



НАУЧНЫЙ ДАЙДЖЕСТ ТГУ:

**обзор мировых новостей и ресурсов
о синтетической биологии**

Тема выпуска:

**«Инженерная (синтетическая)
биология 2.0: инженерия
бесклеточных систем»**

2024 №10 (41)



Каковы тенденции развития бесклеточной синтетической биологии?

Ke Yue, Junyu Chen, Yingqiu Li & Lei Kai [Advancing synthetic biology through cell-free protein synthesis](#) // *Computational and Structural Biotechnology Journal*, 2023

Бесклеточный синтез белка (CFPS) продемонстрировал свой потенциал преодоления внутренних ограничений клеточных систем и сыграл важную роль в развитии синтетической биологии. В этом мини-обзоре суммированы последние достижения метода CFPS и его применение в широком спектре проектов синтетической биологии, таких как минимальная сборка клеток, метаболическая инженерия и производство рекомбинантных белков для терапии, а также разработка биосенсоров для диагностики *in vitro*.

Conary Meyer, Yusuke Nakamura, Blake J. Rasor, Ashty S. Karim, Michael C. Jewett, Cheemeng Tan [Analysis of the Innovation Trend in Cell-Free Synthetic Biology](#) // *Life (Basel)*, 2021

В настоящее время промышленные компании все более активно используют бесклеточные технологии в разработке лекарств, метаболической инженерии, биопроизводстве, диагностике и образовании. Проанализировав 750 опубликованных патентов и 2000 рецензируемых рукописей в области бесклеточных систем, авторы статьи выявили, что за последнее десятилетие количество заявок на патенты выросло в пять раз, а количество публикаций увеличилось в 1,5 раза.



Где применяются новейшие достижения бесклеточной синтетической биологии?

So-Jeong Lee & Dong-Myung Kim [Cell-free synthetic biology: Navigating the new frontiers of biomanufacturing and biological engineering](#) // *Current Opinion in Systems Biology*, 2024

Бесклеточная синтетическая биология быстро развивается, определяя применение своих достижений в таких областях, как биопроизводство, создание прототипов и материаловедение. Широкое применение синтетической биологии обусловлено преодолением ограничений живых клеток, связанных с тем, что доступ к исследованиям цитозоля не всегда возможен.



Как исследования бесклеточных систем ускорили развитие синтетической биологии?

Seok Hoon Hong, Ana Serratos Fernandez-Baca [Cell-free synthetic biology as an emerging biotechnology](#) // *New Frontiers and Applications of Synthetic Biology*, 2022

Бесклеточная синтетическая биология играет все более важную роль в создании доступных и эффективных биологических платформ и получении инновационных результатов, позволяя быстро прототипировать и создавать новые пути биосинтеза. Данное направление уже сейчас может применяться для производства трудноэкспрессируемых функциональных белков и биоматериалов, использования генетических цепей для исследования биологических сетей, разработки новых биосенсоров и средств диагностики, создания искусственных клеток и улучшения метаболической инженерии.





Мнение эксперта



«Что такое синтетическая биология, и почему она привлекает особое внимание молодых людей? С ее помощью мы, возможно, получим ответы на очень большое количество разных вопросов, о которых мы сейчас предпочитаем не задумываться в обычной жизни.

Первое. Несмотря на большое количество гипотез о том, как жизнь произошла, мы до сих пор не знаем, что мы есть такое, и синтез того, что мы есть такое, в каком-то смысле дает ответы на эти вопросы. Во-вторых, мы не знаем, как эволюционировала наша история от праотцов, потому что, на самом деле, мы не знаем, какой был изначально девиантный код. Например, было ли квадруплетным кодирование, или шестиплетным, или оно сразу стало триплетным, как нас учили и учат по молекулярной биологии. Этого никто не знает.

