов Дж. Ш. О начально-краевой задаче для нечеткого уравнения теплопроводности [Текст] / М. Илолов, Дж. Ш. Рахматов // Вестник Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева, Серия Математика. Информатика. Механика. — 2018. — №2 (123). — С 71-75.

[2—А] Рахматов Дж. Ш. Дробные интегро-дифференциальные включения типа Хейла в банаховом пространстве [Текст] / М. Илолов М., Д.Н. Гулджонов, Дж.Ш. Рахматов // Известия АН РТ. — 2019. — №1(174). — С 7-16.

[3—А] Рахматов Дж. Ш. Функционально-дифференциальные включения типа Хейла с дробным порядком производной в банаховом пространстве [Текст] / М. Илолов, Д. И. Гулджонов, Дж. Ш. Рахматов // Чебышевский сборник. — 2019. — т. 20, вып. 4. — С 208-225.

[4—A] Rahmatov J. Sh. Fractional stochastic evolution equations: Whitenoise model [Text] / M. Ilolov, K. S. Kuchakshoev, J. Sh. Rahmatov // Communications on Stochastic Analysis. — 2020. — 14(3-4). — P 55-69.

[5—A] Рахматов Дж. Ш. Эволюционные уравнения дробного порядка с запаздыванием в банаховом пространстве [Текст] / М. Илолов, С. Расули (ИРА), Дж. Ш. Рахматов. // Известия АН РТ. - 2020. - №3(180). - С 7-21.

[6—A] Rahmatov J. Sh. Lyapunov function and stability of solutions of stochastic differential equations with fractional-like derivatives [Text] / M. Ilolov, K. Kuchakshoev, J. Sh. Rahmatov // Global and Stochastic Analysis. — 2021. — V. 8 №2. - P 87-99.

[7—A] Рахматов Дж. Ш. Дробные эволюционные стохастические дифференциальные уравнения [Текст] / М. Илолов, Х. С. Кучакшоев, Дж. Ш. Рахматов // Известия НАНТ. - 2021. - №3(184). - С 7-25.

[8—A] Рахматов Дж. Ш. Нечеткое интегро-дифференциальное уравнение типа Урысона [Текст] / Дж. Ш. Рахматов // Доклады НАН Таджикистана. - 2021. - том 64, №9-10. - С 491 - 500.

[9—A] Рахматов Дж. Ш. Дробные эволюционные стохастические дифференциальные уравнения [Текст] / М. Илолов, Х. С. Кучакшоев, Дж. Ш. Рахматов // Известия НАНТ. - 2021. - №3(184). - С 7-25.

[10—A] Rahmatov J. Sh. Nonlinear stochastic equation in epidemiology [Text] / Ilolov M., Kuchakshoev K., Mirshahi M., Rahmatov J. Sh. // Global and Stochastic Analysis Vol. — 10 № 3. — P 75-84.

#### **В других изданиях:**

[11—A] Рахматов Дж. Ш. Нечеткое уравнение теплопроводности [Текст] / М. Илолов, Дж. Ш. Рахматов // Современные проблемы математики и её приложений. Материалы международной научной конференции, посвященной 70 - летию со дня рождения академика АН РТ, доктора физико - математических наук, профессора Илолова Мамадшо. — Душанбе. — 2018. — С 113 - 118.

[12—A] Рахматов Дж. Ш. Об одном приложении теоремы Красноселвского о неподвижной точке [Текст] / М. Илолов, Дж. Ш. Рахматов // Материалы республиканской научной конференции «Математический анализ и его приложения», посвященной 80-летию видного таджикского математика, профессора Бекназара Имомназарова. — Таджикистан. — Душанбе. — 10-11 июня 2019г. - Душанбе. - ТНУ. - С 101-109.

[13—A] Рахматов Дж. Ш. Об одной теореме существования для функционально-дифференциальных включений [Текст] / М. Илолов, Д. И. Гулджонов, Дж. Ш. Рахматов // Материалы международной научной конференции, посвященной 70-летию профессора Джангибекова Гулходжа (Таджикистан, Душанбе, 30-31 января

2020 г.) «Сингулярные интегральные уравнения и дифференциальные уравнения с сингулярными коэффициентами». — ТНУ. — Душанбе. - 2020. - С 131-135.

