

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по организации научной и  
проектно-инновационной деятельности

д.э.н., доцент

И.К. Шевченко



2017 г.

### ОТЗЫВ

ведущей организации федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южный федеральный университет» о диссертации ВАСИЛЬЕВА МАКСИМА ДМИТРИЕВИЧА «Численное исследование математических моделей охраняемой популяции на билोकальном ареале», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

**Актуальность темы диссертации.** В современном мире проблемы экологии и охраны природы ставят критически важные задачи для сохранения и дальнейшего развития цивилизации. Приоритет экономической составляющей развития приводит к ухудшению состояния окружающей среды, уменьшению ареалов различных популяций, разбиению их на части. Одним из действенных способов сохранения природных экосистем является создание охраняемых территорий, на которых запрещена или ограничена любая деятельность человека. На этих территориях охраняются редкие виды не только растений, но и животных (например, Национальный парк «Земля леопарда» в Приморском крае).

Математическое моделирование популяционной динамики со времен Ферхюльста, Вольтера и Лотки является инструментом изучения процессов в отдельной популяции, взаимоотношений между несколькими популяциями.

Известные работы, в основном, посвящены объектам биофизики – популяциям, на которые не воздействует человеческий фактор. Построение моделей, в которых учтено антропогенное влияние, позволяет прогнозировать реакцию природных систем на внешнее вмешательство в их динамику.

При создании охраняемой территории ареал популяции может не полностью входить в нее и разбиваться границей территории на части. Весьма актуальным представляется изучение динамики популяции на биллокальном ареале, часть которого охраняется, а на другой части ведется промысел.

**Основное содержание работы.** Целью диссертационной работы является построение комплекса математических моделей охраняемой популяции и их численное исследование. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы.

Во введении обосновывается актуальность исследования, приводится обзор имеющейся литературы по теме, формулируются цели и задачи работы.

Первая глава посвящена построению точечной модели, описываемой системой квазилинейных обыкновенных дифференциальных уравнений, в которых учтена конкуренция между особями популяции, обмен особями между охраняемой и неохраняемой частями ареала, плановая и нелимитированная добыча популяции на неохраняемой части ареала. Основными результатами данного раздела исследований являются определение динамики популяции при различных значениях параметров модели и выявление наличия бифуркации, зависящей от антропогенных параметров модели.

Во второй главе представлены результаты построения и исследования одномерной распределенной модели, заданной системой двух параболических уравнений в частных производных. В данном исследовании использовались результаты, полученные в первой главе. Динамика популяции изучалась в окрестностях устойчивой особой точки и при бифуркационных значениях антропогенных параметров модели. В модели учитывается перекрестная диффузия особей разных частей популяции, приводящая либо к стадному эффекту, либо к



распределению членов популяции по разным участкам ареала вследствие конкуренции за ресурсы.

Визуализация результатов исследований, представленных во второй и третьей главах, проводилась в высокоэффективной среде программирования Python.

В третьей главе рассматривается двумерная модель охраняемой популяции на пространственно-неоднородном билोकальном ареале с учетом обобщенного ресурса. Изучено влияние ресурса на финальные распределения плотностей частей популяции. Для решения систем уравнений строились безусловно устойчивые конечно-разностные схемы суммарной аппроксимации на основе метода расщепления по пространственным переменным.

В заключении приведены основные результаты диссертации.

Список литературы содержит 182 наименования, более половины цитируемых работ — на иностранных языках, использованные статьи опубликованы недавно, более ранние работы являются классическими.

#### **Основные результаты работы.**

1. Построен расширяющийся комплекс моделей охраняемой популяции на билोकальном ареале. В сложных моделях сохраняются все эффекты, выявленные с помощью более простых моделей.

2. В точечных моделях выявлено наличие бифуркаций типа «складка», при этом в качестве бифуркационных параметров выступают антропогенные параметры моделей.

3. Разработаны прикладные программы в среде программирования Python для численного исследования диффузионных моделей и визуализации результатов.

4. В распределенных моделях исследовано влияние перекрестной диффузии и обобщенного ресурса на распределения плотностей частей популяции.