Мы учимся моделировать эти вещи не в виде компьютерных программ, а в виде конкретных систем, которые могут дать прямые ответы на такие вопросы: как происходила жизнь, можно ли получить ее из отдельных блоков, например, где есть искусственные гены, искусственный синтез белка, ограниченная мембрана, какие-то разные конструкции, которые дают, например, триплетные состояния, как они конкурируют друг с другом. Все эти вопросы, на самом деле, очень близки к тому, что называется современной синтетической биологией».

Вадим Говорун, доктор биологических наук, профессор, академик РАН, директор НИИ системной биологии и медицины Роспотребнадзора, заведующий лабораторией простых систем

Источник: лекция [«Синтетическая биология для медицины. Вызовы и проблемы в России»](#)





BioProcess International

BioProcess International

Портал ежемесячного издания, посвященный разработке, масштабированию и производству биотерапевтических и биодиагностических средств. Предоставляет актуальную информацию с подробным описанием бизнеса, политики, этики, приложений, продуктов и услуг, необходимых для успешного продвижения биофармацевтических препаратов, вакцин и биодиагностики через процесс разработки и производства.

Engineering Biology in Cambridge

Портал НИИ синтетической биологии в Кембридже, где публикуется информация о последних исследованиях и достижениях в области бесклеточной синтетической биологии. Внимание к portalу обусловлено растущим интересом к данной тематике среди междисциплинарных исследовательских групп. Портал поддерживает исследователей, работающих на стыке разных дисциплин: биологии, инженерии, информатики, дизайна и биоэтики.



European Synthetic Cell Initiative

Портал Европейской инициативы по синтетическим клеткам (SynCellEU) представляет результаты исследований сети европейских исследовательских лабораторий, учреждений и компаний, координируемой Делфтским технологическим университетом (TU Delft) в Нидерландах, которые объединили усилия для проведения исследований в области синтетической биологии и ускорения их перевода в технологии.

Ассоциация специалистов в области молекулярной, клеточной и синтетической биологии

Вебсайт сообщества специалистов в области молекулярной, клеточной и синтетической биологии, объединившихся для решения приоритетных научных, технологических задач, обеспечивающих развитие и технологический суверенитет Российской Федерации.





Alexander Ditzel, Fanglong Zhao, Xue Gao, George N. Phillips [Utilizing a cell-free protein synthesis platform for the biosynthesis of a natural product, caffeine](#) // *Synthetic Biology*, 2023
DOI: [10.1093/synbio/ysad017](https://doi.org/10.1093/synbio/ysad017)

Авторы демонстрируют использование системы бесклеточного синтеза белка для частичной сборки натуральных продуктов *in vitro* с использованием ферментных реакций S-аденозилметионин (SAM)-зависимой метилтрансферазы, подчеркивая, что автоматизация и снижение требований к метаболической инженерии систем бесклеточного синтеза белка в сочетании с другими методами синтеза могут обеспечить более эффективное создание новых соединений.



Jie Liu, Yongqi Hu, Wanyi Gu, Haiquan Lan, et al. [Research progress on the application of cell-free synthesis systems for enzymatic processes](#) // *Critical Reviews in Biotechnology*, 2023
DOI: [10.1080/07388551.2022.2090314](https://doi.org/10.1080/07388551.2022.2090314)

В данной статье рассматриваются последние достижения применения систем бесклеточного синтеза в области ферментативного катализа, включая бесклеточный синтез белка и бесклеточную метаболическую инженерию. Благодаря сочетанию систем бесклеточного синтеза и новых технологий, таких как синтетическая биология, микрофлюидный контроль, регенерация кофакторов и искусственные каркасы, можно будет создавать все более сложные биомолекулярные системы. Ожидается, что в ближайшие несколько лет эти технологии будут активно внедряться в производство, предоставляя инновационные платформы для широкого спектра биотехнологических приложений.