[14—А] Рахматов Дж. Ш. О стохастической инвариантности дробных дифференциальных включений [Текст] / М. Илолов, С. М. Лашкарбеков, Дж. Ш. Рахматов // Актуальные проблемы современной математики. Материалы международной конференции, посвященной 80-летию со дня рождения доктора физико-математических наук, профессора Темура Собирова (Душанбе, 25-26 июня 2021 г.). - С 82-84.

[15—А] Рахматов Дж. Ш. О решениях нечетких дифференциальных уравнений дробного порядка. Современные методы теории функций и смежные проблемы [Текст] / М. Илолов, Дж. Ш. Рахматов // Материалы Международной конференции «Воронежская зимняя математическая школа» (Воронеж, 28 января - 2 февраля 2021 г.). Воронежский государственный университет; Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова; Математический институт им. В.А.Стеклова РАН. — Воронеж: Издательский дом ВГУ. - 2021. - С 129-131.

[16—А] Рахматов Дж. Ш. Об эквивалентности экспоненциальной дихотомии и устойчивости по Хайеру-Улам линейных периодических дифференциальных уравнений в банаховом пространстве [Текст] / М. Илолов, Дж. Ш. Рахматов // Уфимская осень, математическая школа: Материалы международной научной конференции (г.Уфа, 6-9 октября 2021 г.). В двух томах. — Том 1. — Уфа: Аэтерна. — 2021. — С 189-191.

[17—А] Рахматов Дж. Ш. Задача Коши для дробных абстрактных стохастических дифференциальных уравнений [Текст] / М. Илолов, Рахматов Дж. Ш., С. М. Лашкарбеков // Материалы Конференции “7th International Conference on Stochastic Methods” - спутниковая конференция Международного конгресса математиков 2022 (МКМ-2022) (2-9 июня 2022 г., г. Геленджик, пос. Дивноморское)

[18—А] Рахматов Дж. Ш. Об одном примере почти секторального оператора [Текст] / М. Илолов, Дж. Ш. Рахматов, С. М. Лашкарбеков // Материалы международной научной конференции «Современные проблемы математического анализа и теории функций», посвященной 70-летию академика НАН Таджикистана Шабозова Мирганда Шабозовича (Душанбе, 24-25 июня 2022 г.). - 2022. - С 238-241.

[19—А] Рахматов Дж. Ш. Дробные стохастические дифференциальные уравнения с процессом Леви [Текст] / М. Илолов, С. М. Лашкарбеков, Дж.Ш. Рахматов // Современные методы теории функций и смежные проблемы: материалы. Международной конференции: Воронежская зимняя математическая школа (27 января - 1 февраля 2023 г.). — Воронеж: Издательский дом ВГУ. - 2023. - С 171-175.

Результаты, изложенные в работе [8—А], получены автором самостоятельно. Из совместных с научным руководителем статей [1—А]-[7—А], [9—А]-[19—А] соавтору принадлежит постановка задач и выбор метода доказательств результатов. Степень обоснованности полученных в диссертации научных результатов подтверждается строгими математическими доказательствами. Все теоремы,

утверждения и формулы в диссертации обеспечены строгими доказательствами, ряд выводов согласуются с исследованиями других авторов. В диссертации используются методы функционального, нечеткого и стохастического анализа.

Актуальность и целесообразность диссертационной работы определяется тем, что в ней впервые определены нечеткие случайные переменные и их математические ожидания и изучены их свойства, дана концепция обобщенного дифференциала нечеткой функции и установлен аналог теоремы Радстрема, доказаны теоремы существования и единственности решений нечетких дробноподобных дифференциальных уравнений в частных производных на основе двойного дробноподобного преобразования Лапласа, доказана теорема существования решений нечеткого интегро - дифференциального уравнения типа Урысона, найдены явные формулы для решения линейной стохастической задачи Коши с почти секториальным неограниченным оператором в главной части, доказаны основные теоремы второго метода Ляпунова об устойчивости решений стохастических уравнений с дробноподобным производным, приведен подробный анализ конкретной задачи математической эпидемиологии возникающей при изучении режимов распространения пандемии COVID-19.

