

## ОТЗЫВ

**на диссертационную работу Ларгина А.В. «Разработка программно-аппаратных средств и метода цифровой обработки и интеллектуального анализа сигналов электрокардиограммы и фотоплетизмограммы для прогнозирования уровня артериального давления», представленную на соискание ученой степени доктора PhD по специальности 8D06201 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации**

Современное развитие науки и технологий направлено на повышение качества жизни каждого человека. Инновационные решения активно внедряются во все аспекты человеческой деятельности, включая взаимодействие с государственными учреждениями, коммерческими организациями, медициной и повседневной жизнью. Эти изменения благотворно влияют на уровень жизни населения, как опосредованно, через оптимизацию социальных процессов и логистики, так и напрямую, совершенствуя медицинские технологии.

Возможность более глубокого и качественного анализа биомедицинской информации стала реальной благодаря значительному технологическому прогрессу в областях микроэлектроники, вычислительной техники и инфокоммуникационных технологий.

В частности, развитие инфокоммуникационных технологий повысило скорость передачи и эффективность обработки медицинских данных, улучшив диагностику и мониторинг пациентов в реальном времени. Интеграция технологий телемедицины, искусственного интеллекта и Интернета вещей обеспечивает доступ к медицинским услугам жителям отдаленных регионов и способствует решению проблемы нехватки медицинских специалистов.

Прогресс в этих областях позволяет реализовывать методы анализа и алгоритмы цифровой обработки сигналов (ЦОС), которые ранее были недоступны или существовали лишь в теории. Это открывает возможность исследования многоуровневой структуры биомедицинских сигналов путем создания многоступенчатых алгоритмов обработки данных.

В диссертации Ларгина А.В. представлен метод прогнозирования уровня артериального давления (АД) на основе данных фотоплетизмограммы (ФПГ) и электрокардиограммы (ЭКГ), регистрируемых синхронно. Этот метод позволяет разрабатывать новые измерительные приборы для скрининга и мониторинга АД без предварительной индивидуальной калибровки и с приемлемой точностью.

Следует отметить, что в ходе исследований были достигнуты следующие существенные результаты.

Во-первых, разработаны эффективные алгоритмы цифровой обработки сигналов ФПГ и ЭКГ, обеспечивающие их совместимость с последующими этапами обработки информации при прогнозировании уровня АД. Эти алгоритмы оптимизируют процессы фильтрации шумов и помех, что значительно повышает достоверность извлекаемых биомедицинских параметров.

Во-вторых, предложен подход к выделению значимых информативных признаков из сигналов ФПГ и ЭКГ для оценки АД. Этот подход эффективно извлекает ключевые характеристики сигналов, которые непосредственно связаны с изменениями гемодинамических параметров. Кроме того, выделение информативных признаков сокращает объем обрабатываемых данных без потери важной информации, что оптимизирует использование вычислительных ресурсов и ускоряет процесс обработки.

В-третьих, на основе методов машинного обучения разработана интеллектуальная модель классификатора, позволяющая по данным сигналов ФПГ и ЭКГ определять три уровня АД: низкое, нормальное и высокое. Также созданы три регрессионные модели для прогнозирования систолического, диастолического и среднего АД на основе характеристик сигналов ФПГ и ЭКГ.

В-четвертых, реализован программно-аппаратный комплекс для прогнозирования параметров АД в реальном времени по данным сигналов ФПГ с пальца и ЭКГ в первом стандартном отведении, регистрируемых синхронно. Этот комплекс интегрирует алгоритмы цифровой обработки и интеллектуального анализа непосредственно в процесс мониторинга, что позволяет оперативно выявлять отклонения в гемодинамических показателях и повышает эффективность диагностических и профилактических мер.

Практическая значимость работы заключается в возможности применения полученных результатов для создания эффективных систем прогнозирования АД как в скрининговых исследованиях, так и при длительном мониторинге.

Благодаря предложенному методу становится возможным разработка общедоступных систем определения АД, применяемых в домашнем мониторинге и обеспечивающих достаточную точность. Это достигается за счет использования самообучающихся интеллектуальных алгоритмов для анализа сигналов ФПГ и ЭКГ.

Результаты исследования опубликованы в научных журналах, включая те, которые индексируются в Scopus, а также представлены на международных научно-практических конференциях.

Оценивая высокую степень достоверности и научной новизны исследования, следует подчеркнуть, что диссертация отличается четким и грамотным изложением. Она производит впечатление завершенного научного труда. Полученные автором результаты обоснованы и достоверны, выводы логичны и подкреплены экспериментальными данными.

Учитывая все вышесказанное, полагаю, что представленная диссертационная работа рекомендуется к защите на диссертационном совете, а ее автор, Ларгин Александр Васильевич, заслуживает присуждения ученой степени доктора философии (PhD) по специальности 8D06201 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации.

Научный консультант:

к.т.н., профессор кафедры «Энергетика и Радиоэлектроника», НАО «СКУ им. М. Козыбаева», ассоциированный профессор

*Заберию подпись  
Савостин А.А.  
специалист*



Савостин А.А.