



НАУЧНЫЙ ДАЙДЖЕСТ ТГУ:

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

Тема выпуска:

**«Инженерная
(синтетическая) биология 2.0:
помощь в освоении космоса»**



2023 №8 (31)



Какой вклад может внести синтетическая биология в освоение космоса?

Rajesh Uppal [Space Synthetic Biology Emerging as Key Technology for Space Exploration and Deep Space Manned Mission](#) // IDST, 2022

Вклад синтетической биологии в освоение космоса сложно переоценить. Она может не только сделать длительные космические миссии более комфортными, но и спасти человеческие жизни вдали от Земли. Космическая синтетическая биология развивается по четырем основным направлениям: производство топлива, создание продуктов питания, синтез биополимеров и разработка фармацевтических средств. Каждое из них имеет значительный потенциал в освоении дальнего космоса.



Какие цели развития космических биотехнологий ставит перед собой РОСКОСМОС?

[Космическая биотехнология](#) // НИИ ЦПК имени Ю.Ф. Гагарина

На сайте Центра подготовки космонавтов обозначены основные цели изучения космических биотехнологий: исследование влияния факторов космического полета на биообъекты и биотехнологические процессы, а также поиск и экспериментальная отработка базовых технологий получения перспективных биопродуктов в условиях микрогравитации.



Производство каких питательных веществ на космической станции сможет обеспечить синтетическая биология в самом ближайшем будущем?

Eric Vitug (*Editor*) [Space Synthetic Biology \(SynBio\)](#) // NASA, 2020

В апреле 2019 года в NASA был запущен пятилетний эксперимент, который тестирует метод биопроизводства питательных веществ в космосе. В рамках проекта тестируются генетически модифицированные пекарские дрожжи и субстрат для роста с увеличенным сроком хранения для производства таких антиоксидантов, как бета-каротин и зеаксантин.

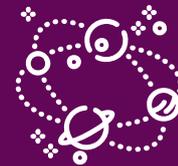


Поможет ли синтетическая биология человечеству обосноваться на Марсе?

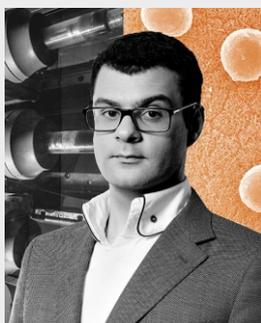
Prakriti Karki [Settlement of Mars Using Synthetic Biology](#) // Blue Marble Space Institute of Science, 2021

Возможность постоянного поселения людей на Марсе вызывает много вопросов. Например, будут необходимы постоянные поставки продуктов питания, фармацевтических препаратов и других материалов. Может ли синтетическая биология помочь в решении этой проблемы? Да. Подходы SynBio направлены на проектирование биологических систем и их конструирование для производства различных продуктов, таких как полимеры, волокна, лекарства, продукты питания, топливо и даже биологические строительные материалы, которые будут необходимы для того, чтобы обустроить среду обитания человека в новых условиях.





Экспертные мнения



«На МКС был поставлен ряд экспериментов по изучению поведения бактерий в стрессовых условиях космоса с участием российской компании в сфере 3D-печати в медицине «3D Биопринтинг Солюшенс». Выяснилось, что в космосе у бактерий повышается экспрессия генов, отвечающих за ускоренный метаболизм. Это позволяет сравнительно быстро получать новые штаммы бактерий для пищевой промышленности, используемых, к примеру, в производстве кисломолочной продукции или дрожжевых культур».

«Были отработаны методы математического моделирования, как RBD-белок штамма «Омикрон» коронавируса сцепляется с ACE2-рецептором клетки человека. ... А в случае с нуклеокапсидным белком нужно было найти способы заблокировать проникновение коронавируса

в клетку.

Число клеток микробиома внутри нас вообще-то превышает количество клеток самого организма человека. Как они себя поведут в условиях длительных космических полетов? ... Освоение дальнего космоса вообще ставит перед человечеством новые вызовы. Меня лично космос прельщает тем, что там безграничное место для фантазии. Очень важно не говорить себе «нет», не ограничивать себя. Ведь космос как раз про это — там нет ничего невозможного. Космос — это про преодоление, про большие цели, что нет ничего невозможного. И наука — ровно про это же».

Юсеф Хесуани, соучредитель и управляющий партнер 3D Bioprinting Solutions (3D Биопринтинг Солюшенс).

Источники: [Репортаж из лаборатории: в космосе возможно всё, 3D Bioprinting Solutions](#)



«В настоящий момент идет проектирование перспективной российской орбитальной станции (РОС), и разработчики собираются разместить ее на высокоширотной орбите с новым наклоном порядка 97 градусов. Какие эксперименты биологического характера позволит проводить новая станция?»

Надеемся, что эта станция представит новый уровень возможностей в части реализации научных, в том числе медико-биологических, программ. И в части энергетики, интерфейсов, связи и тому подобное. Обсуждаемое наклонение в 97 градусов, в силу особенностей радиационной обстановки, предоставляет уникальную возможность изучения влияния галактического излучения на биологические объекты, что, безусловно, важно

для разработки систем обеспечения перспективных межпланетных полетов.

