

ОТЗЫВ на цикл работ

«Управление при информационных ограничениях с приложением к сетевым, робототехническим и физико-техническим системам» авторов доцента, к.ф.-м.н. Гусева Сергея Владимировича, профессора, д.ф.-м.н. Матвеева Алексея Серафимовича, профессора, д.т.н. Фрадкова Александра Львовича, представленного на соискание премии Санкт-Петербургского государственного университета «За научные труды» в категории «За фундаментальные достижения в науке» 2015 г.

Развитие современных вычислительных и коммуникационных средств, включая глобальную сеть Интернет, позволяет формулировать прикладные проблемы, в которых задачи управления распределены между вычислительными устройствами, связанными между собой в общую коммуникационную сеть. С увеличением числа компонентов такой сети, информационные ограничения в передаче информации (конечная скорость передачи в канале связи, потеря данных при передаче) становятся слишком ограничительными для традиционного подхода к синтезу законов управления. Необходимость учета информационных ограничений при синтезе законов управления открыла новый раздел в фундаментальной теории управления, где задачи управления и связи рассматриваются во взаимосвязи на этапе синтеза алгоритмов управления. В настоящее время наблюдается повышенный интерес к такого рода фундаментальным задачам, обозначаемых как $\text{control} \times \text{communication} \times \text{computing} = \text{C}^3$ -- стремление к единой теории управления, вычислений и связи. Этот интерес, среди прочего, обусловлен практическими нуждами при управлении, например, автономно движущимися роботами с одной стороны, и необходимостью понимания функционирования сложных нейронных (биологических) сетей с другой.

Цикл работ, представленный на конкурс посвящен различным аспектам указанных проблем. В нем рассматриваются как фундаментальные проблемы (развитие алгебраического результата, известного как лемма Якубовича-Калмана, определение минимально-возможной скорости передачи информации в канале управления на основе топологической энтропии объекта управления), так и задачи в более прикладной формулировке -- синхронизация в сетях при информационных ограничениях, управление движением сети автономных роботов, орбитальная стабилизация

механических систем, в которых число управляющих воздействий меньше числа степеней свободы (underactuated mechanical systems). Особую ценность работ в рассматриваемом цикле придает тот факт, что некоторые из теоретических результатов прошли практическую валидацию в виде действующих прототипов.

Хотя все работы цикла интересны с фундаментальной точки зрения, хочется особо отметить развитие и обобщение леммы Якубовича-Калмана (часто именуемой также леммой Калмана-Якубовича-Попова) на случай упорядоченных алгебраических полей, отличных от поля вещественных чисел. Это обобщение проведено С.В. Гусевым, при этом обнаружена яркая взаимосвязь между леммой Якубовича-Калмана и проблемой представимости положительных полиномов в виде суммы квадратов других полиномов (17-я проблема Гильберта).

В силу моих личных предпочтений, мне особенно интересны результаты А.Л. Фрадкова с соавторами, касающиеся управления, в т.ч. управления колебаниями при информационных ограничениях на передачу информации. Один из авторов цикла – А.С. Матвеев широко известен благодаря циклу статей, опубликованных совместно с А. Савкиным и посвященных информационным ограничениям. Эти статьи послужили, в том числе, основой для монографии A.S.Matveev and A.V.Savkin, Estimation and Control over Communication Networks, Birkhäuser, 2009, Boston. В цикле работ присутствует обзор, опубликованный в академическом журнале "Автоматика и Телемеханика" по тематике управления при информационных ограничениях. Особо хочу отметить публикацию этого обзора на русском языке - ценность этой работы для развития математической и инженерной мысли в России трудно переоценить.

С прикладной точки зрения хочется отметить работы цикла, посвященные управлению движением группы автономно движущихся роботов. В настоящее время интерес к подобного типа задачам неуклонно растет из-за роста возможных приложений, например, безлюдные автоматические контейнерные терминалы; перемещение объектов в автоматических складах и производствах; автоматическое патрулирование периметров безопасности и т.д. Работы из рассматриваемого цикла будут безусловно востребованы для решения прикладных задач во всем мире. Особенно ценно, что теоретические результаты этих работ подкреплены практическими тестами.

В качестве заключения выражаю твердую уверенность, что работы цикла вносят крупный вклад в современную теорию управления и

поддерживаю присуждению авторам премии Санкт-Петербургского государственного университета «За научные труды» в категории «За фундаментальные достижения в науке» в 2015 г.

Доцент
ф-та Механики
Эйнховенского Технического Университета,
Нидерланды
(Department of Mechanical Engineering,
Eindhoven University of Technology,
The Netherlands)



К.т.н. А.Ю. Погромский
13 сентября 2015г.