Carolina Monck, Yuval Elani, Francesca Ceroni [Cell-free protein synthesis: biomedical applications and future perspectives](#) // *Chemical Engineering Research and Design*, 2022
DOI: [10.1016/j.cherd.2021.11.025](https://doi.org/10.1016/j.cherd.2021.11.025)

Обзор основных подходов к бесклеточному синтезу белка (CFPS), которые определяют возможности для создания различных биомедицинских приложений. В статье рассматриваются существующие ограничения в отношении использования CFPS в производстве сложных белковых продуктов и увеличения производственной мощности при создании различных бесклеточных систем. Решение этих вопросов станет неотъемлемой частью расширения применения CFPS в биотерапии.





Марк Лагутин [Эпистемологические особенности синтетической биологии в контексте типологии научной рациональности В. С. Степина](#) // **Казанский социально-гуманитарный вестник**, 2024

DOI: [10.26907/2079-5912.2024.1.113-117](#)

В статье рассматривается эпистемологическая роль синтетической биологии в контексте трансформации форм научного познания. Автор не только дает определение синтетической биологии, определяя ее цели, методы и общий статус в системе научного знания, но и рассматривает как существующий, так и возможный потенциал развития данной научной отрасли.



Marina V. Goncharuk, Ekaterina V. Vasileva, Egor A. Ananiev, et al. [Facade-Based Bicelles as a New Tool for Production of Active Membrane Proteins in a Cell-Free System](#) // **International Journal of Molecular Sciences**, 2023

DOI: [10.3390/ijms241914864](#)

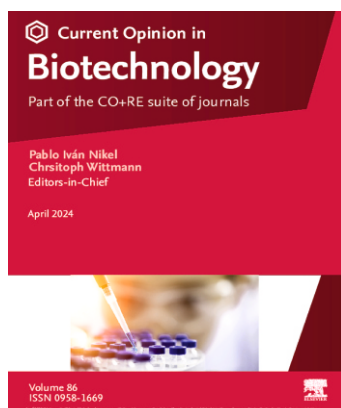
Структурные и функциональные исследования интегральных мембранных белков требуют получения миллиграммовых количеств белков, что в настоящее время не является рутинным процессом. Бесклеточный синтез белка является перспективным подходом к решению этой задачи. Однако известно мало мембранных миметиков, которые можно использовать для синтеза активных мембранных белков в больших количествах. Авторы статьи представляют применение коммерчески доступных моющих средств «Фасад» для производства активного родопсина и доказывают, что бицеллы на основе «Фасада» представляют собой перспективный мембранный миметик, доступный для производства мембранных белков в бесклеточной системе.



Дмитрий Товпеко, Альбина Кондратенко, Лидия Калюжная, Владимир Чернов [Изготовление бесклеточного продукта из высокорегенеративного материала пуповины человека для лечения глубоких ран](#) // **Гены и клетки**, 2022

Статья посвящена проблеме поиска биосовместимых материалов и разработке на их основе раневых покрытий, способствующих быстрому заживлению и регенерации ран. Авторы отмечают, что особого внимания заслуживают бесклеточные матрицы, получаемые из различных тканей человека и животных путем децилляризации. Фенотип тканей пуповины аналогичен эмбриональным тканям, у которых выявлена способность к безрубцовому заживлению ран. Это делает пуповину человека привлекательным материалом для регенеративной медицины.





Current Opinion in Biotechnology

Журнал публикует обзорные статьи и помогает специалистам быть в курсе последних событий, предоставляя четкий и понятный обзор текущих достижений биотехнологии. Тематика журнала затрагивает такие области как аналитическая биотехнология; биотехнология растений; пищевая биотехнология; энергетическая биотехнология; экологическая биотехнология; системная биология; нанобиотехнология; инженерия тканей, клеток и путей; химическая биотехнология; фармацевтическая биотехнология.