#### **Новизна научных результатов.**

1. С помощью комплекса точечных и диффузионных моделей исследован новый тип взаимодействий в охраняемой популяции, одна часть которой под-

вергается промыслу, а другая находится под охраной. Диффузионные модели охраняемой популяции другими авторами не строились и не изучались.

2. В точечных моделях выявлено наличие бифуркации, в распределенных моделях изучено влияние перекрестной диффузии и обобщенного ресурса.

3. Разработаны прикладные программы в среде программирования Python для численного исследования диффузионных моделей и визуализации результатов.

Все основные результаты работы являются новыми.

**Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций.** Обоснованность и достоверность научных положений и выводов подтверждаются применением современных и теоретически обоснованных методов исследования, математической строгостью утверждений, а также апробацией работы в научных докладах и 14 публикациях. Диссертационные исследования проводились посредством изучения математических моделей с помощью современного математического аппарата теории дифференциальных уравнений и численных методов.

**Теоретическая и практическая ценность работы.** Разработанный комплекс моделей может быть использован как теоретическая основа для дальнейшей разработки новых моделей. Программное обеспечение работы может применяться при численном исследовании моделей, описываемых параболическими дифференциальными уравнениями в частных производных.

Практическая ценность работы заключается в возможности использования ее результатов при изучении процессов в охраняемых популяциях, создании охраняемых территорий и оценки их размеров, выработке рекомендаций по сохранению популяций.

**Полнота публикации результатов.** По результатам выполненных исследований было опубликовано 14 научных работ. Из них четыре статьи, входящих в перечень изданий, рекомендованных ВАК, объем которых составляет 61 страницу. Следует признать полным освещение результатов работы в открытой печати.



**Апробация работы.** Основные положения диссертации обсуждались на международных и Всероссийских научных конференциях, а также на научных семинарах кафедр Северо-Восточного федерального университета.

**Соответствие содержания автореферата содержанию работы.** Автореферат соответствует основным положениям диссертации и правильно их отражает.

**Соответствие содержания диссертации специальности.** В диссертации исследована динамика охраняемой популяции с помощью комплекса математических моделей, численных методов и программного обеспечения. Таким образом, содержание диссертации соответствует специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

**Замечания по работе:**

1. В точечных моделях количество параметров можно было уменьшить с помощью эквивалентного преобразования переменных и, тем самым, сократить объем работы, представленной в первой главе.

2. Во всех рисунках отсутствует размерность временной шкалы.

3. В третьей главе в моделях с обобщенным ресурсом нет аналитического выражения функции ресурса.

Приведенные замечания не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы М.Д. Васильева, показавшего высокую математическую культуру исследования сложной проблемы.

**Соответствие диссертации требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней.** Диссертационная работа М.Д. Васильева «Численное исследование математических моделей охраняемой популяции на биллокальном ареале» является законченным самостоятельным исследованием, содержащим новые результаты, изложенным грамотным научным языком и выполненным на достаточно высоком научном уровне. Она удовлетворяет требованиям Положения о присуждении ученых степеней ВАК Министерства образования и науки РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

В целом, диссертационная работа Васильева Максима Дмитриевича «Численное исследование математических моделей охраняемой популяции на биллокальном ареале» содержит решение актуальной научной задачи, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Отзыв подготовлен д.ф.-м.н. Муратовой Галиной Викторовной, (специальность 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ), профессором кафедры информатики и вычислительного эксперимента Института математики, механики и компьютерных наук им. И.И. Воровича ЮФУ, 344090 г. Ростов-на-Дону, ул. Мильчакова, 8-А, [muratova@sfedu.ru](mailto:muratova@sfedu.ru) +7(863) 2975-111

Отзыв обсужден и утвержден на заседании кафедры информатики и вычислительного эксперимента Института математики, механики и компьютерных наук им. И.И. Воровича ЮФУ, протокол № 1 от 25 сентября 2017 года.

Зав. кафедрой информатики  
и вычислительного эксперимента  
Института математики, механики  
и компьютерных наук им. И.И. Воровича ЮФУ,

проф. д.ф.-м.н.



Пилиди Владимир Ставрович



Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Личную подпись Пилиди В.С.

ЗАВЕРЯЮ:

Специалист по работе с персоналом  
категории Подшивалева М.И.  
« 25 сентября 20 17 г.