

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Киселева Ильи Николаевича на тему «Модульное моделирование биологических систем на примере сердечно-сосудистой системы человека», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности  
03.01.09 – математическая биология, биоинформатика

Математическое моделирование – важный и широко распространенный инструмент изучение биологических систем. Одной из актуальных задач для моделирования является описания сердечно-сосудистой системы человека. Создание наиболее полной модели, учитывающей взаимодействие большого количества факторов в системе, позволит исследовать причины возникновения патологий, предсказывать воздействие лекарственных препаратов, физических нагрузок и других факторов *in silico*. Создание и работа с такими сложными моделями неизбежно требует использования специализированного программного обеспечения, облегчающего этот процесс. Разработка подходов и программ для создания математических моделей в биологии и посвящена диссертационная работа Киселева И.Н.

Работу можно разделить на две части. Первая часть – описание разработанных автором алгоритмов и подходов. Предлагаемый подход подразумевает рассмотрение моделируемой системы в виде набора взаимосвязанных подсистем, каждая из которых моделируется отдельно. Модель системы строится как объединение моделей подсистем, что позволяет работать с частями модели по отдельности. Подход, безусловно, не новый и достаточно давно применяющийся в математическом моделировании. Отличительной чертой подхода в работе Киселева И.Н. является сочетание двух различных алгоритмов численных расчетов: алгоритма трансформации модульной модели в не-модульную и агентного моделированием. Показано, что при выполнении некоторых условиях не модель эти подходы эквивалентны.

Отдельно нужно отметить построенное отображение между формальным описанием модульных моделей и стандартом описания математических проблем в биологии – SBML (Systems Biology Markup Language). Это позволило провести тестирование корректности численных расчетов. Результаты тестирования на сайте SBML и сравнение с конкурентами демонстрирует, что результаты работы находятся на уровне с международными разработками в данной области.

Вторая часть работы посвящена применению разработанных подходов для создания модели сердечно-сосудистой системы. Модель основана на трех существовавших ранее моделях, ее новизна заключается в одновременном моделировании тока крови по отдельным сосудам и медленных процессов водно-солевого баланса. Продемонстрировано качественно корректное поведение модели в

норме и при патологиях, проведена персональная настройка параметров и валидация части модели.

В целом существенных замечаний по тексту автореферату не имеется. Судя по автореферату, публикациям в рецензируемых журналах и представлению результатов исследования на международных и российских конференциях, Киселев И.Н., заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 03.01.09 – математическая биология, биоинформатики.

Научный сотрудник

ООО "Институт системной биологии СПб МО"

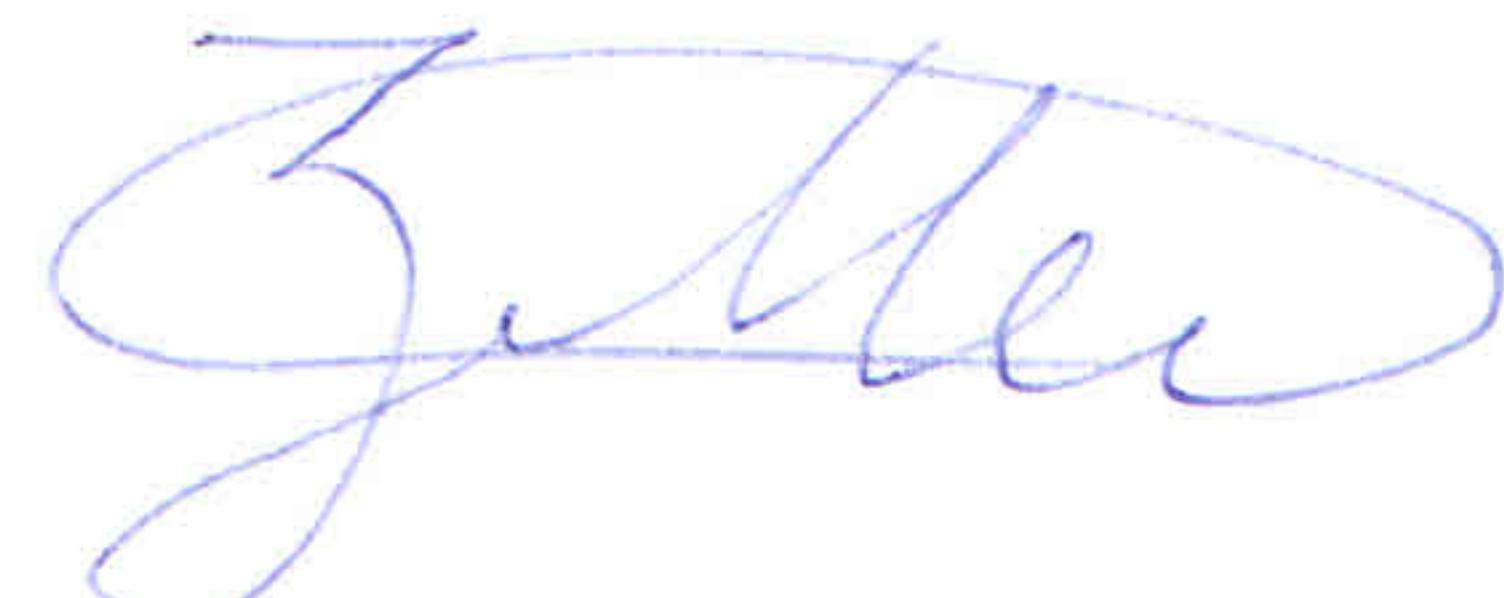
К.ф.-м.н.

Метёлкин Евгений Александрович

Научный проезд, д. 20, стр. 2, Технопарк Слава. Москва, 117246

+7 (499) 645–53–36

Email: [metelkin@insysbio.ru](mailto:metelkin@insysbio.ru)



08.12.2016

Подпись участника  
ч.п. № 100 ИСБ СПб МО



Руководитель ОВИ