



WORLD CONGRESS
**THEORY OF SYSTEMS,
ALGEBRAIC BIOLOGY,
ARTIFICIAL INTELLIGENCE:**
mathematical foundation and applications

ВСЕМИРНЫЙ КОНГРЕСС
**ТЕОРИЯ СИСТЕМ,
АЛГЕБРАИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ,
ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ:**
математические основы и приложения

世界大會
**系統論、代數生物
學、人工智能:**
數學基礎與應用

*Российская академия наук
Национальная академия наук Беларуси
Национальная академия наук Республики Казахстан
при Президенте Республики Казахстан
Академия наук Республики Узбекистан*

*Всемирный Конгресс
«ТЕОРИЯ СИСТЕМ, АЛГЕБРАИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ,
ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ: МАТЕМАТИЧЕСКИЕ
ОСНОВЫ И ПРИЛОЖЕНИЯ»*

26-30 июня 2023 г.

ИЗБРАННЫЕ ТРУДЫ

Москва, 2023



WORLD CONGRESS
**THEORY OF SYSTEMS,
ALGEBRAIC BIOLOGY,
ARTIFICIAL INTELLIGENCE:**
mathematical foundation and applications

ВСЕМИРНЫЙ КОНГРЕСС
**ТЕОРИЯ СИСТЕМ,
АЛГЕБРАИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ,
ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ:**
математические основы и приложения

世界大會
**系統論、代數生物
學、人工智能:**
數學基礎與應用

*The Russian Academy of Sciences
National Academy of Sciences of Belarus
National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan
under the President of the Republic of Kazakhstan
Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan*

*World Congress
"SYSTEM THEORY, ALGEBRAIC BIOLOGY, ARTIFICIAL
INTELLIGENCE: MATHEMATICAL FOUNDATIONS AND
APPLICATIONS"
June 26-30, 2023*

**SELECTED
WORKS**

Moscow, 2023



WORLD CONGRESS
THEORY OF SYSTEMS,
ALGEBRAIC BIOLOGY,
ARTIFICIAL INTELLIGENCE:
mathematical foundation and applications

ВСЕМИРНЫЙ КОНГРЕСС
ТЕОРИЯ СИСТЕМ,
АЛГЕБРАИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ,
ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ:
математические основы и приложения

世界大會
系統論、代數生物
學、人工智能：
數學基礎與應用

俄罗斯科学院
白俄罗斯国家科学院
哈萨克斯坦共和国总统领导下的哈萨克斯坦共和国国家科学院
乌兹别克斯坦共和国科学院

世界大会
“系统理论、代数生物学、人工智能：数学基础与应用”
2023年6月26日至30日

選集

莫斯科，2023年

Всемирный конгресс (26–30 июня 2023 г., Москва). Теория систем, алгебраическая биология, искусственный интеллект: математические основы и приложения : Избранные труды / Рос. акад. наук; Нац. акад. наук Беларуси; Нац. акад. наук Респ. Казахстан; Акад. наук Респ. Узбекистан. – М., 2023. – 731 с. ISBN 978-5-91291-064-4. DOI 10.18699/sblai2023-36

World Congress (June 26–30, 2023, Moscow). System Theory, Algebraic Biology, Artificial Intelligence: Mathematical Foundations and Applications : Selected works / Russian Acad. of Sciences; National Acad. of Sciences of Belarus; National Acad. of Sciences of the Republic of Kazakhstan; Acad. of Sciences of the Republic of Uzbekistan. – Moscow, 2023. – 731 pp. ISBN 978-5-91291-064-4. DOI 10.18699/sblai2023-36

世界大会 (2023年6月26日至30日 莫斯科). 系统理论、代数生物学、人工智能：数学基础与应用 : 选集 /俄罗斯科学院; 白俄罗斯国家科学院; 哈萨克斯坦共和国总统领导下的哈萨克斯坦共和国国家科学院; 乌兹别克斯坦共和国科学院. – 莫斯科, 2023. – 731 页面. ISBN 978-5-91291-064-4. DOI 10.18699/sblai2023-36



СЕМЁНОВ

Алексей Львович

*академик РАН и РАО,
член Бюро Отделения
математических
наук РАН*

*Academician of the RAS and
Russian Academy of Education,
Member of the Bureau of the
Mathematical Division
Sciences RAS*

*俄羅斯科學院院士、俄羅斯
教育科學院院士，
數學部主席團成員
科學RAS*

Сегодня мы видим возникновение того, что можно было бы назвать креативным творческим искусственным интеллектом. Все это имеет своими основами и корнями именно математические исследования.

Революция искусственного интеллекта сопоставима по масштабам с человеческой речью и письменностью в истории человека. Мы видим, что изменения сегодня происходят так быстро, как никогда раньше не происходили, и, видимо, будут происходить еще быстрее в будущем, сегодня мы находимся в промежуточной точке, очень важной для развития всего человечества. Я хотел бы от лица академика-секретаря нашего Отделения математических наук РАН и от всего Отделения математических наук поздравить нас с прекрасным событием, поблагодарить председателя Конгресса президента РАН Геннадия Яковлевича Красникова, всех организаторов конгресса, их много раз называли и

Уважаемые коллеги, дорогие друзья!

