

**РЕШЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА УрФУ 2.3.12.13
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
ДОКТОРА НАУК**

от «24» декабря 2024 г. № 13

о присуждении Ручаю Алексею Николаевичу, гражданство Российской Федерации, ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Методология компьютерного анализа цифровых изображений биологических макрообъектов» по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика принята к защите диссертационным советом УрФУ 2.3.12.13 «10» октября 2024 г., протокол № 10.

Соискатель, Ручай Алексей Николаевич, 1986 года рождения;

диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук на тему «Текстозависимая верификация диктора: модель, статистические исследования, комплекс программ» по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ защитил в диссертационном совете, созданном на базе Челябинского государственного университета в 2012 г.; в 2018 г. присвоено ученое звание доцента по специальности «Системный анализ, управление и обработка информации»;

работает в должности заведующего кафедрой компьютерной безопасности и прикладной алгебры ФГБОУ ВО «Челябинский государственный университет».

Диссертация выполнена на кафедре компьютерной безопасности и прикладной алгебры ФГБОУ ВО «Челябинский государственный университет», Минобрнауки России.

Научный консультант – доктор технических наук, **Кобер Виталий Иванович**, ФГБОУ ВО «Челябинский государственный университет», кафедра вычислительной механики и информационных технологий, профессор.

Официальные оппоненты:

Арлазаров Владимир Львович – доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РАН, Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук, г. Москва, руководитель отделения;

Болодурина Ирина Павловна – доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург, кафедра прикладной математики, заведующий кафедрой;

Савченко Андрей Владимирович – доктор технических наук, доцент, Нижегородский филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», г. Нижний Новгород, кафедра информационных систем и технологий, профессор
дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 144 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации опубликована 41 работа, из них 31 статья опубликована в рецензируемых научных изданиях, определенных ВАК РФ и Аттестационным советом УрФУ, в том числе 30 – в изданиях, входящих в международные цитатно-аналитические базы WoS и Scopus; 4 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ и 6 свидетельств о государственной регистрации баз данных. Общий объем опубликованных работ по теме диссертации – 22,64 п.л., авторский вклад – 6,36 п.л.

Основные публикации по теме диссертации:

Статьи в рецензируемых научных изданиях, определенных ВАК РФ и Аттестационным советом УрФУ:

1. **Ручай А.Н.** Обзор исследований в области оценки физических и морфологических характеристик биологических макрообъектов по

- изображениям // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. — 2023. — № 2(62). — С. 107-118. (1,91 п.л. / 1,91 п.л.)
2. Gritsenko S. On-Barn Forecasting Beef Cattle Production Based on Automated Non-Contact Body Measurement System / Gritsenko S., **Ruchay A.**, Kolpakov V., Lebedev S., Guo H., Pezzuolo A. // *Animals*. — 2023. — Vol. 13(4). — 611. — Pp. 1-15. (1,13 п.л. / 0,21 п.л.) (Scopus, Web of Science)
 3. Zhang J. Automatic method for quantitatively analyzing the body condition of livestock from 3D shape / Zhang J., Lei J., Wu J., Lu H., Guo H., Pezzuolo A., Kolpakov V., **Ruchay A.** // *Computers and Electronics in Agriculture*. — 2023. — Vol. 214. — 108307. — Pp. 1-11. (1,11 п.л. / 0,13 п.л.) (Scopus, Web of Science)
 4. **Ruchay A.** A Comparative Study of Machine Learning Methods for Predicting Live Weight of Duroc, Landrace, and Yorkshire Pigs / **Ruchay A.**, Gritsenko S., Ermolova E., Bochkarev A., Ermolov S., Guo H., Pezzuolo A. // *Animals*. — 2022. — Vol. 12(9). — 1152. — Pp. 1-10. (0,75 п.л. / 0,11 п.л.) (Scopus, Web of Science)
 5. **Ruchay A.** Live Weight Prediction of Cattle Based on Deep Regression of RGB-D Images / **Ruchay A.**, Kober V., Dorofeev K., Kolpakov V., Gladkov A., Guo H. // *Agriculture*. — 2022. — Vol. 12(11). — 1794. — Pp. 1-13. (1,68 п.л. / 0,31 п.л.) (Scopus, Web of Science)
 6. **Ruchay A.** Genome-Wide Associative Study of Phenotypic Parameters of the 3D Body Model of Aberdeen Angus Cattle with Multiple Depth Cameras / **Ruchay A.**, Kolpakov V., Kosyan D., Rusakova E., Dorofeev K., Guo H., Ferrari G., Pezzuolo A. // *Animals*. — 2022. — Vol. 12(16). — 2128. — Pp. 1-13. (1,11 п.л. / 0,15 п.л.) (Scopus, Web of Science)
 7. **Ruchay A.** Comparative analysis of machine learning algorithms for predicting live weight of Hereford cows / **Ruchay A.**, Kober V., Dorofeev K., Kolpakov V., Dzhulamanov K., Kalschikov V., Guo H. // *Computers and Electronics in Agriculture*. — 2022. — Vol. 195. — 106837. — Pp. 1-13. (0,73 п.л. / 0,1 п.л.) (Scopus, Web of Science)

