

ISSN 2311-4495  
ISSN 2410-5155 (Online)  
УДК: 614(5-011):327.7:004.942  
<https://doi.org/10.18705/2311-4495-2025-12-6-584-591>

## Паназиатская система координации усилий по развитию трансляционной медицины: роль и место моделей *In Silico*

А. А. Бухвостов<sup>1</sup>, П. И. Мусаев<sup>2</sup>, Д. А. Кузнецов<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Институт биомедицины, Москва, Россия

<sup>2</sup> Азербайджанский медицинский университет, Баку, Азербайджан

<sup>3</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр химической физики имени Н. Н. Семенова» Российской академии наук, Москва, Россия

### Контактная информация:

Бухвостов Александр Александрович,  
Институт биомедицины РНИМУ им.  
Н. И. Пирогова,  
ул. Островитянова, д. 1, стр. 7, Москва,  
Россия, 117997.  
E-mail: [tanzbukh@gmail.com](mailto:tanzbukh@gmail.com)

### Резюме

Представлена краткая характеристика основных тенденций развития инфраструктуры и работы экспертных групп Шанхайской организации сотрудничества (ШОС) в 2020–2025 гг., непосредственно относящихся к регулированию программ развития здравоохранения, и связанных с этим инновационных проектов в области трансляционной медицины. Особый акцент сделан на внимании экспертного сообщества ШОС к использованию арсенала инструментов математического моделирования в исследованиях *In Silico*, перспективных с точки зрения их роли в оптимизации алгоритмов доклинического тестирования новых лекарств.

Так, рассмотрена анонсированная на период 2025–2030 гг. реформа ШОС, предусматривающая существенное расширение возможностей её экспертного сообщества в области финансирования и экспертного сопровождения международных проектов учёных стран-участниц, относящихся к таким направлениям как фармация/фармакология и организация здравоохранения. В этой связи проанализирована схема взаимодействия комитетов, комиссий и экспертных советов ШОС, особое внимание уделено правовым и финансовым аспектам этих контактов. Особенности планирования и проведения этой работы ШОС рассмотрены в контексте сравнения с аналогичным потенциалом, реализуемым в доклинических и клинических исследованиях новых лекарств, осуществляемых по протоколам, адаптированным Американским Химическим Обществом (ACS).

В качестве примеров достижений и перспектив инновационных проектов, отвечающих критериям ШОС, проанализированы результаты доклинических (экспериментальных и *In Silico*) исследований нанокатионитов группы РМС16, обеспечивающих адресную доставку парамагнитных изотопов двухвалентных металлов (<sup>25</sup>Mg, <sup>43</sup>Ca, <sup>67</sup>Zn) в клетки злокачественных опухолей с целью индукции соответствующих магнитных изотопных эффектов и связанных с ними цитостатических (противоопухолевых) последствий.

Обоснован вывод о целесообразности тщательного изучения опыта ШОС и его применения в фармакологических исследованиях, включая использование программ ШОС по математическому моделированию в медицине и, в частности, по совершенствованию моделей *In Silico*.

**Ключевые слова:** Шанхайская Организация Сотрудничества (ШОС), трансляционная медицина, доклинические исследования, искусственный интеллект, модели *In Silico*, математическая медицина, магнитные изотопные эффекты, цитостатики

**Для цитирования:** Бухвостов А.А., Мусаев П.И., Кузнецов Д.А. Паназийская система координации усилий по развитию трансляционной медицины: роль и место моделей *In Silico*. *Трансляционная медицина*. 2025;12(6):584-591. <https://doi.org/10.18705/2311-4495-2025-12-6-584-591>; <https://elibrary.ru/WSEAMK>

## Panasian system for coordination of efforts aiming the translational medicine development. Role and place of the *In Silico* models

Alexander A. Bukhvostov<sup>1</sup>, Pasha I. Musayev<sup>2</sup>,  
Dmitry A. Kuznetsov<sup>1,3</sup>

**Corresponding author:**  
Alexander A. Bukhvostov,  
Institute of Biomedicine Pirogov Russian  
National Research Medical University,  
1 Ostrovityanov str., Moscow, Russia, 117997.  
E-mail: tanzbukh@gmail.com

