

«УТВЕРЖДАЮ»
Директор Института
математики им. А.Джураева
НАН Таджикистана,
канд. физ.-мат. наук



Рахимзода А.О

«19» 05 2025 года

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию Раимзода Фаррухшох по теме «К теории нелинейных дифференциальных уравнений в частных производных с функциональными начальными условиями и ее приложения в динамике популяций», представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Актуальность темы диссертации, теоретическая и практическая значимость полученных результатов. Исследование нелинейных дифференциальных уравнений в частных производных с функциональными начальными условиями является важным направлением в современной математике, имеющим широкие приложения в физике, биологии, экологии и других науках. Диссертационная работа Раимзода Ф. посвящена разработке математических моделей популяционных волн с учетом временно-возрастной структуры и пространственных распределений, что представляет значительный интерес для изучения динамики биологических систем. Актуальность темы обусловлена необходимостью точного описания сложных процессов в популяциях, включая их рост, взаимодействие и реакцию на внешние воздействия.

Работа носит теоретический и практический характер. Теоретическая ценность работы состоит в исследовании линейных и нелинейных задач с функциональными начальными условиями. Теоретические результаты диссертационной работы могут быть использованы для чтения специальных курсов для студентов и магистров специальности «Информатика» по дисциплине «Математическое моделирование биологических систем» и

«Математическое моделирование сложных систем» в ВУЗах Республики Таджикистан.

Практическая значимость заключается в использовании результатов, полученных в диссертационной работе при математическом моделировании численности популяции биологических сообществ и для решения прикладных задач в экологии, биологии и управлении.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения и списка использованной литературы. Общий объем диссертации составляет 134 страниц, в том числе 16 рисунков и 147 библиографических списков. Нумерация формул отдельная для каждой главы и общая для рисунков и таблиц.

Во введении обосновывается актуальность темы диссертационной работы, кратко описывается содержание работы, приводится краткий обзор уже существующих результатов, касающихся темы диссертации.

Первая глава посвящена анализу изученной литературы математического моделирования популяционных волн, описываемых дифференциальными уравнениями в частных производных с функциональными начальными условиями.

Во второй главе диссертационной работы исследуется линейная интегро-дифференциальная задача с функциональными начальными и краевыми условиями. Вторая глава диссертации состоит из 4 параграфов и посвящена исследованию интегро-дифференциальной задачи с функциональными начальными и краевыми условиями. В первом параграфе второй главы для интегро-дифференциальной задачи в линейном случае доказана теорема об абсолютной равномерной сходимости рядов Фурье для третьей краевой задачи, где коэффициенты ряда Фурье удовлетворяют интегральному уравнению типа восстановления. Во втором параграфе второй главы для неоднородной задачи с функциональными условиями получено и обосновано решение в виде рядов Фурье. В третьем параграфе второй главы доказан принцип максимума для линейных интегро-дифференциальных задач, из которого следует не отрицательность и ограниченность решений рассматриваемых задач. Завершающий четвертый параграф второй главы посвящен исследованию пространственно-одномерной линейной системы с функциональными начальными условиями, описывающих состояние биологических систем.

Таким образом, в первых двух главах диссертационной работы Раимзода Фаррухшоха сформирована теоретическая и практическая основа исследований работы, включая обоснование задач, использованных и разработанных методов исследования. Далее, на основе применения данной научно-практической базы существующих и разработанных методов,

описанных в первых двух главах диссертационной работы, в последующих главах приведены подробные сведения о следующих полученных результатах выносимых на защиту:

- теоремы о существовании стационарного решения нелинейной интегро-дифференциальной задачи с учетом возраста и пространственных распределений (глава 3);
- теоремы о существовании решения интегро-дифференциальной задачи численности изолированной популяции в частных производных с функциональными начальными условиями (глава 3);
- для нелинейной системы интегро-дифференциальных задач разработан алгоритм численного решения и создан комплекс компьютерных программ для популяционных волн в биологических системах (глава 4);

Третья глава диссертации Раимзода Фаррухшоха посвящена исследованию нелинейных интегро-дифференциальных задач с учётом временно-возрастных и пространственных распределений. Во втором параграфе третьей главы приводятся решения нелинейных дифференциальных уравнений в частных производных с функциональными начальными условиями. В первом параграфе третьей главы рассматривается математическая модель популяционных волн в нелинейных системах с учётом временно-возрастных и пространственных распределений. В третьем параграфе третьей главы решена интегро-дифференциальная нелинейная система и доказано справедливость решения в случае третьей краевой задачи. В четвёртом и пятом параграфе третьей главы соответственно приведено исследование стационарной численности популяций с учетом возраста и пространственного распределения. В шестом параграфе третьей главы приведено исследование численности изолированной популяции описываемой интегро-дифференциальной задачей для образования плоских, S-волн, стоячих и стационарных волн с учётом возрастного состава и пространственных распределений.

Четвертая глава диссертационной работы Раимзода Фаррухшоха посвящена алгоритму численного решения нелинейной интегро-дифференциальной задачи и разработки комплексов компьютерных программ для образования популяционных волн. В первом параграфе четвертой главы для нелинейной системы интегро-дифференциальных задач приведён алгоритм численного решения. Во втором параграфе четвертой главы приведены описания и результаты комплекса компьютерных программ. Для решения нелинейной интегро-дифференциальной задачи разработан комплекс компьютерных программ на языке программирования высокого уровня C++.