Synthetic and Systems Biotechnology

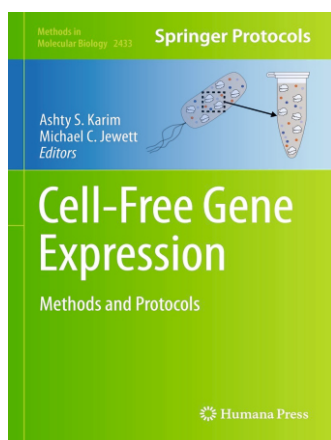
Журнал охватывает широкий круг тем, включая новые технологии, процессы, методы, материалы, системы и приложения в области синтетической и системной биотехнологии и биомедицины. Публикует оригинальные исследования в области синтетической и системной биологии с акцентом на их применении в области биотехнологии. Особое внимание уделяется интегративным подходам, позволяющим понять и проектировать биологические системы, а также исследованиям, связанным с использованием синтетической биологии в области природных систем.



Synthetic Biology



Журнал открытого доступа, охватывающий все аспекты синтетической биологии. Цель журнала — предоставить форум для оригинальных научных статей, обзоров, комментариев, отчетов о практических проектах, а также место для углубленного обсуждения тем, касающихся синтетической биологии. В область интересов данного издания входит проектирование генетических схем, вычислительные методы, генетические системы и схемотехника, вирусная инженерия, проектирование и конструирование клеток, сборочные платформы, синтез ДНК, синтетическая метагеномика, построение путей, оптимизация генов, белковая инженерия, метаболическая инженерия, запрограммированная эволюция, производство клеток, математическое моделирование и технологические процессы.

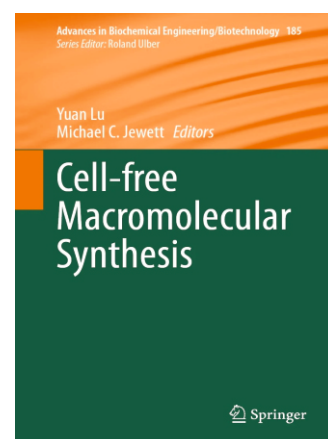


Cell-Free Gene Expression: Methods and Protocols Ashty S. Karim, Michael C. Jewett (*Editors*)

В издании рассматриваются перспективы и методы использования бесклеточной экспрессии (CFE) для реализации приложений синтетической биологии следующего поколения. В первом разделе основное внимание уделяется инструментам для систем CFE, а также методам приготовления клеточных экстрактов из различных организмов и обеспечению высокопроизводительных бесклеточных экспериментов. Во втором разделе представлен ряд приложений для систем CFE, таких как метаболическая инженерия, мембранные и инкапсулированные CFE, бесклеточное зондирование и обнаружение.

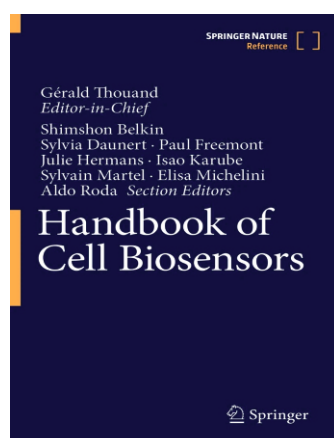
Cell-free Macromolecular Synthesis Yuan Lu, Michael C. Jewett (*Editors*)

Издание посвящено бесклеточным производственным системам и освещает новейшие достижения клеточной инженерии и биотехнологии. Книга предлагает актуальный отчет о последних достижениях и практических применениях результатов исследований в данной области, уделяя особое внимание интеграции бесклеточных производственных систем с капельной микрофлюидикой — новаторскому подходу, который произвел революцию как в исследовательской деятельности, так и в промышленности. Издание будет интересно биоинженерам, ученым и исследователям данной области.



Handbook of Cell Biosensors Gérald Thouand (*Editor*)

В книге исследуются все аспекты клеточных биосенсоров на основе комплексного междисциплинарного подхода. В том числе, авторы рассматривают бесклеточные системы экспрессии белков, которые предлагают платформу для создания различных сенсорных приложений с использованием возможностей синтетической биологии. Долгое время стоимость, выход и масштаб экспрессии бесклеточных белков были препятствиями для практического применения бесклеточных технологий. В настоящее время ситуация значительно улучшилась, что сделало применение биосенсора значительно более привлекательным.





1

International Conference on Biomedical Engineering and Biotechnology (BioMed)

19 – 21 августа 2024 г.