<sup>1</sup> Institute of Biomedicine Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

<sup>2</sup> Azerbaijan Medical University, Baku, Azerbaijan

<sup>3</sup> N. N. Semenov Federal Research Center for Chemical Physics, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

### Abstract

A brief-n-clear synopsis of major trends in infrastructure development along with the expert groups activities within Shanghai Cooperation Organization (SCO), 2020–2025, has been presented and discussed following by an accent on both support and control over the national public health programs and, respectively, the translational medicine related innovation projects. An additional emphasize is made on attention expressed by the SCO expert community towards the arsenal of the *In Silico* mathematical models taking into account their role as the tools sustainable for optimization of the new drugs preclinical trial algorithms.

Thus, announced for 2025–2030 ongoing SCO reform promotes an essential possibilities spread-out for its community of experts as this deals with both financial support and scientific expertise performance in case of the international research projects proposed by scientists from member-countries working in such areas as pharmacology/pharmacy and healthcare administration. Taking this into account, a scheme of interactions between the SCO Committees, Commissions and Expert Councils is under discussion, while a special attention to juridical and financial aspects was paid. As per peculiarities of planning and conduction of these SCO activities, this issue was studied within a context of comparison to analogical potential revealing in preclinical and clinical trials on new medicines carried out according to ACS (American Chemical Society) adopted protocols.

Giving an example of achievements and perspectives of the SCO criteria fitting innovation projects: the results of preclinical studies (experimental and *In Silico* tracks) on PMC16-nanocationites designed for tumor cells targeting with a following release of paramagnetic isotopes (<sup>25</sup>Mg, <sup>43</sup>Ca, <sup>67</sup>Zn) which promotes the corresponding magnetic isotope effects (MIE) and, hence, the MIE-induced cytostatic (anti-tumor) consequences.

In conclusion, a data supported prove makes a lot of sense in attentive studies on both SCO experience and the current trends of its applications to pharmacological research including the use of the SCO-developed programs in mathematical modeling in medicine and, in particular, in upgrade of *In Silico* models.

**Keywords:** Shanghai Cooperation Organization (SCO), translational medicine, preclinical research, artificial intelligence, *In Silico* models, computational medicine, magnetic isotope effects, cytostatics

**For citation:** Bukhvostov AA, Musayev PI, Kuznetsov DA. Panasian system for coordination of efforts aiming the translational medicine development. Role and place of the *In Silico* models. *Translational Medicine*. 2025;12(6):584-591. (In Russ.) <https://doi.org/10.18705/2311-4495-2025-12-6-584-591>; <https://elibrary.ru/WSEAMK>

**Список сокращений:** ШОС — Шанхайская организация сотрудничества, ИРИ — Исламская Республика Иран, КНР — Китайская Народная Республика, МММ — программа ШОС «Математические методы в медицине», МИЭ — магнитный изотопный эффект, ПФНК — порфирифуллереновые нанокатиониты, ACS — Американское химическое общество, dNTP — дезоксирибонуклеозидтрифосфаты.

### *Non multa, sed multum*

#### Введение

Среди разнообразных источников финансирования научных исследований и их экспертного сопровождения Шанхайская организация сотрудничества (ШОС) занимает, по нашему мнению, незаслуженно скромное место. Здесь мы хотели бы представить краткую оценку особенностей и перспектив использования этого направления менеджмента НИР применительно к проблемам здравоохранения и экспериментальной медицины.

Так, в числе программных документов, принятых на 24-м саммите глав государств — членов ШОС, прошедшем в Астане 3–4 июля 2024 г., была концепция развития здравоохранения и связанных с ним биотехнологий на 2025–2030 гг., включающая, в частности, ряд положений о создании новых лекарств и их доклиническом/клиническом изучении. Предварительные итоги начального этапа реализации программы, основанной на данной концепции, подготовлены для обсуждения и возможной коррекции в комитетах и комиссиях ШОС (рис. 1), запланированных на период после 25-го саммита ШОС в Тяньцзине, КНР (31.08.2025–01.09.2025) [1].