#### **Основные результаты:**

1. Определены нечеткие случайные переменные и их математические ожидания и изучены их свойства.
2. Дана концепция обобщенного дифференциала нечеткой функции и установлен аналог теоремы Радстрема.
3. Доказаны теоремы существования и единственности решений нечетких дробноподобных дифференциальных уравнений в частных производных на основе двойного дробноподобного преобразования Лапласа.
4. Доказана теорема существования решений нечеткого интегро - дифференциального уравнения типа Урысона.
5. Найдены явные формулы для решения линейной стохастической задачи Коши с почти секториальным неограниченным оператором в главной части.
6. Доказаны основные теоремы второго метода Ляпунова об устойчивости решений стохастических уравнений с дробноподобным производным
7. Приведен подробный анализ конкретной задачи математической эпидемиологии, возникающей при изучении режимов распространения пандемии COVID-19.

Основные результаты диссертации докладывались и обсуждались на следующих конференциях и семинарах:

- Международная научная конференция «Современные проблемы математики и её приложений», посвященной 70 - летию со дня рождения академика АН

РТ, доктора физико - математических наук, профессора Илолова Мамадшо, Душанбе, 14-15 марта 2018г.


- Республиканская научная конференция «Математический анализ и его приложения», посвященной 80-летию видного таджикского математика, профессора Бекназара Имомназарова, Таджикистан, Душанбе, 10-11 июня 2019г.
- Международная научная конференция «Сингулярные интегральные уравнения и дифференциальные уравнения с сингулярными коэффициентами», посвященной 70-летию профессора Джангибекова Гулходжа, Душанбе, 30-31 января 2020 г.
- Международная конференция «Воронежская зимняя математическая школа», Воронеж, 28 января - 2 февраля 2021 г.
- Международная конференция «Актуальные проблемы современной математики», посвященной 80-летию со дня рождения доктора физико-математических наук, профессора Темура Собирова, Душанбе, 25-26 июня 2021 г.
- Международная научная конференция «Уфимская осень математическая школа», Уфа, 6-9 октября 2021 г.
- Международная конференция по стохастическим методам, Геленджик, 2-9 июня 2022 г.
- Международная научная конференция «Современные проблемы математического анализа и теории функций», посвященной 70-летию академика НАН Таджикистана Шабозова Мирганда Шабозовича, Душанбе, 24-25 июня 2022 г.
- Международная конференция «Воронежская зимняя математическая школа», Воронеж, 27 января - 1 февраля 2023 г.
- Научный семинар «Дробный анализ и его приложения» при Центре инновационного развития науки и новых технологий НАНТ (руководители академик НАНТ Илолов М., 2018-2023 гг.)

Полученные в диссертации результаты имеют теоретический характер. Методы, развитые в диссертации и полученные результаты, можно применить при исследовании новых и более общих классов нечетких и стохастических дифференциальных и интегро-дифференциальных с целыми и дробными порядками производных. Приложения указанных результатов могут быть использованы при анализе стохастических моделей эпидемий. Отдельные части диссертации могут быть использованы при чтении специальных курсов для студентов и магистрантов, обучающихся по специальности «Математика» и «Прикладная математика».

Диссертация Рахматова Джамшеда Шавкатовича «К теории нечетких и стохастических дифференциальных уравнений, и ее приложения» рекомендуется к защите на диссертационном совете 6D.KOA-011 на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук 01.01.02 – Дифференциальные уравнения, динамические системы, оптимальное управление.

Заключение принято на семинаре кафедры функционального анализа и дифференциальных уравнений механико-математического факультета Таджикского национального университета. Присутствовало на заседании 20 человек. Результаты голосования: «за» 20, «против» 0, «воздержалось» 0, протокол №8/1 от 19 марта 2024 г.


Председатель семинара,

кандидат физико-математических наук,  Г.Х.Худжаназарова


Заведующий кафедрой

«функционального анализа

и дифференциальных уравнений»,

кандидат физико-математических наук,  С.К.Солиев

Подписи Г.Х.Худжаназаровой и С.Солиева подтверждаю.

Начальник Управления кадров и спец. работ  Э.Ш.Тавкиев

