



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
**ИНСТИТУТ ПРОГРАММНЫХ СИСТЕМ  
ИМ. А. К. АЙЛАМАЗЯНА  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

152021, Россия, Ярославская область, Переславский район,  
село Вельское, улица Петра Первого, дом 4 «а», ИПС им. А.К. Айламазяна РАН  
Тел./Факс: +7(4852)695228 e-mail: [psi@botik.ru](mailto:psi@botik.ru)

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор ФГБУН Институт  
программных систем



А.К. Айламазяна РАН  
С.М. Абрамов

05 2017

### ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Нгуен Тхе Лонга «Разработка моделей и комплексов программ в задачах антропометрии на основе алгоритмов компьютерного зрения», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 - Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

**Актуальность темы диссертации.** В диссертационной работе Нгуен Тхе Лонга рассмотрена задача автоматизации мобильной регистрации ряда основных размеров тела человека с целью создания математической модели на основе компьютерной обработки цикла изображений.

В современной литературе специализированным антропометрическим исследованиям и их автоматизации посвящен большой объем литературы в виду ее важности в различных областях науки и техники, включая медицину, биометрию и криминалистику. Однако использование методов компьютерного зрения в этой области математического моделирования стало применяться лишь недавно, что обусловлено в первую очередь, появлением современных техниче-

ских средств и практической значимостью различных антропометрических моделей в вышеуказанных областях. Несмотря на наличие разработанных к настоящему времени математических моделей и арсенала эффективных методов компьютерного зрения в тематике, о которой в диссертации идет речь, остается нерешенным большой круг вопросов, диктуемых в первую очередь потребностями конкретных приложений антропометрии, рассмотренных в диссертации. Поэтому представленное направление исследований является актуальным в математическом моделировании в задачах антропометрии.

**Общая цель исследования**, которую преследует автор – разработка математических моделей, численных методов и комплексов программ (в виде мобильных приложений) в задачах антропометрии, позволяющих снимать 12 антропометрических мерок путем анализа видеопоследовательностей цифровых изображений человека и строить антропометрические модели. Для ее достижения сформулированы и решены следующие задачи:

- разработать алгоритмы компьютерного зрения для извлечения антропометрических признаков;
- применить методы машинного обучения для классификации данных;
- построить антропометрические модели на основе антропометрических признаков;
- разработать мобильные приложения на ОС Андроид для смартфонов с целью применения в моделировании одежды и в фитнес-тестировании.

**Научная новизна работы состоит в следующем:**

1. Предложены методы математического моделирования на основе синтеза ряда современных методов обработки изображений и алгоритмов компьютерного зрения для извлечения антропометрических признаков.

2. Разработаны численные методы машинного обучения на основе метода случайного леса (random forest) для классификации антропометрических данных.

3. Построены антропометрические модели человеческого тела на основе измерений антропометрических признаков.

4. Разработаны и апробированы комплексы программ для мобильных антропометрических исследований, использующее технические средства доступные для широкого круга пользователей.

**Структура работы.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 180 наименований и трех приложений. Общий объем диссертации составляет 126 страниц, включая 54 рисунков и 6 таблиц.

*Во введении* обосновывается актуальность исследования, сформулированы цели, методы и практическая ценность полученных результатов.

*В первой главе* дан подробный аналитический обзор методов компьютерного зрения используемых в антропометрии. Здесь же изложены основные методы компьютерного зрения, используемые во второй главе при создании авторской антропометрической системы. Заканчивается аналитический обзор сформулированной цели и задач диссертационного исследования.

*Во второй главе* изложены этапы разработанного подхода. Глава посвящена построению математических моделей и численных методов компьютерного зрения для извлечения антропометрических признаков. Далее математические модели и численные методы машинного обучения применены для классификации антропометрических данных. Содержательная часть второй главы заключается в описании двухэтапного подхода к построению авторской антропометрической модели. На первом этапе после регистрации и предобработки серии изображений сцен субъекта и фона происходит извлечение искомым признаков. При этом предложен эффективный синтез двух численных методов: 1) сегментации изображений, заключающегося в редукции к задаче дискретной оптимизации и поиску минимального разреза на графах (т.н. схема Бойкова-Колмогорова); 2) при помощи итеративного метода отыскания ближайших точек в опорных областях локализуются опорные точки, между которыми находится евклидово расстояние, соответствующее искомым антропометрическим планарным признакам. Здесь необходимо отметить эффективность авторских численных методов моделирования объемных признаков - обхватов груди, шеи, бедер, бицепсов и талии. Дан анализ результатов проведения вычислительных экспериментов. Анализ

технической погрешности измерений показал, что результат подчиняется закону распределения близкому к нормальному. На втором этапе используется метод классификации антропометрических измерений с целью визуализации построенных антропометрических моделей.