Основанная изначально как политико-экономическое объединение ряда стран Евразийского региона (КНР, РФ, Индия, Пакистан, Казахстан, Кыргызстан, Узбекистан, Таджикистан), ШОС включает сегодня 10 стран-участниц и 6 ассоциированных членов, располагая годовым бюджетом в 26,4 млрд долларов США, использование которого предполагает поддержку программ развития национальных систем здравоохранения и связанных с этим исследований в сфере трансляционной медицины [2, 3] (рис. 1).

#### *In Silico* в международных медицинских проектах

В частности, в 2008–2014 гг. организацией была поддержана программа совместных исследований ученых КНР, РФ и ИРИ, результатом которых стало создание порфирифуллереновых нанокатионитов (ПФНК), позволяющих реализовать фармакологический потенциал магнитных изотопных эффектов (МИЭ) катионов ряда двухвалентных металлов [4]. Этот потенциал определяется способностью магнитных, то есть обладающих некомпенсированным ядерным спином, изотопов  $^{25}\text{Mg}^{2+}$ ,  $^{43}\text{Ca}^{2+}$  и  $^{67}\text{Zn}^{2+}$  индуцировать благодаря кулоновскому взаимодействию синглет-триплетную конверсию ион-радикальных пар  $[\text{Me}^{2+} \dots \text{O}-\text{P}-]$  в каталитических сайтах фосфат-переносящих ферментов и обеспечивать этим глубокое, но обратимое воздействие на их функционирование [4–6] (рис. 2). При изучении данного феномена было отмечено, что использование аппарата немарковской популяционной динамики полезно для разработки математических моделей избирательного накопления ПФНК в клетках опухолей (HL60, Y79, WERI-1A); эти модели обладают «прогностической мощью» (predicting power), достаточной для оптимизации алгоритмов доклинических исследований [6].

Это, равно как и результаты многочисленных работ в области *In Silico*-моделирования лиганд-рецепторных взаимодействий [5], позволили экспертам ШОС анонсировать поддержку программы МММ (рис. 1). Программа предполагает конкурс пилотных проектов, вносящих вклад в развитие *In Silico*-подходов к увеличению простоты и эффективности протоколов доклинического изучения новых лекарств и рассчитана на период 2026–2030 гг. (рис. 1).

В качестве простого примера «вмешательства» идеологии ШОС в прогнозируемое с помощью *In Silico* планирование доклинических исследований нового фармакофора мы могли бы сослаться на наш опыт оценки ключевых параметров фармакодинамики и фармакокинетики водорастворимых порфириновых аддуктов фуллерена-С60, предложенных в качестве средства адресной доставки парамагнитных катионов  $^{25}\text{Mg}^{2+}$  в клетки некоторых злокачественных новообразований, позволившей достигать цитостатического эффекта благодаря вызываемому этим стабильным изотопом МИЭ [4, 6].

Не будет преувеличением сказать, что возросшее внимание к моделям *In Silico* [7–9] основано на ясном понимании их особой роли уже не как дополнительного, всего лишь желательного, но именно обязательного инструмента в обеспечении оптимизации, то есть в создании экономически целесообразных и фармакологически релевантных схем доклинического тестирования новых и(или) модифицированных лекарств [5]. На 25-м году своего существования ШОС инициировала формирование особой экспертной службы (рис. 1), задача которой состоит в оценке результатов осуществления поддержанных организацией международных исследовательских проектов, сфокусированных в том числе и на *In Silico*-моделировании патофизиологических и фармакологических процессов. К числу таких программ следует отнести и МММ [5] (рис. 1).

### Магнитные изотопные эффекты.

#### Экспертиза ШОС

Общеприимная тенденция вовлечения *In Silico*-моделирования в систему международного научного сотрудничества воспринята ШОС как вызов, диктующий необходимость развития экономической основы для такой кооперации, что уже отражено в программах, подобных МММ.

Координация работ по фармакологическому применению моделирования *In Silico* тесно связана с многочисленными сценариями использования систем искусственного интеллекта [7–9], что также

воспринято экспертным сообществом ШОС как важный ориентир на пути к здравоохранению будущего и связанной с ним персонифицированной трансляционной медицине.

