

А.Л.ФРАДКОВ (ИПМаш РАН, СПбГУ), Санкт-Петербург

РОЛЬ МАТЕМАТИКОВ В РАЗВИТИИ КИБЕРНЕТИКИ И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ЛЕНИНГРАДЕ - САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ: ОТ Л.В. КАНТОРОВИЧА И В.А. ЯКУБОВИЧА ДО НАШИХ ДНЕЙ

В докладе дается краткое представление о картине зарождения кибернетики и искусственного интеллекта в мире и в СССР в 1940-1950-х годах. Более подробно описывается бурное развитие этих областей в 1950-х-1960-х гг в СССР и, в частности, в Ленинграде (Санкт-Петербурге), начиная с создания в 1956 году секции кибернетики ленинградского Дома Ученых, первым председателем которой стал будущий лауреат нобелевской премии академик АН СССР Леонид Витальевич Канторович.

Особое внимание уделяется работам Владимира Андреевича Якубовича и его научной школы по машинному обучению, распознаванию, адаптивным системам, интеллектуальным роботам.

Обсуждается роль других математических направлений, возглавлявшихся Г.С.Цейтиным, С.Ю.Масловым, Г.А.Леоновым, В.Ф.Демьяновым, в том числе метод Л.М.Брэгмана и метод MDM (Митчелла-Демьянова-Малоземова).

Введение.

В докладе дается представление о развитии кибернетики и искусственного интеллекта в мире и в СССР. В рамках МКПУ дается анонс доклада. Полностью доклад будет сделан 13 октября 2022 г. в 19 часов на заседании семинара СПбГУ по оптимизации, машинному обучению и искусственному интеллекту (руководитель семинара В.Н. Малозёмов). Семинар проходит дистанционно в Skype. Ссылка на группу в Skype: <https://join.skype.com/jhGNT8gpLJWz>. Будет доступна видеозапись семинара. Приглашаются все желающие.

Более подробно описывается бурное развитие кибернетики и искусственного интеллекта в 1950-х-1960-х гг. в Ленинграде (Санкт-Петербурге), начиная с создания в 1956 году секции кибернетики ленинградского Дома Ученых, первым председателем которой стал будущий лауреат нобелевской премии академик АН СССР Л.В. Канторович. Организационную деятельность секции вел д.т.н. Л.П. Крайзмер. Это была первое в СССР общественное объединение, посвященное кибернетике.

Конец 1950-х годов и 1960-е годы были годами общественного энтузиазма, вызванного оттепелью: большей открытостью и свободами в СССР. Эти годы стали годами бурного развития кибернетики. Кибернетика становилась модным термином, повсюду велись лекции и дискуссии о кибернетике. Новые журналы, новые кафедры, новые семинары по кибернетике были организованы во многих университетах как в СССР, так и за рубежом. Было общее чувство, что кибернетика способна произвести революционные изменения не только в науке, но в обществе

В 1956 году в Ленинградский университет пришел 30-летний В.А. Якубович. В 1959 году он организовал лабораторию теоретической кибернетики, на базе которой в 1970 г. была создана кафедра теоретической кибернетики. В том же 1970 году была создана кафедра исследования операций. Ее первым заведующим стал профессор М.К. Гавурин, который по предложению декана перешел на новую кафедру с поста заведующего кафедрой вычислительной математики (которая была создана на мат-мехе по инициативе Л.В. Канторовича). На вновь созданную кафедру пошли работать, кроме М.К. Гавурина, еще некоторые сотрудники кафедры вычислительной математики, в частности, А.М. Вершик, и группа специалистов по наилучшим приближениям: В.Н. Малоземов (лидер этой группы), В.М. Белых и В.А. Даугавет. На новую кафедру перешел И.В. Романовский, который продолжал заведовать лабораторией в НИИММ

и привлек к преподаванию ряд сотрудников лаборатории. Среди них особенно большую роль играл выпускник упоминавшейся специализации Л.М. Брэгман, принявший у И.В. Романовского курс экстремальных задач и существенно обновивший его программу (подробности см. на сайте кафедры исследования операций <http://kio-math.spbu.ru/>). В ЛГУ в 1960-е работала плеяда блестящих математиков в различных областях кибернетики и искусственного интеллекта. Упомянем только математических логиков: Г.С. Цейтин (1959) – машинный перевод текстов, С.Ю. Маслов (1964) – автоматическое доказательство теорем.

Особую роль сыграли работы В.А. Якубовича и его научной школы по машинному обучению, распознаванию, адаптивным системам, интеллектуальным роботам. В докладе кратко излагаются ключевые математические результаты пионерских работ В.А. Якубовича [1-3] в области искусственного интеллекта (по машинному обучению, распознаванию, адаптивным системам, роботам). По этой тематике В.А. Якубовичем было опубликовано 45 статей с 1963 по 1977 г., всего 105 статей в 1963-1977 гг., из них 55 статей без соавторов. В числе первых монографий в СССР по распознаванию, обучению и адаптивному управлению были книги [4-5].

На кафедре теоретической кибернетики были предложены оригинальные алгоритмы отделения точки и многогранника, используемые для распознавания и машинного обучения, в частности алгоритм Б.Н. Козинца [6]. Почти в то же время на кафедре исследования операций также был предложен оригинальный алгоритм решения этой задачи – метод MDM (Митчелла-Демьянова-Малозёмова) [7-8].