8. Du A. Automatic livestock body measurement based on keypoint detection with multiple depth cameras / Du A., Guo H., Lu J., Su Y., Ma Q., **Ruchay A.**, Marinello F., Pezzuolo A. // Computers and Electronics in Agriculture. — 2022. — Vol. 198. — 107059. — Pp. 1-11. (0,88 п.л. / 0,12 п.л.) (Scopus, Web of Science)
9. Lu J. 2-D/3-D fusion-based robust pose normalisation of 3-D livestock from multiple RGB-D cameras / Lu J., Guo H., Du A., Su Y., **Ruchay A.**, Marinello F., Pezzuolo A. // Biosystems Engineering. — 2022. — Vol. 223(B). — Pp. 129-141. (1,16 п.л. / 0,17 п.л.) (Scopus, Web of Science)
10. **Ruchay A.** Fast algorithm of 3D object volume calculation from point cloud / **Ruchay A.**, Fedorova M. // Proceedings of SPIE. — 2021. — Vol. 11842. — 118421Q. — Pp. 1-6. (0,38 п.л. / 0,19 п.л.) (Scopus, Web of Science)
11. **Ruchay A.** Fast 3D object symmetry detection for point cloud / **Ruchay A.**, Kalschikov V., Gridnev A., Guo H. // Proceedings of SPIE. — 2021. — Vol. 11842. — 118421S. — Pp. 1-6. (0,41 п.л. / 0,1 п.л.) (Scopus, Web of Science)
12. **Ruchay A.** Accurate body measurement of live cattle using three depth cameras and non-rigid 3-D shape recovery / **Ruchay A.**, Kober V., Dorofeev K., Kolpakov V., Miroshnikov S. // Computers and Electronics in Agriculture. — 2020. — Vol. 179. — 105821. — Pp. 1-11. (1,31 п.л. / 0,27 п.л.) (Scopus, Web of Science)
13. **Ruchay A.N.** Fusion of information from multiple Kinect sensors for 3D object reconstruction / **Ruchay A.N.**, Dorofeev K.A., Kolpakov V.I. // Computer Optics. — 2018. — Vol. 42(5). — Pp. 898-903. (0,68 п.л. / 0,23 п.л.) (Scopus, Web of Science)
14. **Ruchay A.** An efficient detection of local features in depth maps / **Ruchay A.**, Dorofeev K., Kober A. // Proceedings of SPIE. — 2018. — Vol. 10752. — 1075223. — Pp. 1-8. (0,6 п.л. / 0,2 п.л.) (Scopus, Web of Science)

Свидетельства о регистрации программы для ЭВМ:

15. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2021669674. Быстрое вычисление геодезического расстояния на трехмерной модели животного / Колпаков В.И., **Ручай А.Н.**, Мирошников