Следует отметить и обозначившееся в последнее время (2020–2025) различие между приоритетами в финансировании программ *In Silico* для фармакологии, принятыми соответствующими группами внутри ACS (American Chemical Society) и ШОС. Так, если отраженная в политике ACS глобальная тенденция использования методологии *In Silico* преимущественно с целью скрининга потенциальных молекул-кандидатов на роль новых лекарств определяет в качестве достойной цели создание библиотек фармакофоров [7, 8], то целеполагание, декларируемое ШОС, ориентирует моделирование *In Silico* на прогноз уникальных фармакодинамических и(или) фармакокинетических параметров — таких как  $^{25}\text{Mg}^{2+}$  — индуцированные противоопухолевые и антигипоксические эффекты [3, 4]. Модели, создаваемые в последнем случае, в значительной мере отвечают ожиданиям химиков и фармакологов, озабоченных повышением эффективности и обоснованным упрощением (сокращением) протокольных алгоритмов доклинических исследований [4].

Задача настоящей публикации состоит в том, чтобы обратить внимание на возможности, существующие уже сейчас и, вероятно, подлежащие развитию в близком будущем, предоставляемые ШОС для исследователей стран-участниц.

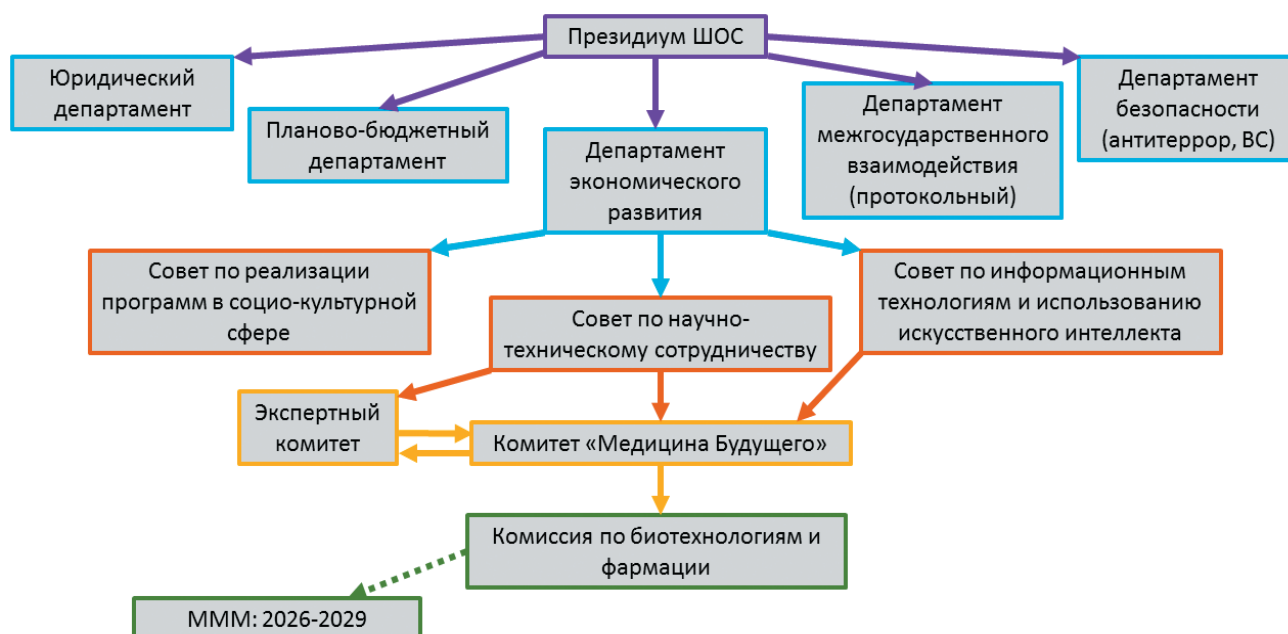


Рис. 1. Организационно-правовая структура ШОС и поддержка развития трансляционной медицины

Figure 1. Management-juridical structure of SCO and the translational medicine development support

В этой связи следует выделить в качестве фундаментальной особенности подхода организации к научно-технологическому сотрудничеству его последовательно плановый характер. Так, стратегия ШОС учитывает как методологический ориентир так называемую триаду Arash–Niemer [1, 2], включающую (а) авторитет института экспертов ШОС, (б) прозрачность исполнения четко структурированного бюджета и (в) установленные в плановом порядке сроки завершения значимых («магистральных») этапов большинства направлений исследований, имеющих формат нескольких, близких по содержанию, проектов [1, 2, 7]. При этом последняя из названных составляющих триады строится с активным использованием инструментов моделирования *In Silico*, специально разработанных для такого планирования.

