

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.243.01,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»,  
МИНОБРНАУКИ РОССИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ  
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 18.03.2021 № 118

О присуждении Ишбулатову Юрию Михайловичу, гражданину Российской Федерации, степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Нелинейная динамика контуров автономного контроля кровообращения: анализ временных рядов, радиофизический эксперимент, реконструкция уравнений» по специальностям 01.04.03 – Радиофизика и 03.01.02 – Биофизика принята к защите 07 октября 2020 года (протокол заседания № 111) диссертационным советом Д 212.243.01, созданным на базе ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского» (ФГБОУ ВО «СГУ имени Н. Г. Чернышевского»), Минобрнауки Российской Федерации, 410012, г. Саратов, ул. Астраханская, 83, приказ Минобрнауки России о создании диссертационного совета от 15.02.2013 №75/нк; приказы об изменении состава совета от 15.12.2015 № 1598/нк-9, от 28.09.2016 № 1180/нк-52, от 15.02.2017 № 116/нк-38, от 26.01.2018 № 92/нк-50, от 17.04.2018 № 431/нк-26, от 23.11.2018 № 301/нк-66, от 24.09.2019 №873/нк-26.

Соискатель Ишбулатов Юрий Михайлович, 1994 года рождения, в 2017 году окончил ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского» с присвоением квалификации магистра. Работает младшим научным сотрудником НИИ кардиологии в ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет имени В. И. Разумовского» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре динамического моделирования и биомедицинской инженерии ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского», Минобрнауки Российской Федерации.

Научные руководители:

доктор физико-математических наук, доцент Карavaев Анатолий Сергеевич, ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского», кафедра динамического моделирования и биомедицинской инженерии, профессор;

доктор медицинских наук, доцент Киселев Антон Робертович, ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского», кафедра динамического моделирования и биомедицинской инженерии, профессор.

Официальные оппоненты:

**Куркин Семен Андреевич**, доктор физико-математических наук (05.13.18), доцент, АНО ВО «Университет Иннополис», Центр технологий компонентов робототехники и мехатроники, Лаборатория нейронауки и когнитивных технологий, профессор;

**Клиньшов Владимир Викторович**, кандидат физико-математических наук (01.04.03), ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук», отдел нелинейной динамики, старший научный сотрудник,

дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** – ФГБОУ ВО «Ярославский государственный университет им. П. Г. Демидова», г. Ярославль, в своем положительном отзыве, подписанном Кащенко Ильей Сергеевичем, доктором физико-математических наук (01.01.02), доцентом, заведующим кафедрой математического моделирования математического факультета, указала, что диссертационная работа Ишбулатова Ю. М. представляет собой законченное научное исследование, выполненное на актуальную тему, отличающееся научной новизной и практической значимостью полученных результатов в области моделирования и исследования динамики системы кровообращения. Результаты представленных в диссертационной работе исследований рекомендуются к использованию в научных и образовательных организациях, сферой деятельности которых является лечебно-диагностическая и научно-исследовательская деятельность. Диссертация удовлетворяет требованиям пп. 9-11,13,14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Ишбулатов Юрий Михайлович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальностям 01.04.03 – Радиофизика и 03.01.02 – Биофизика.

Соискатель имеет 105 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 16 работ общим объемом 8.1 п.л. (авторский вклад 6.1 п.л.), из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 11 работ. Список публикаций также содержит 5 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации:

1. Karavaev A.S., **Ishbulatov Yu.M.**, Ponomarenko V.I., Bezruchko B.P., Kiselev A.R., Prokhorov M.D. Autonomic control is a source of dynamical chaos in the cardiovascular system // *Chaos*. 2019. V. 29. P. 121101.

2. Karavaev A.S., **Ishbulatov Yu.M.**, Ponomarenko V.I., Prokhorov M.D., Gridnev V.I., Bezruchko B.P., Kiselev A.R. Model of human cardiovascular system with a loop of autonomic regulation of the mean arterial pressure // *Journal of the American Society of Hypertension*. 2016. V. 10. Iss. 3. P. 235-243.

3. **Ишбулатов Ю.М.**, Караваев А.С., Пономаренко В.И., Прохоров М.Д., Безручко Б.П. Сравнение методов оценки параметров системы барорефлекторного контроля среднего артериального давления // *Известия РАН. Серия физическая*. 2016. Т. 80. №. 2. С. 202–207.

На автореферат поступило 6 положительных отзывов: из ФГБУН Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН от Ситниковой Е.Ю., д.б.н. (03.03.01); из ФГБОУ ВО «Курский государственный университет» от Постникова Е.Б., д.ф.-м.н. (05.13.18); из ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» от Захарова Д.Г., к.ф.-м.н. (01.04.03); из Института биофизики клетки РАН – обособленного подразделения ФГБУН «Федеральный исследовательский центр «Пущинский научный центр биологических исследований Российской академии наук» от Танканаг А.В., к.б.н. (03.01.02); из Института механики сплошных сред Уральского отделения РАН – филиала ФГБУН Пермский федеральный исследовательский центр Уральского отделения РАН от Мизевой И.А., к.ф.-м.н. (01.02.05); из ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.» от Станкевич Н.В., к.ф.-м.н. (01.04.03).