Расширяются возможности проведения исследований по астробиологии и обеспечению планетарного карантина, например. Кроме того, предполагается, что станция будет взаимодействовать со свободно летающими модулями, что представляет интерес, в том числе, для биотехнологических исследований».

Олег Орлов, директор института медико-биологических проблем (ИМБП).

Источник: [Олег Орлов: ученые хотят проводить длительные миссии на РОС](#)



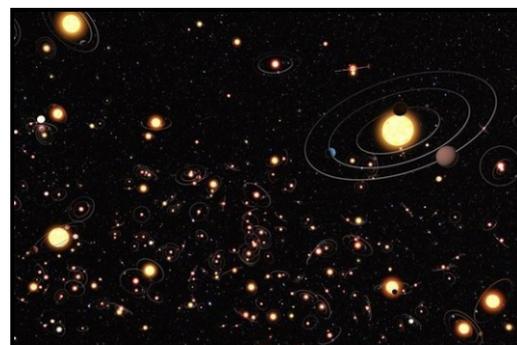
[Space Biosciences](#)



Сайт подразделения космических бионаук Исследовательского центра Эймса (NASA) публикует информацию о новых технологиях и биологических исследованиях, необходимых для успешного совершения исследовательских космических миссий; в том числе о программах биоинженерии и синтетической биологии, которые помогают поддерживать жизнь человека в космосе и обеспечивать его основными ресурсами: чистым воздухом, водой, едой и биотопливом.

[Astrobiology at NASA](#)

Сайт исследовательского центра NASA публикует данные о биологических исследованиях и разработке технологий, необходимых для обеспечения долгосрочных космических миссий. В их числе активно освещаются проекты с использованием космической синтетической биологии, необходимой для поддержания жизни в космосе.



[NASA Life Sciences Portal](#)

Портал содержит архив Life Sciences Data Archive (LSDA), в котором хранятся данные об исследованиях NASA, связанных с освоением космоса. В нем можно найти результаты различных исследований человека, животных и растений в рамках программы NASA и описание технологий, которые позволяют людям безопасно и с комфортом путешествовать в космосе.



[Ракетно-космическая корпорация «Энергия» имени С. П. Королева](#)

Сайт РКК «Энергия» — одного из ведущих предприятий космической промышленности России, которое занимается разработкой полного спектра ракетной и космической техники. На сайте представлены результаты биотехнологических экспериментов и исследований на Российском сегменте Международной космической станции (МКС).





Aaron J. Berliner, Isaac Lipsky, Davian Ho, et al. [Space bioprocess engineering on the horizon](#)
// **Communication Engineering**, 2022
DOI: [10.1038/s44172-022-00012-9](#)

Неоспоримо, что синтетическая биология будет способствовать поддержанию жизни в долгосрочных космических полетах. Несмотря на достигнутый прогресс и ее очевидные преимущества в таких областях, как производство продуктов питания и переработка отходов в экстремальных условиях космоса, только сейчас формируется более четкое понимание сферы применения биосинтетических и биотрансформирующих технологий для освоения космоса. Авторы статьи определяют несколько ключевых параметров, которые в совокупности формируют путь к успешной разработке и внедрению технологий инженерии космических процессов будущего.



Лела Чхутиашвили [Прорывные биотехнологии — основа инновационных преобразований Российской Федерации в условиях цифровизации](#) // **Право и цифровая экономика**, 2022
DOI: [10.17803/2618-8198.2022.16.2.033-038](#)

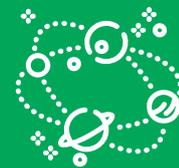
В статье рассматриваются прорывные биотехнологии в области геномных исследований и искусственного интеллекта как основы инновационных преобразований Российской Федерации в условиях цифровизации, а также проблемы, связанные с их развитием. Обязательным условием построения соответствующих институтов социального контроля прорывных биотехнологий в области геномных исследований и искусственного интеллекта, защиты личных данных и реализации новых методов распределения ресурсов для людей, по мнению автора, является эффективное взаимодействие между обществом и государством. Необходимо задуматься об обучении профессиям будущего и новым специальностям, которые не сможет заменить искусственный интеллект.



Konrad Szocik, Martin Braddock [Synthetic Biology for Human Space Missions: Ethical Issues and Practical Applications](#) // **Astropolitics**, 2022
DOI: [10.1080/14777622.2022.2141433](#)

Синтетическая биология находит много способов решения проблем, с которыми можно столкнуться в процессе длительных пилотируемых космических полетов или заселения космического пространства в условиях ограниченности ресурсов. В статье обсуждаются возможности применения синтетической биологии для жизнеобеспечения как на Земле, так и в космосе.