### Организация доклинических исследований новых лекарств. Подходы ШОС и ACS

Едва ли будет преувеличением сказать, что, будучи формализованным в минимальной степени, такой тип построения международной координации усилий ученых и их профессиональных объединений на Евразийском пространстве уже способствовал возникновению исторического феномена, определенного в работах Lin & Boushehi именно как «дух ШОС» (*Spirit of SCO*) [2], то есть как тенденция, соответствующая яркому определению юристов ШОС “*not mandatory, yet organized*” [2].

Особого внимания заслуживает красноречивый контраст между неопозитивистским универсализмом направлений поиска и испытаний новых лекарств, поддерживаемых ACS [4, 7–9], и аргументированным, в том числе и благодаря моделям *In Silico*, акцентом на региональной уникальности традиционных методов китайской, индийской и иранской медицинских школ, отличающим стратегию ШОС [5–6]. Среди инструментов математического моделирования, чаще других рекомендуемых экспертами ШОС для построения и использования таких моделей, нужно отметить аппарат немарковской популяционной динамики, а также контролируемые системами искусственного интеллекта варианты алгоритмов, основанных на теории цепей Маркова и решениях уравнений Бейли (МММ — рис. 1) [5, 6, 8].

Отдельного упоминания заслуживает инициатива группы клинических фармакологов из Университета Дюка в Дорэме, Северная Каролина, подготовивших рекомендации для ACS по созданию специальной программы изучения современных версий «восточной традиции» в подходах к направленному поиску и тестированию новых лекарств [10]. При этом оптимизация планирования финансовой поддержки таких проектов доклинических исследований предполагается на основе алгоритмов математического моделирования, созданных в рамках «западной», практикуемой в ACS, парадигмы, основанной на немарковских гомперцианских системных прогнозах эффективности [11].