Сайт: xpertsmeetings.org

2

4th Edition of Euro-Global Conference on Biotechnology and Bioengineering

19 – 21 сентября 2024 г.

Сайт: biotechnology-conferences.magnusgroup.org

3

Российский форум биотехнологий OpenBio

24 – 27 сентября 2024 г.

Сайт: openbio.ru

4

Next-Generation Synthetic Biology (5th edition)

6 – 8 ноября 2024 г.

Сайт: efbiotechnology.org

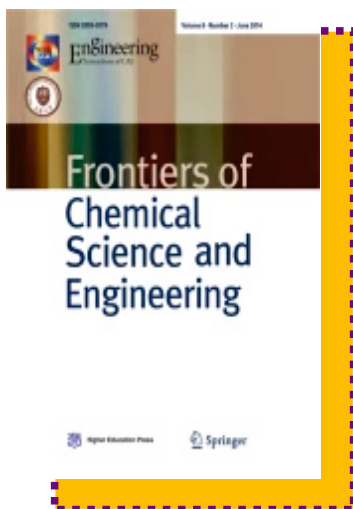
5

7th Applied Synthetic Biology in Europe (ASBE7)

10 – 11 декабря 2024 г.

Сайт: vibconferences.be

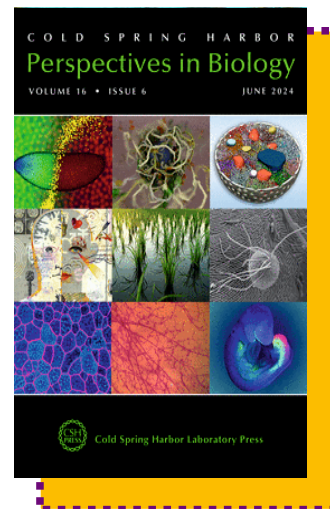




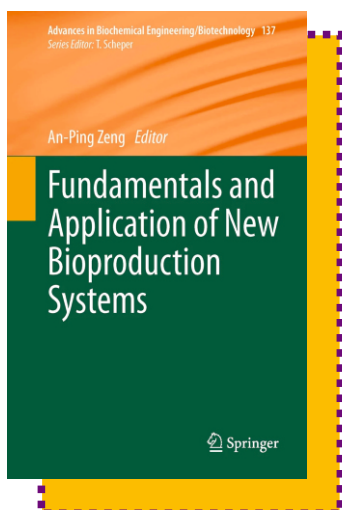
Fernando Villarreal & Cheemeng Tan
Cell-free systems in the new age of synthetic biology.
Frontiers of Chemical Science and Engineering, 2017.



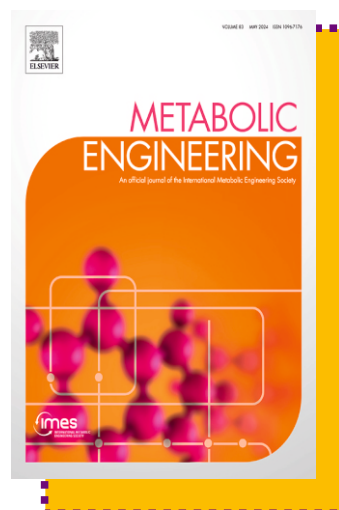
Jennifer A. Schoborg, Lauren G. Clark & Michael C. Jewett
Yeast knockout library allows for efficient testing of genomic mutations for cell-free protein synthesis.
Synthetic and Systems Biotechnology, 2016.



Rainer Breitling & Eriko Takano
Synthetic Biology of Natural Products.
Cold Spring Harbor Perspectives in Biology, 2016.



Marlitt Stech, Andreas K. Brödel, Robert B. Quast, Rita Sachse & Stefan Kubick
Cell-Free Systems: Functional Modules for Synthetic and Chemical Biology.
Fundamentals and Application of New Bioproduction Systems, 2013.