- С.А. — Заявка № 2021669228 от 24.11.2021; дата государственной регистрации в Реестре программ для ЭВМ 01.12.2021. — 1 с.
16. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2021680388. Автоматическое выравнивание позы трехмерной модели животного / Колпаков В.И., **Ручай А.Н.**, Мирошников С.А. — Заявка № 2021669668 от 01.12.2021; дата государственной регистрации в Реестре программ для ЭВМ 09.12.2021. — 1 с.
 17. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2019614479. Трехмерные математические инварианты для замены субъективных оценок экстерьера животного / **Ручай А.Н.**, Дорофеев К.А., Колпаков В.И., Кобер А.В., Джуламанов К.М. — Заявка № 2019613117 от 26.03.2019; дата государственной регистрации в Реестре программ для ЭВМ 26.03.2019. — 1 с.
 18. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2019614397. Оценка живой массы крупного рогатого скота с использованием методов бесконтактной трехмерной реконструкции форм животных / **Ручай А.Н.**, Кальщиков В.В., Колпаков В.И., Кобер А.В., Джуламанов К.М. — Заявка № 2019613102 от 26.03.2019; дата регистрации в Реестре программ для ЭВМ 26.03.2019. — 1 с.
- Свидетельства о регистрации базы данных для ЭВМ:*
19. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2022623200. База данных RGB-D изображений и ручных промеров экспериментальной группы животных / **Ручай А.Н.**, Колпаков В.И., Дорофеев К.А. — Заявка № 2022623136 от 24.11.2022; дата государственной регистрации в Реестре базы данных 02.12.2022. — 1 с.
 20. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2022623242. Данные биометрических исследований, включающие результаты выявления зависимостей отдельных статей экстерьера, индексов, 3D-моделей поверхности тела животных и присутствия отдельных генетических признаков / **Ручай А.Н.**, Колпаков В.И., Дорофеев К.А. — Заявка №

- 2022623150 от 24.11.2022; дата государственной регистрации в Реестре базы данных 05.12.2022. — 1 с.
21. Свидетельство о государственной регистрации базы данных №2021622534. База данных RGB-D изображений и ручных промеров племенных животных абердин-ангусской породы / **Ручай А.Н.**, Дорофеев К.А., Колпаков В.И., Кальщиков В.В., Лебедев С.В., Рахматуллин Ш.Г. — Заявка № 2021622460 от 12.11.2021; дата государственной регистрации в Реестре базы данных 18.11.2021. — 1 с.
 22. Свидетельство о государственной регистрации базы данных №2021622896. База данных RGB-D изображений и ручных промеров племенных животных Vos Taurus / Колпаков В.И., **Ручай А.Н.**, Мирошников С.А. — Заявка № 2021622743 от 24.11.2021; дата государственной регистрации в Реестре базы данных 10.12.2021. — 1 с.
 23. Свидетельство о государственной регистрации базы данных №2021622569. Данные биометрических исследований, включающие результаты выявления зависимостей отдельных статей экстерьера, индексов, 3-D моделей поверхности тела животных и присутствия отдельных генетических признаков / **Ручай А.Н.**, Колпаков В.И., Герасимов Н.П., Джуламанов К.М., Косян Д.Б., Рахматуллин Ш.Г. — Заявка № 2021622475 от 12.11.2021; дата государственной регистрации в Реестре базы данных 19.11.2021. — 1 с.
 24. Свидетельство о государственной регистрации базы данных №2019622142. Параметры экстерьера племенных животных герефордской породы разных эколого-генетических групп / Колпаков В.И., **Ручай А.Н.**, Джуламанов К.М., Кобер А.В., Мирошников И.С. — Заявка № 2019621923 от 26.10.2019; дата государственной регистрации в Реестре базы данных 21.10.2019. — 1 с.

На автореферат поступили положительные отзывы:

1. **Федосеева Виктора Андреевича**, кандидата физико-математических наук, доцента, доцента кафедры геоинформатики и информационной безопасности ФГАОУ ВО «Самарский национальный

исследовательский университет имени академика С.П. Королева», г. Самара. Содержит замечания по терминологии, используемой в автореферате.

2. **Аникина Игоря Вячеславовича**, доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой систем информационной безопасности ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ», г. Казань. Содержит вопросы по построенным моделям.

3. **Ложникова Павла Сергеевича**, доктора технических наук, доцента, проректора по научной и инновационной деятельности ФГАОУ ВО «Омский государственный технический университет», г. Омск. Содержит вопросы по разработанному программно-аппаратному комплексу.

4. **Маковецкого Артема Юрьевича**, кандидата физико-математических наук, доцента, доцента кафедры вычислительной механики и информационных технологий ФГБОУ ВО «Челябинский государственный университет», г. Челябинск. Содержит замечания по содержанию автореферата.

