

ФИЦ «Информатика и Управление» РАН

ФИЦ «Информационных и Вычислительных Технологий»

Факультет Вычислительной математики и кибернетики МГУ им. М.В. Ломоносова

Институт проблем управления РАН имени В.А. Трапезникова

## ОБЩЕРОССИЙСКИЙ СЕМИНАР «ИНФОРМАТИКА, УПРАВЛЕНИЕ И СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ»

под общим руководством

Академика РАН Игоря Анатольевича Соколова

Академика РАН Юрия Ивановича Журавлева

Академика РАН Евгения Ивановича Моисеева

Академика РАН Юрия Ивановича Шокина

Академика РАН Станислава Николаевича Васильева

Академика РАН Юрия Соломоновича Попкова

*организатор и ученый секретарь семинара  
профессор Михаил Васильевич Ульянов*

Общероссийский семинар поддерживает связь с УМО «Математические и компьютерные науки» и УМС по фундаментальной информатике и прикладной математике в интересах российских университетов

Сайт семинара: [www.commonmind.ru](http://www.commonmind.ru)

## ЗАСЕДАНИЕ № 60

Вторник 23 марта 2021 г. 16:00 (по Москве)

В формате видеоконференции на платформе Zoom

**Доклад:**

**«Математические модели эволюционной адаптации репликаторных систем»**

**Докладчики:**

**Александр Сергеевич Братусь** д.ф.-м.н., проф., (Российский университет транспорта, Московский центр прикладной и фундаментальной математики), **С. В. Дрожжин** (Московский государственный университет, факультет Вычислительной математики и кибернетики), **И. Самохин** Московский государственный университет, факультет Вычислительной математики и кибернетики), **Т. С. Якушкина** (Высшая школа экономики)

### *Аннотация*

Адаптация к изменению внешних условий является основой эволюционного процесса. В докладе рассматривается математическая модель эволюционной адаптации репликаторных систем [1-3], которые описывают количественные и качественные характеристики сообщества множества биологических организмов. Динамика этих систем определяется решениями систем нелинейных ОДУ достаточно большой размерности. Основная гипотеза предлагаемой модели заключается в предположении о том, что время эволюционной адаптации ландшафта приспособленности (набора параметров, определяющих динамику системы) во много раз более медленное, чем время активной динамики системы (быстрое время активной динамики, медленное время адаптации). Другой важный постулат этой теории основывается на утверждении фундаментальной теоремы о естественном отборе Р. Фишера о том, что любая биологическая система в процессе эволюции стремится к увеличению величины средней приспособленности (фитнеса) [4]. Приводятся примеры эволюционной адаптации

конкретных систем [5,6]. Доказано, что в результате процесса эволюционной адаптации системы становятся устойчивыми (резистентными) по отношению к паразитическим макромолекулам и микроорганизмам от воздействия которых они погибали до момента эволюционного изменения. Рассмотрены задачи эволюционной адаптации ландшафта приспособленности при изменении показателей смертности видов [7-10]. Показано, что при целенаправленным уничтожении, так называемого главного вида, в процессе терапии преимущество в эволюционном развитии получает другие виды. Эти результаты позволяют прогнозировать реакцию систем на изменение показателей смертности и имеют практическое приложение в проблеме терапии злокачественных клеток и болезнетворных бактерий.

[1] Eigen, M., Schuster, P. (1977). A principle of natural self-organization. *Naturwissenschaften*, 64(11), 541-565.

[2] Полуэктов Р. А. Динамическая теория биологических популяций. М. Наука, 1974.

[3] Свирежев Ю.Н., Логофет Д.О. Устойчивость биологических сообществ. М. Наука, 1978.

[2] Birch, J. (2016). Natural selection and the maximization of fitness. *Biological Reviews*, 91(3): 712-727.

[4] Bratus A., Drozhzhin S., Yakushkina T. On the evolution of hypercycle. (2018) *Mathematical Biosciences*, <https://doi.org/10.1016/j.mbs.2018.09.001>

[5] Bratus A., Semenov Yu., Novozhilov A. (2018) Adaptive fitness landscape for replicator systems: to maximize or not maximize. *Mathematical modelling of natural phenomena*, <https://doi.org/10.1051/mmnp/2018040>

[6] Bratus A.S., A.S. Novozhilov and Yuri S. Semenov. (2014) Linear algebra of the permutation invariant Crow-Kimura model of prebiotic evolution. *Mathematical Biosciences*, 2014, 256, 42-57.

[7] Bratus A.S., Artem S. Novozhilov and. Yuri S. Semenov. Rigorous Mathematical Analysis in Quasispecies Model: From Manfred Eigen to the Recent Development. In book *Advance Mathematical Methods in Bioscience and Application*, 2019, Springer, pp. 27-51. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-15715-9>

[8] Ivan Yegorov, Artem S. Novozhilov and Alexander S. Bratus. Open quasispecies models: optimization, and distributed extension. *Journal of Mathematics and Application*. <https://doi.org/10/1016/j.jmaa.219.123477>

[9] Drozhzhin, S, Yakushkina T., Bratus, A.S. Fitness Optimization and Evolution of Permanent Replicator Systems. <https://arxiv.org/abs/1911.02893>

Принята к публикации в *Journal of Mathematical Biology*

[10] Igor Samokhin, Tatiana Yakushkina, Alexander S. Bratus Open Quasispecies Systems: New Approach to Evolutionary Adaptation. <http://arxiv.org/abs/2011.11742>. Принята к публикации в *Chinese Journal of Physics*.