C. Eric Hodgman & Michael C. Jewett
Cell-Free Synthetic Biology: Thinking Outside the Cell.
Metabolic Engineering, 2012.



Погружение в проблему

Ally Huang, Bruce Bryan, Sebastian Kraves, Ezequiel Alvarez-Saavedra, Jessica C. Stark [Implementing Hands-On Molecular and Synthetic Biology Education Using Cell-Free Technology](#) // Methods in Molecular Biology, 2022

Layne C. Williams, Nicole E. Gregorio, Byungcheol So, Wesley Y. Kao, Alan L. Kiste, et al. [The Genetic Code Kit: An Open-Source Cell-Free Platform for Biochemical and Biotechnology Education](#) *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology* // 2020

Michael Vilkhovoy, Abhinav Adhikari, Sandra Vadhin & Jeffrey D. Varner [The evolution of cell free biomanufacturing](#) // Processes, 2020

Richard J. R. Kelwick, Alexander J. Webb, Paul S. Freemont [Biological Materials: The Next Frontier for Cell-Free Synthetic Biology](#) // Frontiers in Bioengineering and Biotechnology, 2020

Vincent Noireaux & Allen P. Liu [The New Age of Cell-Free Biology](#) // Annual Review of Biomedical Engineering, 2020

Aidan Tinagar, Katariina Jaenes & Keith Pardee [Synthetic Biology Goes Cell-Free](#) // BMC Biology, 2019

Seok Hoon Hong (Ed.) [Cell-Free Synthetic Biology. Special issue](#) // MPs, 2019

[Cell-Free Synthetic Biology and Biocatalysis: Prototyping and Conversion Platforms. Listening Day Summary Report](#) // US Department of Energy, 2019

Научные СМИ и тематические порталы

[Engineering Biology Research Consortium](#)

[Front Line Genomics](#)

[Genetic Engineering & Biotechnology News](#)

[Innovation News Network](#)

[Synbio Powerhouse](#)

[Twist Bioscience](#)



Актуальные научные публикации

Jeffrey L. Schloßhauer, Lena Tholen, Alexander Körner, Stefan Kubick, et al. [Promoting the production of challenging proteins via induced expression in CHO cells and modified cell-free lysates harboring T7 RNA polymerase and mutant eIF2](#) // Synthetic and Systems Biotechnology, 2024

Congli Hou, Linyue Tian, Li-Hai Fan, Zheng-Jun Li [Conversion of acetate and glyoxylate to fumarate by a cell-free synthetic enzymatic biosystem](#) // Synthetic and Systems Biotechnology, 2023

Junzhu Yang, Chi-Kit Sou & Yuan Lu [Cell-free biocatalysis coupled with photo-catalysis and electro-catalysis: Efficient CO₂-to-chemical conversion](#) // Green Energy & Environment, 2023

Anela Tosevska, Marco Morselli, Saroj K. Basak, Luis Avila, et al. [Cell-Free RNA as a Novel Biomarker for Response to Therapy in Head & Neck Cancer](#) // Frontiers in Oncology, 2022

Jiaqi Hou, Xinjie Chen, Nan Jiang, Yanan Wang, et al. [Toward efficient multiple-site incorporation of unnatural amino acids using cell-free translation system](#) // Synthetic and Systems Biotechnology, 2022

Liyuan Zhang, Xiaomei Lin, Ting Wang, Wei Guo & Yuan Lu [Development and comparison of cell-free protein synthesis systems derived from typical bacterial chassis](#) // Bioresources and Bioprocessing, 2021

Nawal Abd El-Baky, Maie Ahmed Elkhawaga, Eman Shawky Abdelkhalek, Mona Mohammed Sharaf, et al. [De novo expression and antibacterial potential of four lactoferricin peptides in cell-free protein synthesis system](#) // Biotechnology Reports, 2021

Jan Müller, Martin Siemann-Herzberg & Ralf Takors [Modeling cell-free protein synthesis systems-approaches and applications](#) // Frontiers in Bioengineering and Biotechnology, 2020

