

УДК 544.015.4

ЛОКАЛЬНЫЕ ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ В СКОПЛЕНИЯХ РОБОТОВ

Розенблит А.Д. (Университет ИТМО), Бузаков М.К. (Университет ИТМО), Дмитриев А.А.
(Университет ИТМО)

Научный руководитель – научный сотрудник, кандидат физико-математических наук
Олехно Н.А. (Университет ИТМО)

Введение. Активная материя, представляющая собой системы частиц, способных преобразовывать свою внутреннюю энергию в механическое движение, вызывает особый интерес в экспериментальном моделировании процессов в экономике, транспорте и в скоплениях людей [1]. Неравновесный характер активной материи, в качестве которой могут выступать различные естественные и искусственные системы, включая колонии бактерий, коллоидные микрочастицы и скопления роботов, может приводить к новым эффектам и изменению закономерностей фазовых переходов [2]. Особое внимание уделяется фазовому переходу от свободного коллективного движения частиц к затору – жёсткой фазе, в которой частицы становятся неподвижными и который возникает при достижении критического значения плотности заполнения системы. Однако, фазовый переход в состояние затора может происходить и локально, ввиду неоднородностей или препятствий, тогда как в целом плотность системы ниже критической. В реальной жизни такой переход отвечает образованию транспортных пробок. Подобный случай рассматривался в системе роботов, движущихся с постоянной скоростью по кольцевой трассе с переменной шириной [3]. В указанной работе переход между свободным потоком роботов и образованием пробок регулировался исключительно изменением плотности заполнения системы.

Основная часть. Настоящая работа посвящена экспериментальной реализации локального фазового перехода с образованием пробки в скоплении роботов, движущихся по кольцевой трассе с переменной шириной. При этом фазовый переход контролируется несколькими параметрами одновременно, а именно: скоростью движения роботов, их числом на единицу площади и изменением ширины самого узкого участка. Для этого была разработана экспериментальная платформа, включающая в себя набор прямолинейно движущихся роботов, ограничительные барьеры, видеокамеру, а также программное обеспечение, основанное на библиотеке OpenCV, которое позволяет извлекать характеристики движения скопления.

Выводы. В результате экспериментальных исследований построены графики, демонстрирующие фазовое состояние системы, а также фазовые карты в зависимости от скорости роботов, их числа на единицу площади и ширины сужения. Полученные результаты могут быть полезны при разработке общественных пространств и дорожных развязок с целью минимизации вероятности возникновения заторов.

Список использованных источников:

1. Bain N., Bartolo D. Dynamic response and hydrodynamics of polarized crowds // *Science*. – 2019. – Т. 363. – №. 6422. – С. 46-49.
2. Garcia S. *et al.* Physics of active jamming during collective cellular motion in a monolayer // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. – 2015. – Т. 112. – №. 50. – С. 15314-15319.
3. Barois T. *et al.* Characterization and control of a bottleneck-induced traffic-jam transition for self-propelled particles in a track // *Physical Review E*. – 2019. – Т. 99. – №. 5. – С. 052605.