В теме сегодняшнего Конгресса не случайно математика играет обобщающую роль для широкого спектра направлений. Я хотел бы сказать, что действительно многие современные исследования начались с математических работ. Если говорить об искусственном интеллекте и математической биологии, алгебраической биологии, то мы знаем, что основополагающие работы там были получены в прошлом веке Аланом Тьюрингом. И это заставляет нас вспомнить о том, что революция искусственного интеллекта, которая происходит сейчас, началась именно внутри математики, когда математики попытались точно математически описать модели рациональной деятельности человека, прежде всего внутри самой математики, если говорить об основаниях математики, об аксиоматике математики, о конструктивном подходе к математике.

Но потом это распространилось на всю интеллектуальную деятельность человека, сначала на рациональную деятельность в 50-е годы прошлого века, когда возникла соответствующая элементная база, на которой можно было смоделировать то, что придумали математики в абстрактной форме и потом распространилось на уже такую эвристическую деятельность человека, как игра шахматы, например, и распознавание лиц, происходящую на интуитивном уровне.

я не буду каждого из них сейчас именовать, пожелать успеха нам в нашей совместной работе, новых интересных открытий, обобщений, междисциплинарных связей, на которые в первую очередь ориентирован наш Конгресс.

От имени всего нашего Отделения математических наук РАН желаю успеха! Спасибо большое.

Dear colleagues, dear friends!

In the topic of today's congress, it is no coincidence that mathematics plays a generalizing role for a wide range of areas. I would like to say that indeed a lot of modern research began with mathematical work. If we talk about artificial intelligence and mathematical biology of algebraic biology, then we know that the fundamental work there was obtained in the last century by Alan Turing. And this makes us remember that the revolution of artificial intelligence, which is taking place now, began precisely within mathematics, when mathematicians tried to accurately mathematically describe the models of rational human activity, primarily within mathematics itself, if we talk about the foundations of mathematics, about the axiomatics of mathematics, about constructive approach to mathematics. But then it spread to all human intellectual activity, first to rational activity in the 50s of the last century, when an appropriate element base arose on which it was possible to model what mathematicians came up with in an abstract form and then spread to already such heuristic human activity as a game chess, for example, and face recognition, occurring on an intuitive level. Today we are seeing the emergence of what could be called creative creative artificial intelligence. All this has its foundations and roots precisely in mathematical research.

The AI revolution is comparable in scale to human speech and writing in human history. We see that changes are taking place today as quickly as they have never happened before, and, apparently, they will happen even faster in the future, and today we are at an intermediate point, which is very important for the development of all mankind. On behalf of the Academician Secretary of our Department of Mathematical Sciences of the Russian Academy of Sciences and on behalf of the entire Department of Mathematical Sciences, I would like to congratulate us on a wonderful event, thank the Chairman of the Congress, President of the Russian Academy of Sciences Gennady Yakovlevich Krasnikov, all the organizers of the Congress, they were named many times and I will not name each of them now, wish us success in our joint work, new interesting discoveries, generalizations, interdisciplinary connections, which our Congress is primarily focused on.

On behalf of our entire Department of Mathematical Sciences of the Russian Academy of Sciences, I wish you success! Thanks a lot.

親愛的同事們、親愛的朋友們！

在今天大會的主題中，數學在廣泛的領域中發揮著普遍作用並非巧合。我想說，確實很多現代研究都是從數學工作開始的。如果我們談論人工智能和代數生物學的數學生物學，那麼我們知道那裡的基礎工作是阿蘭·圖靈在上個世紀取得的。這讓我們記住，現在正在發生的人工智能革命正是在數學中開始的，當時數學家試圖準確地用數學方法描述人類理性活動的模型，主要是在數學本身中，如果我們談論數學的基礎的話，關於數學公理學，關於數學的建設性方法。但後來它傳播到所有人類智力活動，首先是上世紀 50 年代的理性活動，當時出現了適當的元素基礎，可以在該元素基礎上以抽象形式對數學家的想法進行建模，然後傳播到已經這樣的領域。例如，人類的啟發式活動如國際象棋和人臉識別，都是在直覺層面上發生的。今天，我們看到了所謂的創造性人工智能的出現。這一切的基礎和根源恰恰在於數學研究。

AI 革命的規模堪比人類歷史上的人類言語和文字。我們看到，今天的變化正在以前所未有的速度發生，而且顯然，未來會發生得更快，而今天我們正處於一個中間點，這對全人類的發展非常重要。我謹代表我們俄羅斯科學院數學科學系院士秘書並代表整個數學科學系，祝賀我們舉辦瞭如此精彩的活動感謝大會主席、主席俄羅斯科學院根納季·雅科夫列維奇·克拉斯尼科夫，大會的所有組織者，他們被多次提及，我現在不會說出他們每個人的名字，祝我們在共同工作中取得成功，新的有趣的發現，概括，跨學科聯繫，我們的大會主要集中於。

我代表俄羅斯科學院數學科學系全體人員祝願您取得成功！多謝。