

ОТЗЫВ

официального оппонента д.физ.-мат.н., с.н.с. Ананьева Бориса Ивановича
на работу Беляева Александра Владимировича
«Математическое моделирование и анализ стохастической
динамики дискретных популяций»,
представленную на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук по специальности
«1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и
комплексы программ»

Актуальность темы

Математическое моделирование и разработка методов анализа динамических популяционных систем является активно развиваемым научным направлением в нашей стране и за рубежом. Важные задачи сохранения живой природы и предотвращения экологических катаклизмов требуют исследования возможных изменений в динамике популяций, а нелинейные связи в математических моделях приводят к сложным бифуркациям и нетривиальным аттракторам. Методы анализа детерминированных моделей уже хорошо разработаны, но присутствие случайных возмущений является важным дополнительным обстоятельством, которое необходимо учитывать при анализе поведения популяционных систем. Применение средств компьютерного моделирования стохастических систем и алгоритмов аналитических аппроксимаций является важным направлением современной биоматематики. Эти замечания позволяют оценить тему диссертации Беляева А.В. как весьма актуальную.

Общая характеристика диссертации

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, четырех приложений и списка литературы.

Во Введении формулируются цели и задачи диссертации, дается обзор состояния исследований в области моделирования нелинейных стохастических систем. Здесь указывается научная новизна, теоретическая и практическая значимость, формулируются основные положения, выносимые на защиту, приводятся сведения, подтверждающие достоверность и апробацию результатов.

В первой главе изложены теоретические основы анализа нелинейных стохастических систем с дискретным временем, дано

описание метода функций стохастической чувствительности и техники доверительных областей. Приведены алгоритмы расчета доверительных областей, содержащих разброс случайных состояний вокруг равновесий, циклов и замкнутых инвариантных кривых. Здесь представлен разработанный автором алгоритм построения доверительных областей вокруг границ стохастически возмущенного хаотического аттрактора с помощью теории критических линий.

Во второй главе представлены результаты исследования стохастической модели хищник-жертва, задаваемой дискретным двумерным отображением. Описаны динамические режимы, отвечающие регулярным и хаотическим вариантам динамики. Получены оценки критической интенсивности шума, при котором в системе происходит вымирание популяции хищников.

В третьей главе исследуются сложные сценарии поведения структурированной популяции, состоящей из двух подсистем, связанных взаимной миграцией. Дается систематическое описание качественных трансформаций совместной динамики в зависимости от интенсивности миграции и случайных возмущений. Детально изучены случаи, когда изолированные популяции находятся в равновесных, периодических и хаотических режимах. Найдены условия, при которых связанные регулярные подсистемы вследствие миграции становятся хаотическими и, наоборот, хаотические становятся регулярными. Заслугой автора является выявление роли стабильности аттракторов и геометрии траекторий в формировании сложных режимов совместной динамики с разными вариантами синхронизации.

Четвертая глава посвящена исследованию новых стохастических явлений в популяционной модели с кусочно-гладким отображением. Представляет интерес, проведенный автором сравнительный анализ результатов воздействия аддитивного и параметрического шумов.

В пятой главе дано описание комплексов программ, разработанных и использованных автором при получении основных результатов диссертации. Детали представлены в приложениях.

В заключении приводятся основные результаты диссертационной работы и предлагаются направления дальнейших исследований.

Научная новизна работы. Все результаты диссертации, вынесенные на защиту, являются новыми и представляют собой

существенное продвижение в понимании механизмов сложных явлений стохастической популяционной динамики.

Теоретическая и практическая значимость работы состоит в аналитической и численной разработке конструктивных методов стохастического анализа дискретных популяционных моделей.

Замечания и вопросы по диссертации.

1. В 1-й главе термин «замкнутая инвариантная кривая Γ » больше подходит для непрерывных систем. В пункте 1.1.4 надо было указать, что здесь переходим к одномерному случаю.
2. В 3-й главе рассматриваются различные сочетания вариантов динамики двух популяций, связанных миграцией. В частности, изучено влияние шума на p -цикл при $\mu=1.8$. Почему взято именно это конкретное число? Если обе популяции находятся в хаотическом режиме, то как миграция влияет на хаос?
3. В 4-й главе рассматривается система (4.2) со стохастическим шумом ξ_n . Существенно ли изменится анализ, когда при $x_n < 1$ будет действовать один шум, а при $x_n \geq 1$ другой, не коррелированный с первым?
4. В основном исследуются одно- и двумерные популяционные модели. Переносятся ли методы работы на модели большей размерности?

Представленные вопросы играют роль пожеланий для дальнейших исследований и не снижают значимость полученных результатов.

Диссертационная работа успешно сочетает методы численного анализа, компьютерного моделирования и теоретического аппарата в анализе стохастических явлений в моделях популяционной динамики.

Достоверность и обоснованность полученных результатов. Все основные выводы и положения диссертации с необходимой полнотой обоснованы и представлены докладами на научных мероприятиях высокого уровня. Результаты, вынесенные на защиту, опубликованы в 7 статьях в рецензируемых журналах, причем 3 статьи - в журналах первого квартиля. Отметим также отметить 4 свидетельства о регистрации программ для ЭВМ. Автореферат правильно отражает содержание работы.

Данная диссертационная работа полностью соответствует научной специальности «1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» (физико-математические науки). Считаю, что диссертационная работа «Математическое моделирование и анализ стохастической динамики дискретных популяций» соответствует критериям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ, а ее автор Беляев Александр Владимирович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук УрФУ по специальности «1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Официальный оппонент:

Доктор физико-математических наук,
ведущий научный сотрудник отдела
оптимального управления
ФГБУН «Институт математики и механики
им. Н.Н. Красовского» Уральского отделения РАН

Почтовый адрес:

620990, Россия, г. Екатеринбург, ул. Софьи Ковалевской, д. 16

Электронный адрес: abi@imm.uran.ru

Тел. +7(343)375-35-01

1 апреля 2025г.

Б

2

Ананьев Б.И.

Подпись Б.И. Ананьева заверяю:

Ученый секретарь ИММ УрО РАН

кандидат физико-математических наук



О

1

Ульянов О.Н.