5. **Гриценко Светланы Анатольевны**, доктора биологических наук, доцента, заведующего кафедрой кормления, гигиены животных, технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет», г. Троицк. Содержит вопросы по выборке используемых данных и по внедрению разработок.

6. **Колпакова Владимира Ивановича**, кандидата сельскохозяйственных наук, заведующего лабораторией прецизионных технологий в сельском хозяйстве ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», г. Оренбург. Содержит вопросы по дальнейшему развитию разработанных комплексов.

7. **Соколинского Леонида Борисовича**, доктора физико-математических наук, профессора, заведующего кафедрой системного

программирования ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», г. Челябинск. Без замечаний.

8. **Мельникова Андрея Витальевича**, доктора технических наук, профессора, директора автономного учреждения «Югорский научно-исследовательский институт информационных технологий», г. Ханты-Мансийск. Без замечаний.

Выбор официальных оппонентов обоснован их высокой компетентностью и известностью достижений исследований в области обработки изображений и видеопотока, разработки систем компьютерного зрения, в том числе с применением методов машинного обучения для анализа характеристик и моделирования форм различных трехмерных объектов, что подтверждается наличием у них соответствующих публикаций в рецензируемых российских и международных научных изданиях.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук соответствует п. 9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ, представляет собой научно-квалификационную работу, в которой на основании проведенных автором исследований решена важная научная проблема создания научно-методического инструментария (методологии) для анализа цифровых изображений крупных сельскохозяйственных животных, ставшего основой для разработки системы компьютерного зрения, которая обеспечивает бесконтактное измерение геометрических размеров животных и их массы, накопление результатов измерений в соответствующих БД и предоставление доступа к ним специалистов в области сельского хозяйства, создавая тем самым условия для перехода к точному животноводству, основанному на использовании передовых цифровых, интеллектуальных производственных технологий и роботизированных систем, что является значительным вкладом в развитие животноводства в Российской Федерации.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку:

1. Разработанный метод анализа изображений животных, фиксируемых одновременно тремя камерами глубины, основанный на использовании нежесткой трехмерной реконструкции объекта, позволяет создавать *3D* визуальные модели изучаемых объектов, точность которых оказывается достаточной для получения достоверных оценок морфологических параметров наблюдаемых животных (длина, ширина, высота, объем груди и т.д.).

2. Разработанный способ нормализации позы трехмерных моделей животных, основанный на совместном использовании *3D* моделей биологических объектов, реконструированных с помощью разработанного автором метода анализа изображений, фиксируемых одновременно тремя камерами глубины, и соответствующих *2D* изображений, полученных видеокамерами, измеряющими яркостные характеристики поверхностей, обеспечивает получение оценок морфологических параметров животных, значения которых не зависят от их положения относительно средств измерений.

3. Разработанный алгоритм установления взаимно однозначного соответствия между ключевыми точками *2D* изображения животного и его *3D* моделью положен в основу метода количественных оценок морфологических характеристик данных животных, а также их массы тела.

4. Разработанный на основе использования методологии анализа цифровых изображений крупных сельскохозяйственных животных, включающей в себя научно-обоснованные способы, методы и алгоритмы, описанные в пп. 1–3, и внедренный на животноводческом производстве программно-аппаратный комплекс обеспечивает в реальном режиме времени мониторинг параметров отдельных особей наблюдаемых животных.

Диссертационная работа Ручая Алексея Николаевича ориентирована на решение практических задач, связанных с разработкой программно-аппаратных комплексов для автоматизированного мониторинга за состоянием животных. Результаты работ соискателя используются в ФГБНУ Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, г. Оренбург, Россия (справка об использовании результатов от 17.04.2023) и в ООО «ЗОО-ИНЖИНИРИНГ», г. Оренбург, Россия (акт об использовании результатов от 19.04.2023).

На заседании 24 декабря 2024 г. диссертационный совет УрФУ 2.3.12.13 принял решение присудить Ручаю А.Н. ученую степень доктора технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет УрФУ 2.3.12.13 в количестве 13 человек, в том числе 5 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 12, против – 1, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета
УрФУ 2.3.12.13

Поршнева Сергей Владимирович

Ученый секретарь
диссертационного совета
УрФУ 2.3.12.13

Сафиуллин Николай Тахирович

24.12.2024 г.