

## РЕЦЕНЗИЯ

на диссертационную работу **Бектемесова Жоламана Мактағалиұлы** «Численное моделирование обратных задач в биомедицине и экономике», представленную на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности «6D070500 – Математическое и компьютерное моделирование»

**1. Актуальность темы исследования и ее связь с общенаучными и общегосударственными программами.** С развитием вычислительных технологий появилось много прикладных программ, которые позволяют производить различного рода вычисления. Именно выпускники специальности «Математическое и компьютерное моделирование» реализуют такие вычисления, используя пакеты программ, при решении разного типа задач с высокой точностью. Поэтому с уверенностью можно заявить, данное исследование соответствует направлению специальности, задача является актуальной, что подтверждает участие соискателя в научных проектах программ грантового финансирования фундаментальных исследований в области естественных наук МОН РК.

**2. Научные результаты в рамках требования к диссертации.** В работе содержатся новые научно обоснованные результаты, совокупность которых является достижением в математическом моделировании процессов биомедицины и экономики.

Основные результаты и выводы диссертации заключаются в следующем:

1) Показана необходимость проведения анализа чувствительности параметров; методами Монте Карло, доверительных интервалов и методом корреляции матрицы был осуществлен анализ практической идентифицируемости для дальнейшего построения алгоритма регуляризации численного решения обратных задач. Исследования идентифицируемости обратных и некорректных задач ранее в Казахстане не проводились.

2) Исследована идентифицируемость для задач упрощенной и развернутой двухкамерной модели секреции С-пептида для профилактики сахарного диабета, представленной в виде обыкновенных дифференциальных уравнений. Были применены известные программные пакеты для проведения анализа идентифицируемости и дальнейшего решения обратной задачи.

3) Сформулирована обратная задача для двухкамерной модели секреции С-пептида, которая была сведена к оптимизационной задаче. Применен алгоритм дифференциальной эволюции для восстановления значения параметров модели, который ранее не использовался казахстанскими учеными.

4) Разработана универсальная модель, которая при различных значениях параметров позволяет описывать как процессы биомедицины, так и процессы экономического роста.



5) Исследована пространственная экономическая модель Солоу. С применением алгоритма дифференциальной эволюции была восстановлена производственная функция для пространственнозависимого и постоянного технологического уровня.

**3. Степень обоснованности и достоверности каждого научного результата, выводов и заключения соискателя, сформулированных в диссертации.** Обоснованность и достоверность полученных научных результатов подтверждается использованием фундаментальных законов физики и математики, апробированных методов численного анализа, пакетов прикладных программ MATLAB, AMIGO и potterswheel, для параллельных вычислений задействованным кластером NKS-30T в Сибирском суперкомпьютерном центре, использованным методом глобальной оптимизации - алгоритм дифференциальной эволюции, а также сравнением с известными в литературе данными.

Сформулированные в диссертации результаты, выводы и заключения обоснованы и соответствуют полученным результатам.

Основные результаты, положения, выводы и заключения диссертации доложены и опубликованы в Трудах Международных конференций и семинарах (Китай, Россия, Казахстан, Великобритания); в зарубежных высокорейтинговых журналах; в журналах, рекомендованных КОКСОН МОН РК.

Всего публикаций – 11. Среди них 1 статья – в рейтинговом журнале, индексируемом базой данных Scopus, Web of Science (Q2).

**4. Степень новизны каждого научного результата (положения), вывода соискателя, сформулированных в диссертации.**

Полученные результаты и положения являются новыми.

В частности:

- анализ идентифицируемости и проверка чувствительности параметров математической модели, описывающей биомедицинские процессы;
- восстановление значений параметров математической модели биомедицины за счет дополнительной статистической информации;
- применение стохастической оптимизации (алгоритм дифференциальной эволюции) при нахождении глобального минимума для необозримо большой матрицы;
- в качестве объединяющего фактора различных сфер исследования, таких как биомедицина и экономика, предложена универсальная формула, в которой, варьируя значения параметров, обеспечивается плавный переход от задач биомедицины к экономическим задачам.
- восстановление значений параметров математической модели неоклассического экономического роста за счет дополнительной статистической информации;



– реконструкция функции, являющейся производственной для пространственной экономической модели Солоу, описанной дифференциальными уравнениями в частных производных.

В диссертации внутреннее единство и общая идея исследовательской работы подтверждена общим подходом, выбранными методами, использованной теорией и методами решения обратных и некорректных задач, применением алгоритма дифференциальной эволюции, где результатом является визуализация численных расчетов.

**5. Практическая и теоретическая значимость полученных результатов.** Теоретическая значимость работы заключается в возможности применения данного подхода для решения широкого класса прикладных задач в области экономики и медицины, а практическая значимость исследования представляет прогностический интерес для соответствующих отраслей.

**6. Замечания, предложения по диссертации.** В качестве замечания или предложения следует отметить, что описанный подход следует апробировать с соответствующими данными в определенных секторах производства или территориальных регионах.

**7. Соответствие содержания диссертации в рамках требования Правил присуждения ученых степеней.** Считаю, что диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне и удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям по специальности «6D070500 – Математическое и компьютерное моделирование», а ее автор Бектемесов Жоламан Мақтағалиұлы заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD).

**Рецензент**

Профессор Международного  
университета информационных  
технологий, д.ф.-м.н.



**Б. Рысбайулы**