*Третья глава* посвящена разработке двух комплексов программного обеспечения, реализующих двухэтапный подход к математическому моделированию в поставленной задаче антропометрического моделирования. Подробно изложен этап проектирования и дано описание комплексов проблемно-ориентированных программ для мобильных устройств, реализованных для приложения антропометрии в моделировании одежды (приложение E-Tailor) и для проведения фитнес-тестирования (приложение E-Fitness).

В *четвертой главе* дано описание среды разработки и главных функций мобильных приложений на операционной системе Андроид. В *заключении* приведен список основных полученных результатов.

Основные результаты исследований опубликованы в 11 научных работах, из них 4 статьи в изданиях, входящих в Перечень ВАК РФ (одна статья опубликована в журнале, индексируемом Web of Science и одна статья опубликована в журнале, индексируемом Scopus). Получено 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ. Основные положения, выносимые на защиту представлены научной общественности на ряде научно-исследовательских семинаров и международных конференций. Имеется акт о внедрении. Список семинаров и конференций, а также полный список публикаций автора приведен в автореферате.

**Значимость для науки** заключается в разработке и тестировании новых математических моделей в антропометрии на основе синтеза алгоритмов компьютерного зрения и методов машинного обучения.

**Практическая значимость** результатов исследования заключается в эффективном решении двух прикладных задач антропометрии: моделирование одежды и фитнес-тестирование на основе разработанных математических моделей, численных методов и комплексов программ.

## **Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации**

Полученные результаты могут найти применение при сборе антропометрических данных, профосмотрах, фитнес-тестировании, проведении судебно-медицинских экспертиз, а также при чтении специальных курсов магистрантам по проблемам математического моделирования с использованием компьютерного зрения в технических вузах.

### **Замечания**

Диссертация выполнена на достаточно высоком научно-техническом уровне. Тем не менее имеются основания и для ряда замечаний.

- 1) Фрагментарно изложен метод формирования пяти типов телосложения, по которым проводится предварительная классификация для визуализации антропометрической модели, строящейся по сделанным измерениям. Эту задачу кластеризации можно было бы изложить подробно.
- 2) Имеются повторы в изложении материала и некоторые стилистические погрешности.
- 3) Имеются опечатки и несогласованность падежей, например, на стр. 37 пропущен союз "и" в первом предложении второй главы.

### **Заключение**

Работа Нгуен Тхе Лонга представляет собой законченную, самостоятельно выполненную научно-исследовательскую работу на актуальную тему. Приведенные выше замечания не влияют на окончательную положительную оценку данной диссертационной работы. Автореферат соответствует содержанию диссертации. Диссертационная работа полностью соответствует паспорту специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», а именно его следующим пунктам:

- п.3 «Разработка, обоснование и тестирование эффективных вычислительных методов с применением современных компьютерных технологий»;
- п.4 «Реализация эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента»;

– п.5 «Комплексные исследования научных и технических проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента».

В связи с вышесказанным считаем, что диссертация Нгуен Тхе Лонга «Разработка моделей и комплексов программ в задачах антропометрии на основе алгоритмов компьютерного зрения» удовлетворяет всем требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки Российской Федерации, а ее автор Нгуен Тхе Лонг заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Диссертация и отзыв обсуждены на семинаре Исследовательского центра системного анализа (ИЦСА) ФГБУН Института программных систем им. А.К. Айламазяна РАН « 4 » мая 2017 г., протокол №5

Руководитель ИЦСА

ФГБУН Института программных систем

им. А.К. Айламазяна РАН, к.т.н.

Амелькин Сергей Анатольевич

С.А. Амелькин

«04» мая 2017

