

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Киселева Ильи Николаевича
«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

Диссертация Киселева Ильи Николаевича посвящена развитию нового подхода в области системного анализа сложных объектов – модульного моделирования биологических систем. Модульная модель представляет собой совокупность моделей (подмоделей) отдельных систем и процессов, функционально связанных и композиционно выстроенных относительно моделируемого целого. Свою высокую разрешающую способность, как показано в работе, данная методология обнаруживает при комплексном исследовании реальных систем на основе множества моделей как с одинаковым (системы обыкновенных дифференциальных уравнений), так и с различными математическими формализмами. В этом направлении автором предложены принципы, алгоритмы и вычислительные схемы, позволяющие провести интеграцию альтернативных и одновременно дополняющих друг друга разработок в рамках единого формализма, реализованного на платформе Biological Universal Modeling Language (BioUML). Подход использует методы дифференциального исчисления, агентное моделирование, теорию процессов, объектно-ориентированное проектирование, стандартизованные языки описания данных, что наполняет работу серьезным математическим и биоинформационным содержанием.

На основе разработанного формализма автором построена и исследована комплексная модульная модель сердечно-сосудистой системы человека, имеющая самостоятельную ценность в свете фундаментальных и прикладных задач биологии человека. Представленная модель базируется на моделях сердечно-сосудистой системы человека с долговременными и кратковременными аспектами регуляции кровообращения, модели почечной регуляции и модели артериального дерева (Guyton *et al.*, 1972; Солодянников, 1994; Karaaslan *et al.*, 2005; Блохин и др., 2009). Создано три варианта комплексной модели, отличающиеся комбинацией модулей и степенью детализации структуры и функций их элементов. Модель протестирована как в норме, так и в условиях, имитирующих работу системы с солевой нагрузкой, с солевой диетой, с физической нагрузкой и с пережатием почечной артерии. Во всех вариантах наблюдается качественное совпадение динамики в моделях с экспериментальными, клиническими данными и/или данными базовых моделей. Кроме того, модели обладают прогностической ценностью, позволяя рассчитывать различные характеристики системы на основе индивидуальных параметров человека в условиях клинического обследования.

В качестве замечаний, отмечу одно – касательно сформулированной автором цели и одно – применительно к выводам: 1) не стоило в цель работы включать фрагмент «тестирование разработанного ПО», представляющее собой сугубо техническую задачу; 2) выводы третий и четвертый в части согласованности со спецификацией SBML так же,

на мой взгляд, носят технический характер, а блок про корректность на наборе текстов для SBML-моделей дублирует по смыслу таковой из второго вывода.

В пользу намерения автора в дальнейшем развивать модель, в частности, с учетом данных по форме и скорости пульсовой волны, порекомендовал бы работу Кычкина Алексея Владимировича, в которой разработан метод и программно-аппаратные средства для оценки состояния сосудов на основе измерения формы и скорости распространения пульсовой волны (Информационно-измерительная система для оценки состояния сосудов // Дис. ... канд. тех. наук. – Уфа, 2010). Кроме того, среди отечественных исследований сердечно-сосудистой системы представляет интерес работа Бакусова Леонида Михайловича (Некоторые модели и методы волновой гемодинамики // Уфа: изд. УАИ, 1992. – 50 с.), в которой процессы в сердце и сосудах рассмотрены в рамках электрической аналогии.

Материалы работы в достаточной степени отражены в научной печати, обсуждены на представительных отечественных и международных конференциях. Тема диссертации актуальна, исследование проведено на высоком методическом уровне, полученные результаты обладают научной новизной, теоретической и практической ценностью. Таким образом, работа Киселева Ильи Николаевича «Модульное моделирование биологических систем на примере сердечно-сосудистой системы человека» всецело отвечает критериям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. N 842, и автор заслуживает присвоения ему искомой степени.

Галимзянов А.В., к.б.н.,
и.о. зав. лаб. математической и молекулярной генетики
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Уфимского Института биологии Российской академии наук



Подпись: *Галимзянов А.В.*
Заверяю: *С. Егоров*
Инспектор по кадрам: *Галимзянов А.В.*