

«Утверждаю»

Директор Института математики
имени академика А. Джураева НАНТ,
канд. физ.-мат. наук

Рахимзода А.О.

2026 г.

«»

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Института математики имени академика А. Джураева Национальной академии наук Таджикистана на диссертационную работу Нарзуллозода Парвиза Лутфулло на тему «Разработка математических и компьютерных моделей оптимизации процесса защиты растений с учётом временно-возрастной структуры и пространственного распределения» на соискание учёной степени доктора философии (PhD) по специальности 6D060100 – Математика (6D060110 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ)

1. Соответствие темы и содержания настоящего плана учебной деятельности. Тема диссертации полностью соответствует паспорту специальности 6D060110 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» (пункты 2, 5, 7).

2. Актуальность темы и содержания настоящего плана учебной деятельности. В современных условиях развитие агропромышленного комплекса Республики Таджикистан требует внедрения наукоёмких технологий, позволяющих повысить эффективность производства при минимизации негативного воздействия на окружающую среду. Защита растений от вредных организмов является одной из ключевых составляющих этого процесса. Хлопководство, традиционно являющееся ведущей отраслью сельского хозяйства республики, сталкивается с проблемой снижения эффективности химических средств защиты из-за адаптации вредителей и жёстких экологических ограничений. Переход к интегрированным системам защиты, сочетающим биологические, химические и агротехнические методы, требует разработки адекватного математического аппарата, позволяющего прогнозировать динамику популяций вредителей и энтомофагов и оптимизировать управляющие воздействия.

Анализ литературных источников, представленный в диссертации, показывает, что существующие математические модели, как правило, не учитывают одновременно два существенных фактора: возрастную структуру популяций (различная уязвимость на разных стадиях онтогенеза) и пространственную неоднородность распределения организмов. Учёт этих факторов критически важен для точного описания процессов в реальных агроценозах, особенно в условиях горного рельефа Таджикистана, где поля характеризуются выраженной пространственной гетерогенностью. Таким образом, диссертационная работа является высокоактуальной.

3. Степень обоснования, соответствия, полноты, выводимости, предъявления. Все теоретические положения диссертации (теоремы, леммы, следствия) снабжены строгими математическими доказательствами. Исходные предпосылки моделей (вид трофических функций, краевые и начальные условия) сформулированы корректно. Численные методы адаптированы с обоснованием выбора шага интегрирования и оценкой погрешностей. Достоверность результатов подтверждается согласованностью аналитических выводов и численных экспериментов.

4. Наличие, соответствие, полнота, выводимости, предъявления. Научная новизна диссертационного исследования заключается в следующих основных результатах:

1. Построена система интегро-дифференциальных уравнений для трёхуровневой трофической системы «растение – вредные насекомые – полезные насекомые», учитывающая возрастную структуру популяций, пространственное распределение и произвольные трофические функции. Модель включает как обыкновенные дифференциальные уравнения для биомассы растения и внешнего ресурса, так и уравнения в частных производных по возрасту и пространственным координатам для численности насекомых.
2. Доказаны теоремы существования и единственности решения для стационарного и нестационарного случаев, а также получены необходимые и достаточные условия достижения целевых показателей урожайности. В частности, установлены явные соотношения для пороговых значений численности вредителей и энтомофагов, что даёт практические критерии для выбора стратегии защиты.
3. На основе принципа максимума Понтрягина разработаны необходимые условия оптимальности для задач управления с возрастной и

пространственной структурами. Полученные соотношения позволяют определять оптимальные режимы внесения удобрений, интродукции энтомофагов и применения химических препаратов.

4. Созданы и проанализированы численные методы решения системы уравнений (адаптация методов Эйлера и Адамса с оценкой погрешностей). Проведённое сравнение показывает преимущество метода Адамса при интегрировании на длительных интервалах времени.
5. Разработан программный комплекс на языке C++ для численного моделирования пространственно-временной динамики популяций и верификации результатов.

5. Наличие, соответствие, полнота, полноты, выводимости, предъявлений. Теоретическая значимость работы состоит в развитии математического аппарата для моделирования биологических систем с учётом возрастной структуры и пространственного распределения, а также в расширении методов оптимального управления на класс интегро-дифференциальных уравнений с произвольными трофическими функциями.

