

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор
по научной работе и инновациям
ФГАОУ ВО НИ ТПУ
_____ М.С. Юсубов
«23» 03 2020 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

Диссертация «Разработка и исследование постоянно носимого аппаратно-программного комплекса на наносенсорах для динамического наблюдения за состоянием сердца человека» выполнена в Научно - производственной лаборатории «Медицинская инженерия» Инженерной школы неразрушающего контроля и безопасности Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

В период подготовки диссертации соискатель Кодермятов Радик Эмирханович обучался в очной аспирантуре Национального исследовательского Томского политехнического университета в лаборатории «Медицинская инженерия» Инженерной школы неразрушающего контроля и безопасности.

В 2015 г. окончил магистратуру Томского политехнического университета по специальности 200100 «Приборостроение»

В 2 019 г. окончил аспирантуру Томского политехнического университета по направлению 12.06.01 «Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии»

Диплом № А-1-259 об окончании аспирантуры по специальности 05.11.17 выдан 01 июля 2019 г. Федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

Научный руководитель – Авдеева Диана Константиновна, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», заведующий лабораторией Медицинской инженерии Инженерной школы неразрушающего контроля и безопасности, д.т.н., доцент.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

- **оценка выполненной соискателем работы** - диссертация является законченной научной работой, выполненной на актуальную тему, содержит новые результаты, опубликованные в научной печати, является достоверной и обоснованной работой и итогом личных исследований автора;

• **личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации** – основные научные теоретические и экспериментальные исследования выполнены автором самостоятельно либо при его непосредственном участии.

• **степень достоверности результатов проведенных исследований** – достоверность и обоснованность полученных результатов подтверждаются использованием аттестованного испытательного стенда, прошедшего испытания в Томском центре стандартизации и метрологии, результатами предварительных исследований ПЭС на добровольцах, достаточным объёмом проведенных исследований на добровольцах, сопоставлением полученных результатов с известными, полученными на стандартном оборудовании.

•**новизна проведенных исследований:**

1) Впервые разработан постоянно носимый аппаратно-программный комплекс на наносенсорах, который при динамических исследованиях сердца позволил регистрировать без фильтрации и последующего усреднения электрокардиограмму в диапазоне частот от 0 до 3500 Гц, уровнем от 1 мкВ, с частотой дискретизации 16 кГц.

2) Впервые разработан алгоритм и программа для оценки спонтанной активности клеток миокарда, позволяющая определить количество микропотенциалов и их энергию в различных амплитудных и временных интервалах, построить гистограммы распределения микропотенциалов по амплитуде с шагом 0,1 мкВ и по длительности с шагом 0,1 мс для любого вида аритмии и отклонений формы ЭКГ от стандартной.

3) Впервые получены результаты предварительных исследований сердечно-сосудистой системы человека постоянно носимым АПК на добровольцах в расширенном диапазоне частот.

•**практическая значимость:**

1) Диссертационная работа выполнялась в соответствии с планами работ Инженерной школы неразрушающего контроля и безопасности ФГАОУ ВО НИ ТПУ, по проекту ФЦП «Разработка экспериментального образца аппаратно-программного комплекса для неинвазивной регистрации микропотенциалов сердца в широкой полосе частот без фильтрации и усреднения в реальном времени с целью раннего выявления признаков внезапной сердечной смерти», Соглашение № 14.578.21.0032 от 05.06.2014, 2014-2016 гг.

2) Разработаны конструкция наносенсоров для удобного наложения на поверхность грудной клетки и конструкция носимого АПК для длительного ношения пациентом.

3) Проведены исследования носимого АПК на добровольцах в Томском НИИ кардиологии.

Диссертация соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.17 – «Приборы, системы и изделия медицинского назначения».

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем. Основное содержание диссертационной работы и её результатов полностью отражено в следующих работах:

1. Kodermyatov R.E. Pilot results of studying cardiac micropotentials in patients with myocardial infarction and cardiogenic shock / Maximov I. V., Avdeeva D. K., Ivanov M. L., Zimin I. A., Yuzhakov M. M., Turushev N. V., Kodermyatov R. E., Balakhonova M. V., Tsoy E. I. // Siberian Medical Journal. – 2018. – № 33. – c. 103-110. – Режим доступа: https://doi.org/10.29001/2073-8552-2018-33-4-103-110.

2. Kodermyatov R.E. Recording of electromyographic biopotentials using nanosensors and osteosynthesis performed using porous implants with bioactive coatings as a basis for creating upper limb / Avdeeva D.K, Tverdokhlebov S.I., Popkov A.V., Gorbach E.N., Yuzhakov M.M., Turushev N.V., Ivanov M.L., Kodermiatov R.E., Wenjia G., Kozelskaya A.I. // International Journal of Mechanical Engineering and Technology. – 2018. – № 10. – c. 724-734.