Пятая глава диссертационной работы Раимзода Фаррухшоха состоит из двух параграфов, является заключительной и посвящена обсуждению

полученных результатов, а также рассмотрению некоторых вопросов их практического применения.

Степень достоверности и апробации результатов диссертации. Все теоремы, утверждения и формулы в диссертационном исследовании Раимзода Фаррухшоха обеспечены строгими доказательствами, ряд выводов согласуются с исследованиями других авторов. Материалы диссертации докладывались и обсуждались на международных и республиканских конференциях.

Оценка новизны полученных результатов. Научная новизна диссертации заключается в следующем:

- для интегро-дифференциальной задачи с переменными коэффициентами в линейном случае доказана теорема об абсолютной равномерной сходимости рядов Фурье для третьей краевой задачи, где коэффициенты ряда Фурье удовлетворяют интегральному уравнению типа восстановления, найдено и обосновано решение в виде рядов Фурье для неоднородной задачи с функциональными условиями;
- доказан принцип максимума для линейных интегро-дифференциальных задач с функциональными условиями и найдены априорные оценки, так же найдено решение пространственно-одномерных линейных задач с функциональными условиями;
- создана математическая модель интегро-дифференциальной задачи популяционных волн в нелинейных системах с учётом временно-возрастной структуры и пространственных распределений и доказано её решение;
- доказано и обосновано стационарное решение нелинейной интегро-дифференциальной задачи, предложено определение стационарной численности популяции с учетом возраста и пространственных распределений;
- найдено решение интегро-дифференциальной задачи численности изолированной популяции в частных производных с функциональными начальными условиями для образования плоских, S-волн, стоячих и стационарных волн с учётом возрастного состава и пространственных распределений;
- разработан алгоритм численного решения нелинейной интегро-дифференциальной задачи, а также создан комплекс компьютерных программ для популяционных волн в биологических системах.

Результаты работы существенно дополняют существующие методы математического моделирования и открывают новые перспективы для исследований в области динамики популяций.

Структура и оформление диссертации. Структура диссертации имеет корректную логическую последовательность обзора изучаемых тем,

описания исследований и свойств полученных результатов. Выводы диссертации и положения, выносимые на защиту обоснованы анализом полученных результатов и их сопоставлением с известными научными литературными источниками, справочными данными, а также результатами других авторов. Полученные результаты соответствуют цели и задачам исследования, представляют научную ценность и могут найти широкое применение в практической деятельности по разработке средств оптической телекоммуникации, а также устройств, функционирующих на основе квантовых вычислений. Оформление работы соответствует всем требованиям Инструкции о порядке оформления диссертаций и автореферата диссертаций, утвержденной решением Президиума ВАК при Президенте Республики Таджикистан от 31 марта 2022 года (№3), Приложения 2 к постановлению Правительства Республики Таджикистан №267 от 30 июня 2021 года, о порядке присуждения ученых степеней ВАК при Президенте Республики Таджикистан (в редакции пост. Правительства РТ № 295 от 26 июня 2023 года).

Соответствие автореферата основному содержанию диссертации. Автореферат полностью отражает основное содержание, логику и внутреннее единство диссертационной работы, её структура обусловлена поставленными целью и задачами исследования.

Замечания и рекомендации

- Рекомендуется расширить практическую часть работы, включив примеры применения разработанных моделей для конкретных биологических систем.
- Желательно использовать современные языки программирования (Python, C++) для численных расчетов, что повысит эффективность программного комплекса.
- Целесообразно продолжить исследования в направлении применения результатов для решения задач экологии и управления природными ресурсами.

Указанные замечания носят рекомендательный характер и не снижают высокой научной ценности диссертации.

Заключение о соответствии диссертации критериям и требованиям, установленным «Порядком присуждения учёных степеней». Вышеизложенное даёт основание считать, что диссертационная работа Раимзода Фаррухшоха по теме «К теории нелинейных дифференциальных уравнений в частных производных с функциональными начальными условиями и ее приложения в динамике популяций», представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», является завершённой научно-квалификационной работой и полностью соответствует требованиям ВАК

при Президенте Республики Таджикистан, в том числе соответствующим пунктам Порядка присуждения ученых степеней (в редакции пост. Правительства РТ № 295 от 26 июня 2023 года), предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени доктора физико-математических наук, а её автор Раимзода Ф. заслуживает присвоения ему искомой учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 - «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Результаты диссертационной работы обсуждены и утверждены на общеинститутском семинаре Института математики имени А.Джураева Национальной академии наук Таджикистана, протокол № 17 от 16.05.2025г.

Председатель заседания:

Кандидат физико-математических наук,
ведущий научный сотрудник отдела
дифференциальных уравнений ИМ НАНТ.

Рахмонов Б.А.

Эксперт:

Доктор физико-математических наук,
главный научный сотрудник отдела
математического моделирования
ИМ НАНТ

Кабиллов М.М.

Секретарь:

Кандидат физико-математических наук,
учёный секретарь института

Аминов А.С.

Контактная информация:

г. Душанбе, ул. Айни 299/4,
email: mathitas@mail.ru, тел: (99237)2258089

Подписи Рахмонова Б.А.,
Кабиллова М.М и Аминова А.С. заверяю.
Начальник отдела кадров ИМ НАНТ

Маллаева М.

19.05.25.

