

**РЕЦЕНЗИЯ на выпускную квалификационную работу обучающегося СПбГУ  
Ужвы Дениса Романовича  
по теме «Мультиагентные технологии в киберфизических системах»**


Работа Ужвы Д.Р. посвящена созданию алгоритма удалённого распознавания кластеров и управления ими в мультиагентных киберфизических системах и разработке реализующего этот алгоритм программного обеспечения. В алгоритме продемонстрирована возможность применения метода Compressive Sensing (опознания по сжатию) к компрессии данных о наблюдениях за мультиагентной системой для передачи этих данных в удалённый дата-центр. Программное обеспечение апробировано на примере модели осцилляторов Курамото, имеющей множество практических приложений.

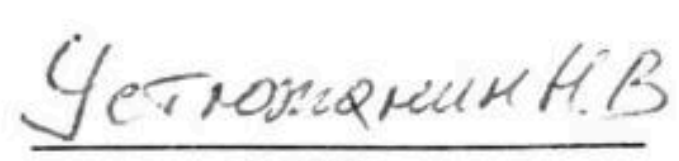
Работа состоит из введения, шести глав основной части (соответствующим списку задач), заключения, списка литературы и приложения с доказательством формулируемой в работе теоремы. Текст изложен связно, сопровождается таблицами, наглядными графиками и диаграммами. Во введении достаточно подробно описаны актуальные разработки в области мультиагентных технологий, сопровождаемые наглядными примерами и ссылками на соответствующие современные статьи в журналах с высоким уровнем цитируемости. Далее в первой главе основной части проведено сравнение методов моделирования мультиагентных систем, алгоритмов кластеризации, а также описана методика опознания по сжатию и модель осцилляторов Курамото — всё это формирует полноценный обзор литературы. Во второй главе сформулирована теорема о параметрах на упомянутую модель осцилляторов, позволяющая точно задавать параметры при апробации ПО для достижения желаемого поведения системы. Третья глава посвящена разрабатываемому алгоритму: обозначены основные шаги алгоритма, описан метод наблюдений за мультиагентной системой, сжатия и реконструкции данных об этих наблюдениях, также описана метрика определения точности поиска кластеров и проведена оценка сложности алгоритма. В четвёртой главе сформулированы функциональные и нефункциональные требования к программному обеспечению, в соответствии с которыми выбран стек Python + NumPy + SciPy + matplotlib. Пятая и шестая глава соответствуют объяснению особенностей реализации ПО и его апробации: приведена архитектура программного обеспечения, исследована точность определения кластеров в зависимости от параметров алгоритма, дано развёрнутое обоснование выводов.

В ходе выполнения работы Денис Романович продемонстрировал высокий уровень навыков разработки на языке Python с применением объектно-ориентированного программирования. Разработанное программное обеспечение дополнено документацией, в которой содержится инструкция по установке ПО в качестве модуля для Python. Благодаря применению ООП отдельные компоненты модуля можно использовать по необходимости: например, заменить компоненту, ответственную за симуляции мультиагентной системы, реальной системой.

В качестве замечаний можно указать достаточно затянутые рассуждения во введении, увеличивающие его объём до несколько выше рекомендованного. Однако, поскольку предлагаемый в работе подход кластерного управления мультиагентными системами обладает значительной новизной, введение должно подробно подвести к мотивации исследования и разработки, в связи с чем указанное замечание носит характер комментария. Таким образом, считаю, что выпускная квалификационная работа Ужвы Д.Р. заслуживает оценки «отлично».

«3» июня 2021 г.

  
Подпись

  
ФИО