

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ КОМИССИИ

Диссертационного совета 6D.КОА-011 при Таджикском национальном университете о диссертационной работе Нарзуллоева Парвизджона Лутфуллоевича на тему: «Разработка математических и компьютерных моделей оптимизации процесса защиты растений с учётом временно-возрастной структуры и пространственного распределения», представленной на соискание учёной степени доктора философии (PhD), доктора по специальности 6D060100 – Математика (6D060110 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ)

Исследование, представленное в диссертации, посвящено одному из актуальных направлений современного математического моделирования — разработке математических и компьютерных моделей оптимизации защиты растений с учётом временно-возрастной структуры и пространственного распределения. Данные модели играют ключевую роль в решении задач агробиологии и экологии, особенно в условиях горных агроценозов Таджикистана, характеризующихся резко континентальным климатом, дефицитом водных ресурсов и сложным рельефом. В последние десятилетия наблюдается значительное развитие методов математического моделирования биологических систем, что делает изучение подобных моделей ещё более востребованным.

Предложенные в работе подходы позволяют не только расширить теоретическое понимание процессов динамики популяций в системе «растение – вредные насекомые – полезные насекомые», но и обеспечить новые инструменты для их практического применения при оптимизации защитных мероприятий. В частности, исследование направлено на развитие методов решения интегро-дифференциальных задач с начальными условиями и краевыми условиями, что представляет интерес для агробиологии, экологии, математической физики и управления природными ресурсами.

В рамках диссертационного исследования автором получены следующие новые и значимые результаты:

- Разработана система интегро-дифференциальных уравнений в частных производных, описывающая динамику популяций вредных и полезных насекомых с учётом возрастной структуры, пространственного

распределения и трофических взаимодействий, а также внешнего ресурсного обеспечения.

- Доказаны теоремы существования и единственности решений для стационарного и нестационарного случаев, получены критерии в виде систем неравенств для достижения целевых показателей урожайности сельскохозяйственных культур.
- Доказан принцип максимума Понтрягина для задач оптимального управления с возрастной структурой, адаптированный к интегро-дифференциальным системам с начальными условиями, что является важным обобщением классической теории.
- Разработаны комбинированные методы оптимизации стратегий защиты растений и адаптационные модели для условий Таджикистана, включая учёт региональных особенностей агроценозов и специфики хлопководства.
- Созданы и проанализированы численные методы решения системы уравнений, включая адаптацию модифицированных методов Эйлера и Адамса с оценкой погрешностей.
- Разработан программный комплекс на языках C++ и Python для численного моделирования, визуализации пространственно-временной динамики популяций и верификации результатов, что открывает новые перспективы для их практического применения в сельском хозяйстве.

**Теоретическая значимость** работы обусловлена развитием методов исследования нелинейных интегро-дифференциальных задач и дифференциальных уравнений в частных производных с начальными условиями и краевыми условиями. Полученные в диссертации результаты могут быть использованы для дальнейшего изучения сложных биологических систем, описываемых уравнениями с возрастной структурой и пространственным распределением. Выдвинутые математические модели и доказанные теоремы имеют широкий потенциал для применения в различных областях науки и техники.

**Практическая ценность** диссертации заключается в возможности применения разработанных моделей и методов при решении прикладных задач сельского хозяйства. В частности, результаты исследования могут быть использованы в агробиологии для прогнозирования динамики численности вредителей хлопчатника, в экологии для оценки воздействия химических средств защиты на полезную энтомофауну, в управлении природными ресурсами для оптимизации защитных мероприятий, а также в смежных

областях при исследовании динамических процессов в сложных средах. Кроме того, созданный автором программный комплекс может быть полезен для специалистов по защите растений, разработчиков программного обеспечения в области вычислительных методов и моделирования сложных процессов, а также в образовательном процессе при подготовке специалистов по математическому моделированию.