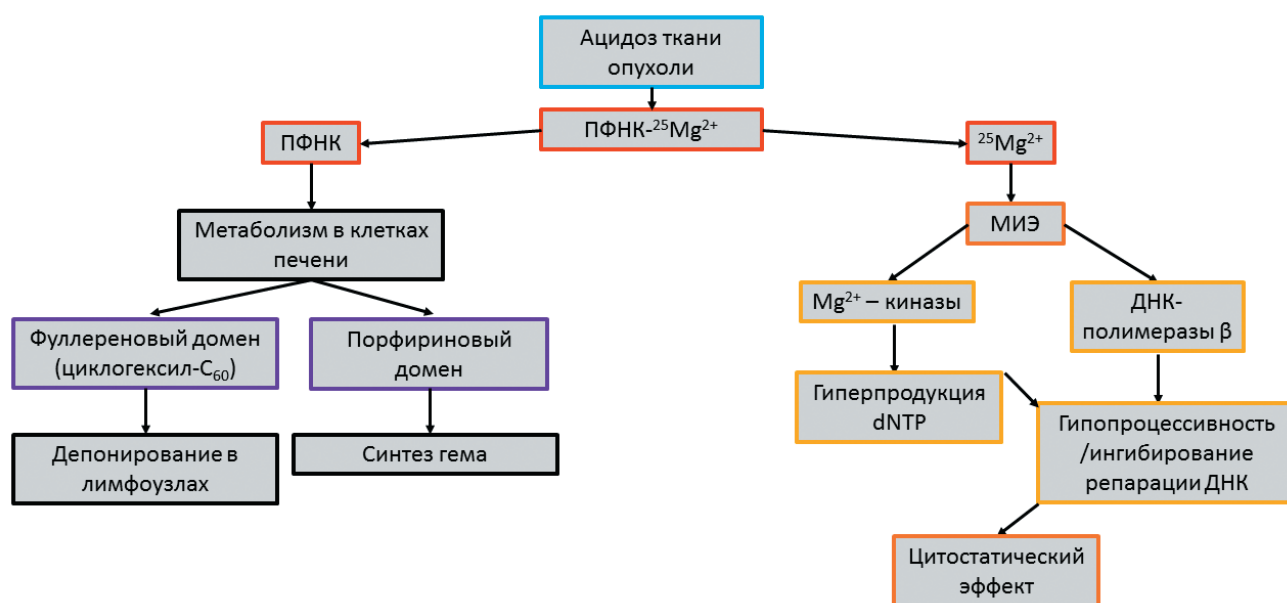


Рис. 2. МИЭ-зависимый цитостатический эффект, реализуемый в клетках опухолей катионами  $^{25}\text{Mg}^{2+}$ , доставленными наночастицами порфирифиллеренового ряда [3–7]

Figure 2. MIE-dependent cytostatic effect expressed in tumor cells due to  $^{25}\text{Mg}^{2+}$  cations delivered by nanoparticles belonging to porphyrinfullerene family [3–7]

Упомянутый же нами административный ресурс институционализированного экспертного сообщества ШОС (рис. 1, 2) может, по мнению ряда авторов [12], быть успешно использован для его «ассимиляции» внутри ACS-ориентированных платформ, использующих модели *In Silico*. Так, разработанный «по лекалам ACS» метод *In Silico*-прогнозирования статуса иммунной системы при создании протокола химиотерапии больных раком головки поджелудочной железы [13] был затем включен в адаптированную ШОС платформу оптимизации химиотерапевтических схем для этой и еще некоторых солидных опухолей, таких как некоторые формы колоректального рака и гепатоцеллюлярный рак печени [14, 15].

Среди активных участников современного реформирования ШОС как системы принятия решений в сфере алгоритмизации процессов создания новых лекарств есть и сторонники радикального, если не сказать тотального, «отхода» от обязательного и детального эмпирического тестирования «полного набора» молекул-кандидатов и их близких аналогов [16] в пользу перехода от такого, привычного многим, тестирования к выборочной верификации рэйперных точек, определенных в ходе построения и анализа соответствующих моделей *In Silico* [17].

Итак, риск огромных непроизводительных затрат на пути к созданию новых лекарств диктует необходимость оптимизации этого процесса, особая роль в котором принадлежит моделям *In Silico*. Различия в подходах к их разработке и применению, проявляющиеся в практике институтов ШОС и ACS, заслуживают внимания и тщательного изучения.

## Выводы

Сформированная на протяжении последних 5–6 лет политика ШОС в области международного экономического и научно-технического сотрудничества предполагает финансовую и экспертную поддержку проектов развития национальных систем здравоохранения и трансляционной медицины, включающую анонсированную на период 2026–2030 гг. целевую программу МММ (Математические методы в медицине).

Одной из привлекательных, практически значимых, сторон программы МММ является запрос на разработку новых моделей *In Silico*, позволяющих оптимизировать алгоритмы доклинического тестирования новых лекарств.

Ответом на этот запрос может служить прогнозирование фармакодинамических и(или) фармакокинетических параметров экспериментальных фармакофоров благодаря применению аппарата теории цепей Маркова и немарковской популяционной

динамики, что соответствует как нашему опыту, так и рекомендациям экспертного сообщества ШОС.

## Конфликт интересов / Conflict of interest

Авторы заявили об отсутствии потенциального конфликта интересов. / The authors declare no conflict of interest.

## Финансирование / Funding

Проект ШОС IRI-RF/2022/16672000EJ-4A / SCO Project IRI-RF/2022/16672000EJ-4A

## Соответствие нормам этики / Compliance with ethical principles

Авторы заявляют об отсутствии использования генеративного искусственного интеллекта. / The authors declare no use of Generative AI in the preparation of this manuscript.

## Благодарности / Acknowledgement

Авторы выражают признательность д-ру Али Акбару Язданпуру, директору департамента математики и компьютерных исследований Института фундаментальных исследований, Зенджан, ИРИ (Dr Ali Akbar Yazdan-Pour, Director, Dept. Mathematics & Computer Science, Institute for Advanced Studies in Basic Sciences, Zanjan, I. R. Iran) за стимулирующие комментарии и уточняющие вопросы, а также д-ру Ларсу Кюпферу, Институт системной медицины Университета Аахена, Аахен, Германия (Institute for Systems Medicine, University of Aachen, Aachen, Germany) за помощь в подборе литературы для обсуждения. / Authors are to express their sincere gratitude to Dr. Ali Akbar Yazdan-Pour, Department of Mathematics and Computer Sciences, Institute for Advanced Studies in Basic Sciences, Zanjan, IRI, for his comments and stimulating questions and to Dr. Lars Kuepfer, Institute for Systems Medicine, University of Aachen, Aachen, Germany, for a kind assistance in literature search/selection.

