

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента Шека Андрея Сергеевича  
на диссертационную работу Шарапова Юрия Альбертовича  
«Математические модели эмоциональных роботов, способных забывать информацию»,  
представленную на соискание ученой степени  
кандидата физико-математических наук по специальности  
05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

### **1. Актуальность диссертационной работы**

Диссертационная работа Ю.А.Шарапова посвящена разработке математических моделей психических процессов человека, а именно, память и эмоции. Моделирование данных процессов позволит улучшить взаимодействие человека и робота, что востребовано при построении персональных роботов, объем продаж которых растет с каждым годом.

### **2. Постановка цели и задач исследования**

Целью представленных в диссертационной работе исследований является разработка математических моделей принятия решений роботом для построения функции переходов работа и функции принятия решений роботом.

Для ее достижения Ю.А.Шарапов поставил и решил следующие задачи:

1. Разработал математическую модель накопления логического опыта роботом для построения логической составляющей состояния робота, которое является выходным значением функции переходов робота.

2. Разработал математическую модель эмоционального псевдовоспитания робота для построения эмоциональной составляющей состояния робота, которое является выходным значением функции переходов робота.

3. Разработал математическую модель принятия решений роботом для построения функции принятия решений роботом.

4. Разработал компьютерные программы, реализующие предложенные математические модели.

5. Провел верификацию построенных математических моделей с помощью натуральных экспериментов на основе психологии человека.

### **3. Новизна исследований и полученных результатов**

К основным научным результатам диссертационной работы можно отнести следующее:

1. В рамках теории эмоциональных роботов построены математические модели накопления роботом информации, полученной от его рецепторов, накопления логического опыта и его псевдовоспитания для нескольких уровней накопления. Таким образом, построена функция переходов робота согласно введенному выше определению робота, способного принимать решения.

2. Предложена математическая модель принятия альтернативных решений роботом в зависимости от его эмоционального псевдовоспитания и логического опыта. Таким

образом построена функция принятия решений роботом согласно введенному выше определению робота, способного принимать решения.

3. Решена задача идентификации параметров равномерного многоуровневого процесса накопления информации, который аппроксимирует процесс накопления информации роботом.

4. Разработаны программа определения коэффициентов кратковременной памяти человека и программа для решения задачи идентификации параметров равномерного многоуровневого процесса накопления информации роботом.

#### 4. Содержание диссертационной работы

Диссертация включает введение, 3 главы, заключение, библиографический список из 142 наименований и 4 приложений. Общий объем диссертации составляет 187 страниц текста, включающего 33 рисунка, 14 таблиц и 4 приложения.

*Во введении* обоснована актуальность проблемы, приведен обширный обзор литературы по теме исследования, дано определение робота, на основе которого строится диссертационная работа, обозначены цель и задачи, методы исследования, научная и практическая значимость работы, изложены научные положения, выносимые на защиту.

*В первой главе* изучаются общие свойства памяти робота. В данной главе введены основные понятия и математические модели накопления роботами информации, полученной от их рецепторов, для одного уровня накопления информации. Автор приводит недостатки одноуровневой модели накопления информации и строит многоуровневую математическую модель накопления информации роботом. Также рассматриваются аспекты применения предложенной модели в различных задачах. Автором проведены численные эксперименты для проверки модели на устойчивость и описан программный комплекс, используемый для численных экспериментов.

*Во второй главе* автор обобщает алгоритм накопления роботом информации и вводит математическое понятие коэффициента долговременной памяти робота. В диссертационной работе представлены две математические модели долговременной памяти. Первая математическая модель долговременной памяти имеет взаимосвязь долговременной информационной памяти с кратковременной информационной памятью. Вторая математическая модель долговременной памяти описывается как независимую от кратковременной. Также в данной главе представлена математическая модель принятия решений в зависимости от эмоционального псевдовоспитания и логического опыта робота.