Научные результаты, представленные в диссертации, подтверждены строгими математическими доказательствами. Автор применил современные методы исследования интегро-дифференциальных задач и дифференциальных уравнений в частных производных с краевыми условиями, включая методы теории интегро-дифференциальных уравнений, принцип максимума Понтрягина для задач оптимального управления с возрастной структурой, численные методы (модифицированный метод Эйлера и метод Адамса), а также методы вычислительного эксперимента и объектно-ориентированного программирования. Достоверность полученных выводов подкрепляется вычислительными экспериментами, проведёнными на основе разработанных алгоритмов и программных комплексов.

Кроме того, результаты диссертации прошли апробацию в виде публикаций в рецензируемых научных журналах (15 работ, из них 8 в изданиях ВАК) и докладов на международных и республиканских конференциях (XI Международная научно-теоретическая конференция, 2018; Международная научно-практическая конференция «Компьютерный анализ проблем науки и технологий», 2023; XII Международная научно-практическая конференция «Современные проблемы математического моделирования и его применения», 2024; XIV Ломоносовские чтения, 2024 и др.), что подтверждает их научную значимость и актуальность.

Диссертация выполнена на высоком научном уровне и обладает значительной теоретической и прикладной ценностью. В то же время, представляется перспективным дальнейшее развитие исследования в следующих направлениях:

- Расширение области применения предложенных методов на более сложные классы нелинейных интегро-дифференциальных задач, включая учёт случайных факторов и стохастических воздействий на агроэкосистемы.

- Численная реализация и тестирование разработанных моделей на реальных данных, полученных в хозяйствах Хатлонской и Согдийской областей, с целью верификации и калибровки параметров.
- Исследование устойчивости решений в динамических системах с переменными параметрами, учитывающими сезонные изменения климатических условий и антропогенные воздействия.

Диссертационная работа Нарзуллоева Парвизджона Лутфуллоевича на тему «Разработка математических и компьютерных моделей оптимизации процесса защиты растений с учётом временно-возрастной структуры и пространственного распределения» представляет собой самостоятельное, завершённое и актуальное исследование в области математического моделирования. Работа соответствует требованиям ВАК при Президенте Республики Таджикистан, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени доктора философии (PhD), доктора по специальности 6D060100 – Математика (6D060110 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ), и вносит значительный вклад в развитие теории интегро-дифференциальных уравнений и их приложений в агробиологии. Научные результаты диссертации обладают высокой теоретической ценностью и значительным прикладным потенциалом, что делает её актуальной для широкого круга специалистов.

Экспертная комиссия предлагает назначить по рассматриваемой диссертации:

- **Ведущую организацию** – Институт математики имени А. Джураева Национальной академии наук Таджикистана.

- **Официальных оппонентов:**

1. **Мухаммади Шоиру Файзулло** – доктора физико-математических наук, доцент кафедры информационно-коммуникационных технологий и программирования, Таджикского государственного университета права, бизнеса и политики.
2. **Хафизова Хасана Маджидовича** – кандидата физико-математических наук, доцент кафедры высшей математики Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими.

На основании рассмотрения диссертационной работы Нарзуллоева Парвизджона Лутфуллоевича на тему «Разработка математических и компьютерных моделей оптимизации процесса защиты растений с учётом временно-возрастной структуры и пространственного распределения», представленной на соискание учёной степени доктора философии (PhD),

доктора по специальности 6D060100 – Математика (6D060110 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ), экспертная комиссия отмечает, что работа соответствует профилю Диссертационного совета 6D.KOA-011 при Таджикском национальном университете и может быть принята к защите.

**Председатель экспертной комиссии:**

доктор технических наук, профессор  
кафедры информатики механико-математического  
факультета Таджикского национального  
университета



Мирзоев С.Х.

**Члены экспертной комиссии:**

кандидат физико-математических наук,  
доцент кафедры вычислительной математики и механики  
механико-математического факультета  
Таджикского национального университета



Садриддинов П.Б.

кандидат физико-математических наук,  
доцент, заведующий кафедры функционального анализа  
и дифференциальных уравнений  
механико-математического факультета  
Таджикского национального университета



Солиев С.К.

Подписи Мирзоев С.Х., Садриддинов П.Б. и  
Солиев С.К. подтверждаю  
Начальник Управления кадров  
и специальных работ



Шодихонзода Э.Ш.

21.09.2026