

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Девярых Дмитрия Владимировича «Модель, алгоритмы и комплекс программ для неинвазивной фетальной электрокардиографии», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

В диссертационной работе Девярых Дмитрия Владимировича успешно решается задача построения новой нелинейной модели электрокардиограммы плода, полученной посредством синтеза модели слепого разделения источников и глубокой нейронной сети с перекрестными связями. Модифицирован численный метод минимизации целевой функции нейронной сети, который определяет коррекцию весового коэффициента в зависимости от динамики знака суммы частных производных по всем моментам времени. Предложенная взаимосвязь между подсистемой обучения нейронной сети и краткосрочной памятью является важной особенностью разработанного комплекса программ, в котором реализованы модель и численный метод.

**Актуальность** проведенных исследований не вызывает сомнений, поскольку оценка состояния сердечной активности плода является важнейшей задачей в проблеме антенатальной диагностики. Автором детально исследована взаимосвязь между значениями свободных параметров нейросетевых моделей и точностью разделения источников абдоминальной кардиограммы. Проведенные им экспериментальные исследования подтверждают адекватность разработанной модели на основе статистического и корреляционного анализа RR-интервалов реальных сигналов и полученных в качестве выходного сигнала сети. Показано, что точность выделения плодовой составляющей с помощью разработанного алгоритма не зависит от выбора точки отсчета.

**Научная новизна** работы связана с построением нелинейной динамической нейросетевой моделью, которая позволяет выделять источники абдоминального сигнала, полученного в результате их нелинейного и нестационарного смешивания. При этом отсутствуют ограничения на размерности входного сигнала, поскольку нейросетевая модель позволяет осуществлять слепое разделение источников. Модифицирован алгоритм для обучения динамической нейронной сети, который определяет величину коррекции веса в зависимости от изменения знака суммы частных производных целевой функции по этому весу для всех моментов времени. В созданном программном комплексе подсистема обучения нейронной сети позволяет заменить желаемые отклики, представленные в обучающей выборке, на предыдущие выходные сигналы нейронной сети.

**Практическое значение** диссертационной работы заключается в разработке модели электрокардиограммы плода, модификации алгоритма слепого разделения источников абдоминального сигнала и комплекса программ неинвазивной электрокардиографии.

Автор проводит анализ взаимосвязи между значениями свободных параметров нейросетевой модели и точностью разделения источников абдоминальной электрокардиограммы. Показано, что точность выделения плодовой составляющей с помощью разработанного алгоритма не зависит от выбора точки отсчета и длительности сигнала.

Результаты научных исследований, представленные автором в автореферате по главам, демонстрируют успешное решение поставленных задач и достижение цели диссертационной работы.

Проведенные исследования представлены в работах, опубликованных в пяти статьях в журналах из перечня ВАК, в журнале из базы Scopus, а также трудах международных конференций из базы Web of Science.

Выводы диссертационного исследования в полной мере раскрывают защищаемые положения, сформулированные автором. Автореферат диссертации оформлен в соответствии с требованиями ВАК, полно и правильно отражает ее содержание. Отметим продуманную структуру изложения материала в автореферате, ёмкость используемых формулировок, качество оформления представленного иллюстративного материала.

Диссертационная работа Девярых Дмитрия Владимировича представляет собой законченное научное исследование, выполненное на высоком научном уровне. По актуальности, практической значимости, степени обоснованности научных положений, новизне, теоретическому значению полученных результатов представленная к защите диссертационная работа носит характер самостоятельной научно-квалификационной работы, в которой содержится решение задачи, имеющей существенное значение в проблеме неинвазивной кардиографии плода.

Диссертационная работа «Модель, алгоритмы и комплекс программ для неинвазивной фетальной электрокардиографии» отвечает требованиям пунктов 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства РФ от 24.09.2013 № 842), «О внесении изменений в Положение о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства РФ от 21.04.2016 № 335) для кандидатских диссертаций, а ее автор Девярых Дмитрий Владимирович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Ведущий научный сотрудник

Института вычислительного моделирования Сибирского отделения Российской академии наук – обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» доктор технических наук



Константин Васильевич Симонов

30.11.2016

Адрес: 660036, г. Красноярск, Академгородок, дом. 50, стр. 44.  
Тел.: 8-913-59-54-902, e-mail: [simonovkv@icm.krasn.ru](mailto:simonovkv@icm.krasn.ru)

Подпись Симонова К.В. заверяю.

Ученый секретарь

Института вычислительного моделирования Сибирского отделения Российской академии наук – обособленного подразделения ФИЦ КНЦ СО РАН  
к.ф.-м.н.



А.В. Вяткин