Значительную роль сыграл метод поиска пересечения системы выпуклых множеств, предложенный Л.В. Брэгманом в 1965 году [9]. Заметим, что статья [9] была представлена в журнал Доклады АН СССР Л.В. Канторовичем. В последующей статье [10] Л.М. Брэгман обобщил свой метод и ввел полезную при доказательстве функцию – меру расстояния до решения. В дальнейшем эта функция стала называться дивергенцией Брэгмана (Bregman divergence). Метод Брэгмана (Bregman method) в последние годы нашел многочисленные применения в машинном обучении, решении численных задач функционального анализа, обработки изображений, данных томографии, геофизических данных и т.д. Число ссылок на статью [10] в Скопусе уже превысило 1500, а число статей с «именным» цитированием Bregman в заголовке статьи в сентябре 2022 г составило 915 статей. Отметим, что число именных цитирований нобелевского лауреата Л.В. Канторовича составляет 1177 статей.

Подводя итог, можно сказать, что работы ученых математико-механического факультета СПбГУ (ЛГУ) внесли значительный вклад в развитие кибернетики и искусственного интеллекта в России и в мире. Дополнительные сведения о них можно найти в работах [11-16].

ЛИТЕРАТУРА

1. Якубович В.А. «Обучение машин распознаванию образов» Методы вычислений, II, Изд-во ЛГУ, 1963. (Перепечатано в журнале Вестник СПб университета, Математика, Механика, Астрономия, Часть I – 2021, Т.8, Вып.4, С.625-639, Часть II – 2022, Т.9, Вып.1, С.94-112.
2. Якубович В.А. Рекуррентные конечно-сходящиеся алгоритмы решения систем неравенств // ДАН СССР. 1966. Т.166. №6. С.1308–1312.
3. Якубович В.А. К теории адаптивных систем // ДАН СССР, 1968, №3. С.518–522.
4. Фомин В.Н. Математическая теория обучающихся опознающих систем. Л.: Изд-во ЛГУ. 1976.
5. Фомин В.Н., Фрадков А.Л., Якубович В.А. Адаптивное управление динамическими объектами. М.: Наука, 1981.
6. Козинец Б.Н. Об одном алгоритме обучения линейного персептрона // Выч. техника и вопросы программирования. 1964.
7. Митчелл Б.Ф., Демьянов В.Ф., Малозёмов В.Н. Нахождение ближайшей к началу координат точки многогранника // Вестник ЛГУ. 1971. № 19. С. 38–45.
8. Малозёмов В.Н. МДМ методу — 40 лет. Вестник Сыктывкарского ун-та, 15, 2012.

9. Брэгман Л.М. Нахождение общей точки выпуклых множеств методом последовательного проектирования // Докл. АН СССР, 1965, 162:3, 487–490. (предст. Л.В. Канторович).
10. Брэгман Л.М. Релаксационный метод нахождения общей точки выпуклых множеств и его применение для решения задач выпуклого программирования // ЖВМ и МФ, 1967, 7:3, С. 620–631.
11. Fradkov A.L. Early History of Machine Learning. IFAC-PapersOnLine, Volume 53, Issue 2, 2020, pp.1385-1390.
12. Фрадков А.Л. Машинное обучение и искусственный интеллект в работах В.А. Якубовича. Вестник СПб университета, Математика, Механика, Астрономия, 2021, Т. 8, Вып. 4, С. 620–624.
13. Фрадков А.Л. В.А. Якубович — основоположник кибернетики и искусственного интеллекта в Ленинграде – Санкт-Петербурге (видеозапись доклада на Семинаре СПбМО по истории математики 17 июня 2021 г. 18:00, г. Санкт-Петербург, онлайн) http://www.mathnet.ru/php/seminars.phtml?presentid=30909&option_lang= (Дата обращения 18.10.2021).
14. Lipkovich M. Yakubovich's method of recursive objective inequalities in machine learning. IFAC-PapersOnLine, Vol. 55, Is. 12, 2022.
15. Fradkov A.L. Lyapunov-Bregman functions for speed-gradient adaptive control of nonlinear time-varying systems. IFAC PapersOnLine, Vol. 55, Is. 12, (2022), pp. 544–548.
16. Сайт семинара В.Н. Малоземова по оптимизации, машинному обучению и искусственному интеллекту (записи докладов, книги, лекции и др. материалы) <http://oml.cmlaboratory.com/>

A.L. Fradkov (IPME RAS, St. Petersburg State University), St. Petersburg

**THE ROLE OF MATHEMATICS IN THE DEVELOPMENT OF CYBERNETICS AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN LENINGRAD - SAINT PETERSBURG:
FROM L.V. KANTOROVICH AND V.A. YAKUBOVICH TO THE PRESENT DAYS**

The report gives a brief idea of the picture of the emergence of cybernetics and artificial intelligence in the world and in the USSR in the 1940s-1950s. The rapid development of these areas in the 1950s-1960s in the USSR and, in particular, in Leningrad (Academician of the Academy of Sciences of the USSR Leonid Vitalievich Kantorovich. Particular attention is paid to the works of Vladimir Andreevich Yakubovich and his scientific school on machine learning, pattern recognition, adaptive systems, intelligent robots. The role of other mathematical directions, headed by G.S. Tseitin, S.Yu. Maslov, G.A. Leonov, V.F. Demyanov, including the method of L.M. Bregman and the MDM method (Mitchell-Demyanov-Malozemov).