6. Степень соответствия, полноты, выводимости, предъявлений. Практическая значимость диссертационного исследования определяется возможностью использования полученных результатов для оптимизации защиты сельскохозяйственных культур, в первую очередь хлопчатника, в условиях Таджикистана. Разработанный программный комплекс позволяет: проводить численное моделирование динамики популяций вредителей и энтомофагов с учётом реальных агроклиматических данных; рассчитывать пороговые значения численности вредителей, при превышении которых необходимо применение защитных мероприятий; оптимизировать комбинированное применение химических и биологических методов, снижая экономические затраты и экологическую нагрузку; выработать конкретные рекомендации для сельхозпроизводителей и служб защиты растений.

7. Личный диспетчерский контроль. Все программные средства созданы лично соискателем. Личный вклад автора является определяющим.

8. Оценка содержания, соответствия, полноты, выводимости, предъявлений. Диссертация (объёмом 145 страниц) состоит из введения, четырёх глав, заключения и списка цитированной литературы из 173 наименований. Во введении обоснована актуальность, сформулированы цель и задачи, показана научная новизна и практическая значимость. В первой главе проведён аналитический обзор литературы по теме исследования. Во второй

главе разработаны математические модели и доказаны теоремы существования, единственности и оптимальности. Третья глава посвящена численным методам и программной реализации. В четвёртой главе представлены анализ результатов и рекомендации по практическому использованию. Автореферат полностью отражает основное содержание диссертации.

Замечания и спорные вопросы по поводу формирования диссертации.

1. В работе рассматриваются произвольные трофические функции, что обеспечивает общность моделей. Однако для прикладных расчётов и верификации на реальных данных желательно было бы предложить конкретные параметрические формы этих функций, характерные для основных вредителей хлопчатника Таджикистана (например, хлопковой совки, паутинного клеща), и провести идентификацию параметров по полевым наблюдениям.
2. При постановке пространственной задачи используется оператор, включающий диффузионные и адвективные члены. В работе не приведены обоснования выбора граничных условий (условие $N_i|_S = 0$), а также не обсуждается вопрос о чувствительности решений к типу граничных условий (например, условия непротекания или условия периодичности).
3. В оформлении автореферата присутствуют отдельные технические недочёты (некорректное отображение некоторых символов, повторы строк).

Независимо от достижений, успехов и целенаправленных предложений, данная диссертация имеет недостатков и ошибок. Имеющиеся недостатки не снижают высокое научное качество диссертации. Взяв их во внимание, диссертант в дальнейшем повысит эффективность своих научных исследований.

Заключение по диссертации. В общем, диссертация на тему «Разработка математических и компьютерных моделей оптимизации процесса защиты растений с учётом временно-возрастной структуры и пространственного распределения» для получения учёной степени доктора философии (PhD) по специальности 6D060110 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ выполнена на необходимом научном уровне и по содержанию соответствует существующим требованиям.

Диссертация соответствует требованиям Высшей аттестационной комиссии при Президенте Республики Таджикистан и автор достоин присуждения ему учёной степени доктора философии (PhD) по специальности 6D060110 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Отзыв подготовлен в соответствии с пунктами 76-79 и 81 Порядка присуждения ученых степеней, утвержденных постановлением Правительства Республики Таджикистан от 30 июня 2021 года №267.

Отзыв обсуждён и утверждён на заседании Института математики имени академика А. Джураева НАН Таджикистана (протокол № 21 от «03» июня 2026 года).

На заседании присутствовали: 30 человек. Результаты голосования: за – 30 человек, против – нет, воздержавшиеся – нет.

Председатель заседания:

Главный научный сотрудник отдела алгебры,
теории чисел и топологии,
доктор физико-математических наук

У.Х. Каримов

Эксперт:

Заведующий отделом прикладной
математики и механики, доктор
физико-математических наук, доцент

Кабиллов М.М.

Секретарь заседания:

Ученый секретарь ИМ НАНТ,
кандидат физико-математических наук

Аминов А.С.

Подписи Каримова У.Х., Кабилова М.М.
и Аминова А.С. заверяю.
Начальник отдела кадров ИМ НАНТ



Юсупова З.

Адрес: Республика Таджикистан, 734063,
город Душанбе, ул. Садриддин Айни, 299/4
Тел: (+992) 372-25-80-89,
[https:// mitas.tj](https://mitas.tj), E-mail: datemitas@gmail.com

« 09 » 06 2026 г.