Nadanai Laohakunakorn, Laura Grasemann, Barbora Lavickova, Grégoire Michielin, et al. [Bottom-up construction of complex biomolecular systems with cell-free synthetic biology](#) // Frontiers in Bioengineering and Biotechnology, 2020



Международные научные журналы

[ACS Synthetic Biology](#)

[Critical Reviews in Biotechnology](#)

[Bioresources and Bioprocessing](#)

[International Journal of Molecular Sciences](#)

[Biotechnology Reports](#)

[Methods and Protocols](#)

Книги и монографии

Muhammad Arshad [Applications of Synthetic Biology in Health, Energy, and Environment, 2023](#)

Vijai Singh [New Frontiers and Applications of Synthetic Biology, 2022](#)

Vijai Singh (Ed.) [Microbial Cell Factories Engineering for Production of Biomolecules, 2021](#)

Yuan Lu [Cell-Free Synthetic Biology, 2020](#)

Vijai Singh (Ed.) [Advances in Synthetic Biology, 2020](#)

Soenksen Martinez, Luis Rubén [Cell-free freeze-dried synthetic biology for wearable biotechnology applications, 2020](#)

Анонсы мероприятий

June, July' 2024: [European Congress on Biotechnology \(ECB-2024\)](#)

September' 2024: [World Biotechnology and Bioengineering Congress](#)

December' 2024: [International Conference on Genome Engineering and Synthetic Biology \(ICGESB 2024\)](#)

Данный информационно-аналитический продукт создается в рамках проекта
«Научные дайджесты ТГУ: фронтальные исследования и технологии».

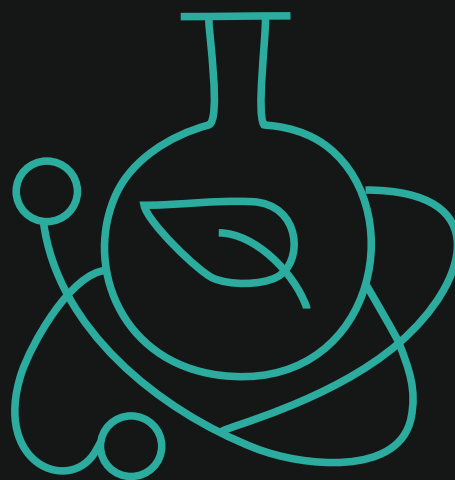
Цели проекта:

- создание информационных продуктов, необходимых для эффективной научной деятельности по самым приоритетным международным направлениям фундаментальных и прикладных исследований;
- периодический информационно-аналитический мониторинг передовых исследований и разработок новейших технологий, позволяющий ученым быстрее осваивать новые предметные поля исследований;
- популяризация науки и научной деятельности.

Таким образом, дайджест представляет собой подборку наиболее актуальных научных и научно-популярных источников за последние 3 года с их краткими аннотациями. Кроме ссылок на самые высоко цитируемые публикации и недавние статьи в международных журналах 1-2 квартилей, здесь содержатся ссылки и на источники, вызвавшие наиболее острые дискуссии.

Рубрики дайджеста:

- Погружение в проблему
- Научные СМИ и тематические порталы
- Актуальные научные публикации
- Вклад российских ученых
- Международные научные журналы
- Книги и монографии
- Анонсы мероприятий
- «Золотой архив»
- Дополнительные ссылки





Дайджест подготовлен лабораторией сравнительных исследований качества жизни ТГУ (руководитель — проф. Э. В. Галажинский), [кафедрой социальных коммуникаций](#) ФП ТГУ и лабораторией гуманитарных новомедийных технологий ФП ТГУ при содействии Научного управления ТГУ и [Научной библиотеки ТГУ](#).

Руководитель проекта и научный редактор:

И. П. Кужелева-Саган

Менеджер проекта:

Д. И. Спичева

Дайджест подготовили:

Е. В. Полянская, Е. Н. Винокурова

Иллюстрация для обложки: playground.com

[Архив научных дайджестов НИ ТГУ](#)