*Третья глава* посвящена исследованию соответствия математической теории роботов психологии человека. Автор для описания характеристики кратковременной памяти робота адаптирует психологический метод Джекобса, используемый в классическом виде используется для вычисления объема кратковременной памяти человека. В тестировании различий кратковременной памяти человека и робота участвовало 17 человек в возрасте от 19 до 25 лет. При верификации расчетов средняя относительная погрешность составила 21%, а среднеквадратичное отклонение от средней относительной погрешности – 1%. Также в главе приведено описание программного комплекса «СMemory», используемого для проведения экспериментов.

*В заключении* приведены выводы по диссертационной работе и намечены перспективы дальнейших исследований.

Оформление диссертационной работы и автореферата, в целом, отвечает предъявляемым требованиям.



## 5. Замечания

По содержанию диссертации имеются некоторые замечания.

1. Во введении дано определение эмоционального робота через автомат, но не приведены ссылки на работы, где используется данное или схожее определение. Как представленная формализация эмоционального робота соотносится с существующими исследованиями в заданной области?

2. В главе 1 в разделе 1.4.3 «Исследование решения задачи идентификации параметров на устойчивость» автор исследует *«устойчивость задачи на конкретном примере»* с заданными значениями переменных, однако, не очевидно, почему устойчивость задачи сохраниться при других значениях переменных.

3. В главе 2 в разделе 2.4 «Математическое моделирование процесса эмоционального псевдовоспитания робота с учетом смены знака эмоциональной псевдоустановки» автор замечает, что *«процесс эмоционального псевдовоспитания равномерно забывчивого робота и процесс накопления информации равноинформационного робота описывается одно и той же формулой с точностью до обозначений»*. Насколько целесообразно вводить новую сущность для работы с «эмоциями», а не использовать одну для «сенсоров» и «эмоций»?

4. В главе 2 в разделе 2.5 «Математическая модель принятия решений роботом в зависимости от его эмоционального псевдовоспитания и логического опыта» автор явно разделяет принятие решений, которые могут быть либо эмоциональным, либо логическим. Подобное разделение существенно сужает область применения модели, например, робот может принять логическое решение под эмоциональным воздействием. Зачем необходимо подобное разделение?

5. В главе 3 автор приводит результаты тестирования модели памяти робота и памяти человека. В эксперименте участвовало 17 человек, что свидетельствует психологическом характере эксперимента. Оценка эксперимента производилась с помощью метрик *средней относительной погрешности* и *среднего квадратичного отклонения относительной погрешности*. В психологии для оценки результатов экспериментов, как правило, проверяют статистические гипотезы. Почему не применялись статистические проверки гипотез, принятые в психологии?

6. В 1997 году Сеппом Хохрайтером и Юргеном Шмидхубером была представлена архитектура рекуррентных нейронов *Long short-term memory (LSTM)*. Данная архитектура нейронов имеет внутренние переменные-вентили, которые можно интерпретировать, как «эмоций», а входные переменные можно интерпретировать, как данные сенсоров. Чем представленные в диссертации модели принципиально отличаются от нейронов LSTM и какие принципиальные улучшения они дают по сравнению с LSTM?

## 6. Заключение

Высказанные замечания не снижают ценности работы и общей положительной оценки.

Основные результаты диссертации широко и полно отражены в публикациях автора (всего 15, из них 5 — статьи в научных журналах, рекомендованных ВАК и входящих в системы цитирования WoS, Scopus, РИНЦ, 2 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ, 1 монография), а также были представлены на научных конференциях разного уровня.

Диссертационная работа представляет собой завершенную научно-исследовательскую работу на актуальную тему. Тема и содержание диссертации соответствует паспорту специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ». Автореферат полно и правильно отражает содержание диссертации

Считаю, что диссертация Шарапова Юрия Альбертовича полностью удовлетворяет всем требованиям пп. 9-14 действующего «Положения о присуждении учёных степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 — «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

### Официальный оппонент

программист 1 категории Отдела интеллектуальных систем и робототехники  
Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

кандидат физико-математических наук

Шека Андрей Сергеевич



Адрес организации: 620002, Екатеринбург, ул. Мира, 19, ФГАОУ ВО  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»  
Тел. +7 (343) 389 94 68  
email: AndreySheka@urfu.ru

9 января 2019

Подпись Шеки А.С.  
Заверяю  
Начальник отдела  
документационного обеспечения  
управления  
/ Вихренко Т.Е.