В отзывах сделаны замечания: а) об отсутствии в автореферате: обоснования выбора метода Розенштейна для оценки старшего показателя Ляпунова по временным рядам, подробного обсуждения статистических характеристик шумовых ком-

понент центральной нервной системы, доказательства приведенного утверждения об увеличении или уменьшении статистических характеристик на основе статистических тестов, подробной физической интерпретации параметров предлагаемой модели кровообращения; б) о наличии опечаток и технических погрешностей.

Выбор официальных оппонентов обоснован их высокой квалификацией в области радиофизики и биофизики, связанной с математическим моделированием нелинейных динамических систем различной природы (это подтверждается публикационной активностью оппонентов в высокорейтинговых журналах по этой тематике). Выбор официальных оппонентов объясняется также отсутствием совместных печатных работ с соискателем. Выбор ведущей организации обосновывается её высоким авторитетом среди научно-исследовательских организаций, эффективно работающих над решением актуальных задач радиофизики и биофизики, а также отсутствием договорных отношений с соискателем. Выбранные оппоненты и ведущая организация удовлетворяют критериям, предъявляемым к официальным оппонентам и ведущей организации по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук (пп. 22 и 24 действующего «Положения о присуждении ученых степеней» от 24 сентября 2013 г. № 842).

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

**разработаны** новые экспериментальные методики, позволяющие повысить точность измерений и расширить границы применимости методов детектирования направленных связей между элементами системы кровообращения, а также методов реконструкции периодических систем с запаздыванием;

**развита** на основе радиофизических принципов научная концепция о динамике биофизической системы кровообращения в ходе активного эксперимента с пассивным переворотом тела;

**предложены** аргументы в пользу гипотезы о важности хаотической динамики контуров автономного контроля в нерегулярности ритма сердца.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

**расширены** представления о биофизической системе кровообращения человека, объяснен экспериментальный эффект увеличения взаимодействия между контурами автономного контроля в положении стоя;

**доказана** важность комбинации динамических шумов и собственной хаотической динамики контуров автономного контроля кровообращения для возникновения нерегулярности сердечного ритма;

**применительно к проблематике диссертации** результативно применены и модернизированы подходы радиофизики и нелинейной динамики для моделирования системы кровообращения, методики диагностики направленных связей в условиях натурального эксперимента и методики реконструкции параметров периодических систем с запаздыванием.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

**разработаны** математические модели системы кровообращения, методики решения обратных задач и методы диагностики связей между контурами автономного контроля кровообращения, которые рекомендуются к применению в Саратовском государственном медицинском университете им. В. И. Разумовского и ФГБУН Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии имени А. Н. Бакулева, г. Москва, для развития методов медицинской диагностики и терапии патологий сердечно-сосудистой системы. Предложенные модели и методики анализа данных используются в рамках мегагранта «Открытие фундаментальных механизмов сна для прорывных технологий нейрореабилитационной медицины» (Минобрнауки РФ, № 075-15-2019-1885), выполняемого совместно со специалистами клиники Шарите (г. Берлин, Германия) при решении задачи математического моделирования и исследования динамики системы кровообращения во время сна.

Результаты также рекомендуются к внедрению в учебный процесс в высших учебных заведениях, ведущих подготовку в междисциплинарных областях на стыке радиофизики и биофизики (Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского», Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова и др.).

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

экспериментальные сигналы системы кровообращения, использованные для подбора параметров модели, были получены на сертифицированном оборудовании. Теоретические выкладки согласуются с опубликованными экспериментальными

данными и устоявшимися соображениями. Используются современные методики обработки экспериментальных данных и математического моделирования.

**Личный вклад соискателя** состоит в непосредственном участии в получении исходных экспериментальных данных, в разработке и реализации математических моделей системы кровообращения, в реализации методов анализа, обработке и интерпретации экспериментальных данных, подготовке всех публикаций.

В диссертации решены актуальные задачи радиофизики и биофизики по развитию радиофизических моделей системы кровообращения, изучению нелинейной хаотической динамики предложенных моделей и их верификации при анализе биологических сигналов. Содержание диссертации удовлетворяет пп. 9–11, 13, 14 действующего «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г., № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальностям 01.04.03 – Радиофизика и 03.01.02 – Биофизика.

На заседании 18 марта 2021 года диссертационный совет принял решение присудить Ишбулатову Ю.М. ученую степень кандидата физико-математических наук по специальностям 01.04.03 – Радиофизика и 03.01.02 – Биофизика.

При проведении открытого голосования диссертационный совет в количестве 23 человек (20 человек находились в месте проведения заседания, 3 человека участвовали в заседании совета в удаленном интерактивном режиме), из них 7 докторов по специальности 01.04.03 – Радиофизика и 3 доктора наук по специальности 03.01.02 – Биофизика, участвовавших в заседании, из 28 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 3 человека по специальности 03.01.02 – Биофизика, проголосовал: за – 23, против – нет, воздержавшихся – нет.

Председатель  
диссертационного совета

Аникин Валерий Михайлович

Ученый секретарь  
диссертационного совета

Слепченков Михаил Михайлович



18 марта 2021 г.