3. Kodermyatov R.E. Structural resonance methods for image processing and pattern recognition / Baranov V.A., Avdeeva D.K., Ewert U., Yuzhakov M.M., Turushev N.V., Kodermyatov R.E., Maksimov I.V., Balakhonova M.V. // International Journal of Applied Engineering Research. – 2017. - №19. – c. 9087-9098.

4. Kodermyatov R.E. Methods and approaches for automatic processing and storage of high-potential electrocardiogram registered by hardware and software complex on nanosensors / Rybalka S., Yuzhakov M., Ivanov M., Dang Nguyen K., Kodermjatov R., Wenjia G., Maksimov I., Zimin I. // MATEC Web of Conferences. – 2018. – № 155, [01008]. – c. 1-7. – Режим доступа: https://doi.org/10.1051/matecconf/201815501008

5. Kodermyatov R.E. Development of a high-resolution apparatus to monitor physiological state of a person undergoing extreme conditions / Kodermyatov R., Ivanov M., Yuzhakov M., Kuznetsov V., Yuzhakova M., Timofeeva E., // MATEC Web of Conferences. – 2016. – № 48, [05004]. – c. 1-7. – Режим доступа: https://doi.org/10.1051/confmatec/20164805004

6. Kodermyatov R.E. Research into spontaneous activity of myocardial cells under normal and pathological conditions using the hardware and software complex based on nanosensors / Yuzhakov M.M., Ivanov M.L., Turushev N.V., Maximov I.V., Mazikov S.V., Kodermyatov R.E., Wenjia G., Zimin I.A. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2018. – № 457, – Режим доступа: https://doi.org/10.1088/1757-899X/457/1/012013

7. Kodermyatov R.E. Novel high-resolution nanosensor-based measuring equipment for ECG recording / Diana K. Avdeeva, Maxim L. Ivanov, Mikhail M.Yuzhakov, Nikita V. Turushev, Radik A. Kodermiatov, Ivan V. Maksimov, Ilya A. Zimin., // Measurement. – 2019. - №146, - c. 215–229. - Режим доступа: https://doi.org/10.1016/j.measurement.2019.06.023

8. Kodermyatov R.E. Wearable nanosensor-based hardware and software complex for dynamic cardiac monitoring [Электронный ресурс] / Ivanov M.L., Enshin S.I., Avdeeva D.K., Yuzhakov M.M., Kodermyatov R.E., Tsoi E.I., // IOP

Conference Series: Journal of Physics: Conference Series. – 2019. - №1327. – Режим доступа: https://doi.org/ 10.1088/1742-6596/1327/1/012029

9. Kodermyatov R.E. Advanced features of ECG mapping [Электронный ресурс] / Avdeeva D.K., Yuzhakov M.M., Ivanov M.L., Turushev N. V., Maksimov I. V., Kodermyatov R.E., Mazikov S. V., Wenjia G., Zimin I.A., // IOP Conference Series: Journal of Physics: Conference Series. – 2019. - №1327. – Режим доступа: https://doi.org/ 10.1088/1742-6596/1327/1/012027

10. Кодермятов Р.Э. Новые возможности метода экг картирования / Авдеева Д.К., Южаков М.М., Иванов М.Л., Турушев Н.В., Максимов И.В., Кодермятов Р.Э., Мазиков С.В., Вэньцзя Г., Зимин И.А. // Материалы IX научно-практической конференции «Информационно-измерительная техника и технологии». Томск, 21-24 ноября 2018. – Томск: ТПУ, 2018. – с. 26-27.

11. Кодермятов Р.Э. Исследование спонтанной активности клеток миокарда в норме и патологии аппаратно-программным комплексом на наносенсорах / Южаков М. М., Иванов М.Л., Турушев Н.В., Максимов И.В., Кодермятов Р.Е., Мазиков С.В., Вэньцзя Г., Зимин И.А. // Ресурсоэффективные системы в управлении и контроле: взгляд в будущее: сборник научных трудов VII Международной конференции школьников, студентов, аспирантов, молодых ученых, 8 -13 октября 2018. — Томск : ТПУ, 2018. — с. 58.

Диссертация «Разработка и исследование постоянно носимого аппаратно-программного комплекса на наносенсорах для динамического наблюдения за состоянием сердца человека» Кодермятова Радика Эмирхановича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.17 «Приборы, системы и изделия медицинского назначения».

Заключение принято на научн ом семинаре Научно-производственной лаборатории «Медицинская инженерия» Инженерной школы неразрушающего контроля и безопасности Фед ерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

Присутствовало на заседании 11 чел. Результаты голосования: «за» -11 чел., «против» – нет, «воздержалось» – нет, протокол от 18 марта 2020 г.

Председатель научного семинара
Научно-производственной лаборатории _____ Рыбалка С.А., к.т.н., доцент, отделение математики и информатики ШБИП