## Список литературы / Reference

1. Yi W. Upholding the Shanghai spirit: SCO on the move [Internet]. Announce for the Tianjin summit of the Shanghai Cooperation Organization; 2025 [cited 2025 March 7]. Available from: file:///C:/Users/Sukhorukova\_AA/Downloads/P020250808485309733238.pdf
  2. Васильев А. А., Шпопер Д., Ибрагимов Ж. И. Пути активизации международного научного и научно-технического сотрудничества стран ШОС посредством совершенствования правовых и институциональных основ. *Российско-азиатский правовой журнал*. 2020;2:92–95. [https://doi.org/10.14258/ralj\(2020\)2.13](https://doi.org/10.14258/ralj(2020)2.13)
- Vasiliev AA, Spaper D, Ibragimov ZI. Ways to step up the international scientific and technological cooperation of the

SCO countries. *Asian Law Journal*. 2020;2:92–95. (In Russ.) [https://doi.org/10.14258/ralj\(2020\)2.13](https://doi.org/10.14258/ralj(2020)2.13)

3. Kazemzadeh H, Mozafari M. Fullerene-based delivery systems. *Drug Discovery Today*. 2019;24(2):898–905. <https://doi.org/10.1016/j.drudis.2019.01.013>

4. Buchachenko AL. Magnetic effects across biochemistry, molecular biology and environmental chemistry. Academic Press: New York–Boston–Toronto–London; 2024. 250 p.

5. Shiryaev O, Bukhvostov A, Kamkina O, Kuznetsov D. Streamlining drug developments through the *In Silico* approach to ligand-target interactions. *Annals of Biostatistics and Biometric Applications*. 2025;6(3):1–11. <http://dx.doi.org/10.33552/ABBA.2025.06.000640>

6. Fursov V, Bukhvostov A, Kamkina O, et al. Towards the PMC16-nanocationite preclinical trials: Mathematical modeling. *Annals of Biostatistics and Biometric Applications*. 2025;6(4):1–15. <http://dx.doi.org/10.33552/ABBA.2025.06.000643>

7. Kombo DC, LaMarche MJ. The logic of chemical optimization. *Journal of Medicinal Chemistry*. 2025;68(11):11572–11585. <https://doi.org/10.1021/acs.jmedchem.5c00445>

8. Ferreira FJN, Carneiro AS. AI-driven drug discovery: A comprehensive review. *ACS Omega*. 2025;10(7):23889–23903. <https://doi.org/10.1021/acsomega.5c00549>

9. Sun Q, Wang H, Xie J, et al. Computer-aided drug discovery for drug unsuitable targets. *Chemical Reviews*. 2025;125(13):6309–6365. <https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.4c00969>

10. Trejo-Castro AI, Martinez-Ledesma E, Martinez-Torteya A. A bibliometric review on *in silico* drug repurposing: Performance analysis, science mapping and text mining (2000–2023). *Heliyon*. 2025;11(10). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2025.e42750>

11. Sertkaya A, Beleche T, Jessup A, Sommers BD. Costs of Drug Development and Research and Development Intensity in the US, 2000-2018. *JAMA Netw Open*. 2024;7(6):e2415445. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2024.15445>

12. Al-Mohaya M, Mesut B, Kurt A, Çelik YS. *In silico* approaches which are used in pharmacy. *J Appl Pharm Sci*. 2024;14(4):239–253. <https://doi.org/10.7324/JAPS.2024.154854>

13. Musuamba FT, Skottheim Rusten I, Lesage R, et al. Scientific and regulatory evaluation of mechanistic *in silico* drug and disease models in drug development: Building model credibility. *CPT: pharmacometrics & systems pharmacology*. 2021;10(8):804–825. <https://doi.org/10.1002/psp4.12669>

