

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на диссертацию Ужвы Дениса Романовича

«Адаптивное мезоуровневое управление сложными мультиагентными сетевыми динамическими системами»,

представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.3 – Теоретическая информатика, кибернетика

Технологический прогресс и успехи в области разработки микроэлектроники и телекоммуникаций актуализировали в последнее время поиск новых решений для традиционно актуальной задачи — обработки больших данных, возникающих в высоконагруженных системах, с помощью распределённой вычислительной сети. При большом количестве вычислителей (узлов распределенной системы), а также при изменяющихся условиях окружающей среды централизованные решения трудно реализуемы и зачастую перестают быть оптимальными. Так, на практике трудности возникают из-за ограничений на пропускную способность каналов связей, а также их количество между узлами системы, что препятствует своевременному отслеживанию и управлению системой со стороны центрального устройства. В последнее время мультиагентные подходы зарекомендовали себя как хорошая альтернатива централизованным, где вместо жестко организованной иерархической централизованной структуры управления используются децентрализованные модели с преимущественно локальными взаимодействиями «соседних» агентов. В таких системах не предполагается наличие узла, который обладает информацией о всей системе в целом. Вместо этого, при помощи алгоритмов распределённого оценивания и синхронизации агенты приходят к консенсусу, выражаемому, например, в децентрализованной балансировке нагрузки. Как правило, среди децентрализованных подходов в литературе рассматриваются либо полностью локальные алгоритмы, использующие взаимодействия между соседями, либо алгоритмы глобального управления всей системой как единым целым. Однако при таких подходах не удаётся либо отследить возможные артефакты, порождаемые сложностью полученной системы (в первом случае), либо реализовать целевое состояние из-за грубости подхода (во втором случае). Таким образом, мотивируется исследование гибридных подходов к управлению сложными системами, сочетающих как гибкость локальных, так и простоту глобальных.

Уже Денису Романовичу была поставлена задача разработать алгоритмы управления сложной распределённой системой вычислительных устройств при большом количестве агентов (вплоть до 100,000) с множеством взаимодействий на новом промежуточном «мезоскопическом» уровне моделирования системы. В ходе решения поставленных задач была разработана модель описания

явления динамической кластеризации в системе — «модель кластерных потоков», связывающая возникновение кластеров в мультиагентной сети с методом понижения размерности функционала качества управления такой системой. Также Денис Романович исследовал классы функций управления динамическими системами для формирования новой мезоуровневой стратегии управления, а также формализовал связь между поведением системы при кластеризации и разреженностью её представления в преобразованном пространстве, что позволило применять алгоритмы сжатия данных для кодирования состояния сети. Разработанные методы могут быть применены как для ускорения коммуникаций в высоконагруженных вычислительных сетях, так и для навигации робототехнических роевых систем. Полученные новые теоретические результаты были апробированы с помощью имитационного моделирования в разработанной соискателем программной среде для симуляции.

Результаты исследований опубликованы в большом количестве научных периодических изданиях (в том числе и из первого квартиля в БД Web of Science) и были представлены на ведущих международных и российских конференциях по автоматическому управлению. В частности, в журнале Mathematics издательства MPDI опубликована предлагаемая в первой главе диссертации модель кластерных потоков, описывающая кластеризацию в сложных системах. Также на конференции The 61st IEEE Conference on Decision and Control 2022, материалы которой опубликованы в издательстве IEEE, также входящем в первый квартиль согласно Web of Science, изложены результаты третьей главы о связи между кластеризацией системы и разреженностью данных о ней. Наконец, на международном конгрессе The 22nd World Congress of the International Federation of Automatic Control 2023, материалы которого опубликованы в издательстве Elsevier, входящем в первый квартиль Web of Science, продемонстрирована мезоуровневая стратегия управления, также изложенная во второй главе диссертации Ужвы Д.Р.

Результаты диссертации были использованы в работах по грантам 43-03/18/44/64 между НИЦ «Курчатовский институт» и СПбГУ «Предложения по усовершенствованию детекторного устройства BTC», 43-03/19/44/17 между НИЦ «Курчатовский институт» и СПбГУ «Исследования научно-технических решений для создания компонентов модернизируемого детекторного устройства BTC», 43-03/19/44/155 между НИЦ «Курчатовский институт» и СПбГУ «Исследование характеристик компонентов модернизированного детекторного устройства BTC», YBN202 0095061 «Обработка изображений на основе Compressing Sensing для улучшения перцептуального качества в условиях экстремально низкой освещенности», JFS SUT 2021 «Разработка программного обеспечения для диагностики и прогнозирования технического обслуживания подшипников качения», РФФ 16-19-00057 «Адаптивное управление с прогнозирующими моделями при переменной структуре пространства состояний с приложением к системам сетевого управления движением и

автоматизации медицинского оборудования», РНФ 21-19-00516 «Мультиагентное адаптивное управление в сетевых динамических системах с применением к группам робототехнических устройств в условиях неопределенностей».

За время работы над диссертацией Ужва Денис Романович проявил себя инициативным самостоятельным исследователем, способным разбираться в сложных задачах и преодолевать возникающие трудности, показал хороший уровень владения математическим аппаратом и высокие навыки в программировании.

Считаю, что работа Д. Р. Ужвы удовлетворяет требованиям ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а соискатель заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.3 — Теоретическая информатика, кибернетика.

Профессор кафедры системного
программирования СПбГУ, доктор
физико-математических наук,
профессор

 О.Н. Граничин

*личную подпись Граничина О.Н.
удостоверю*

ЗАМЕСТИТЕЛЬ НАЧАЛЬНИКА
УК ГУОРП О.С. СУВ



05.12.2024