14. Stamatakos G. *In silico* medicine: multiscale mechanistic simulation, artificial intelligence and modern statistics as tools to support decisions on real clinical problems. *Physica Medica*. 2022;104:S5. [https://doi.org/10.1016/S1120-1797\(22\)03025-3](https://doi.org/10.1016/S1120-1797(22)03025-3)

15. Chen B, Schneider LC, Röver C, et al. *In silico* clinical trials in drug development : a systematic review. *Therapeutic Innovation & Regulatory Science*. 2025. <https://doi.org/10.1007/s43441-025-00893-w> ISSN 2168-4790

16. Brogi S, Ramalho TC, Kuca K, et al. Editorial: *In silico* Methods for Drug Design and Discovery. *Front. Chem*. 2020;8:612. <https://doi.org/10.3389/fchem.2020.00612>

17. Spanakis M. *In Silico* pharmacology for evidence-based and precision medicine. *Pharmaceutics*. 2023;15(3):1014. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics15031014>

#### Информация об авторах:

Бухвостов Александр Александрович — кандидат биологических наук, доцент, Институт биомедицины ФГАОУ ВО «РНИМУ им. Н. И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Россия, [tanzbukh@gmail.com](mailto:tanzbukh@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0002-1488-6290>;

Кузнецов Дмитрий Анатольевич — доктор биологических наук, профессор, Институт биомедицины ФГАОУ ВО «РНИМУ им. Н. И. Пирогова» Минздрава России; ведущий научный сотрудник, ФИЦ ХФ им. Н. Н. Семенова РАН, Москва, Россия, [kuznano@mail.ru](mailto:kuznano@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-8337-5056>;

Мусаев Паша Исмаилович — доктор медицинских наук, профессор, Азербайджанский медицинский университет, Баку, Азербайджан, [pasamoussaev@gmail.com](mailto:pasamoussaev@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0003-0859-7799>.

#### Вклад авторов:

Бухвостов А. А. — концепция статьи и ее обсуждение, сбор и анализ данных по особенностям моделей *In Silico*, разработанных для доклинических и клинических испытаний новых лекарств по алгоритмам ШОС и ACS, дизайн рисунков; Кузнецов Д. А. — сбор и анализ данных по фармакологическому применению наночастиц, высвобождающих магнитные изотопы металлов, в экспериментальной и клинической онкологии: оценка вклада программ ШОС, написание статьи и ее обсуждение; Мусаев П. И. — сбор и анализ данных по особенностям социально-правовых и финансово-экономических аспектов доклинических и клинических испытаний новых лекарств: протоколы ШОС и ACS, обсуждение статьи.

#### Authors information:

Alexander A. Bukhvostov, PhD of Biological Sciences, Associate Professor, Institute of Biomedicine Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia, [tanzbukh@gmail.com](mailto:tanzbukh@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0002-1488-6290>;

Dmitry A. Kuznetsov, MD, DSc of Biological Sciences, Professor, Institute of Biomedicine Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia, Leading Research Fellow in Biochemistry, N. N. Semenov Federal Research Center for Chemical Physics, Russian Academy of Sciences, [kuznano@mail.ru](mailto:kuznano@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-8337-5056>;

Pasha I. Musayev, MD, DSc, Professor, Azerbaijan Medical University, Baku, Azerbaijan, [pasamoussaev@gmail.com](mailto:pasamoussaev@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0003-0859-7799>.

#### Contribution of the authors:

Bukhvostov A. A. — concept of the article and its discussion, collection and analysis of the data on peculiarities of the *In Silico*

models developed for preclinical and clinical trials of new drugs as relates to the SCO and ACS algorithms, design of figures; Kuznetsov D. A. — collection and analysis of the data on pharmacological application of the metal magnetic isotopes releasing nanoparticles in experimental and clinical oncology: evaluation of the SCO programs contribution, preparation of the manuscript, general discussion of the paper; Musayev P. I. — collection and analysis of the data on social-juridical and financial-economic aspects of preclinical and clinical trials of new drugs: SCO and ACS protocols, discussion of the paper.

---

Поступила в редакцию / Received: 11.11.2025

Принята к публикации / Accepted: 15.01.2026

---