Aaron J. Berliner et al. [Towards a Biomanufactory on Mars](#) // **Frontiers in Astronomy and Space Sciences**, 2021

DOI: [10.3389/fspas.2021.711550](#)

В статье обсуждается создание интегрированной установки по производству биомассы, оснащенной модулями для использования ресурсов микроорганизмов «in situ»*, производства и вторичной переработки продуктов питания, а также фармацевтических препаратов и биоматериалов, необходимых для поддержания жизнедеятельности астронавтов во время продолжительной миссии на Марс. Авторы рассматривают перспективные технологические тенденции в каждой из этих целевых областей в контексте исследовательских миссий с участием людей и роботов.

* *In situ* — это термин, используемый в различных областях, означающий «на месте» и относящийся к месту события.



Руслан Васильев, Виктория Черникович и др. [Синтетическая биология. Современное состояние и применение](#) // **Молекулярная генетика, микробиология и вирусология**, 2021

DOI: [10.17116/molgen20213901118](#)

Данный обзор посвящен синтетической биологии — области, в которой применяются методы и техники молекулярной биологии для формирования заданного поведения клеток на основе теоретически сконструированных регуляторных сетей с применением инженерных подходов. Авторы проводят прямую аналогию между клеткой и компьютером, что в свою очередь дает все основания применить принципы инженерии к естественным биологическим системам, в целом, и к генетическим сетям, в частности. В статье рассмотрены конкретные примеры применения синтетико-биологического подхода в медицине и других областях.



Rebekah Z. Kitto et al. [Synthetic biological circuit tested in spaceflight](#) // **Life Sciences in Space Research**, 2021

DOI: [10.1016/j.lssr.2020.09.002](#)

Ученые предпринимают попытки использования в космосе инструментов синтетической биологии, которые успешно апробированы на Земле. Примером служит экзогенно индуцируемая биологическая схема для производства белка у *Arabidopsis thaliana* — зимнего однолетника, используемого в качестве модельного организма, который был доставлен на МКС и функционально исследован. Было доказано, что данная синтетическая схема действительно привела к выработке белка в растении во время космического полета. Анализ полимеразной цепной реакции после полета также это подтвердил.





Alexander M. Borg, John E. Baker [Contemporary biomedical engineering perspective on volitional evolution for human radiotolerance enhancement beyond low-earth orbit](#) // *Synthetic Biology*, 2021

Освоение космоса связано с расширением присутствия людей за пределами околоземной орбиты, то есть постоянными межпланетными путешествиями. Не защищенные от ионизирующего излучения астронавты подвергаются серьезному риску при длительных полетах. Естественной эволюции потребовалось бы много поколений, чтобы обеспечить устойчивость к космической радиации. Недавно были идентифицированы уникальные радиозащитные гены, отвечающие за локальную или системную радиотолерантность. Способствующий защите от радиации метод CRISPR/Cas9 является недорогим и воспроизводимым инструментом, способным изменять геном. В статье рассматриваются этический контекст и границы использования метода для генетических модификаций астронавтов-первопроходцев.



Lindsay Rutter, Richard Barker, Daniela Bezdán et al. [A New Era for Space Life Science: International Standards for Space Omics Processing](#) // *Patterns*, 2020
DOI: [10.1016/j.patter.2020.100148](https://doi.org/10.1016/j.patter.2020.100148)

Как известно, в космической среде присутствуют различные стрессовые факторы, в том числе радиация, микрогравитация и изоляция. Понимание того, как эти факторы влияют на биологию, имеет решающее значение для безопасного и эффективного освоения космоса. Ученые всего мира проводят эксперименты по космической омике* на модельных организмах, а в последнее время и на людях. Авторы статьи считают, что оптимальное применение полезных научных открытий будет происходить только на коллективном уровне. В статье представлен опыт международного консорциума ученых ISSOP, целью которого является совершенствование стандартных руководств космических биологов на глобальном уровне.

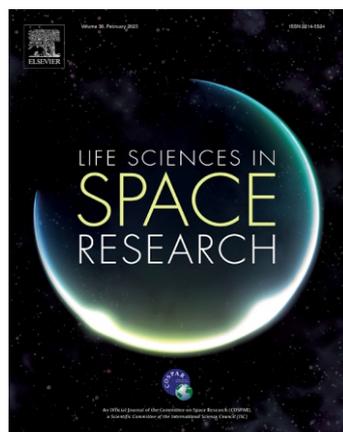
* **Омика** — это пул новых биологических дисциплин, объединенных своим подходом к методологии исследования биообъектов: изучение не одного или нескольких генов, а всех генов сразу (геномика), или всех белков (протеомика), метаболитов (метаболомика), транскриптов (транскриптомика).



Valery Y. Klyushnikov [Life-Technologies — the Future of Space Technology](#) // *Новая космическая эра*, 2018
DOI: [10.30981/2587-7992-2018-97-4-28-43](https://doi.org/10.30981/2587-7992-2018-97-4-28-43)

Автор анализирует, как бионические принципы (life-технологии) могут быть реализованы в контексте создания космической техники будущего. Эти принципы основаны на достижениях традиционных наук о жизни, а также новых наук, таких как неорганическая биохимия и синтетическая биология. В статье речь идет о бионике, космических технологиях, сверхадаптации, тенденциях развития инженерных систем, регенерации, реконфигурации.



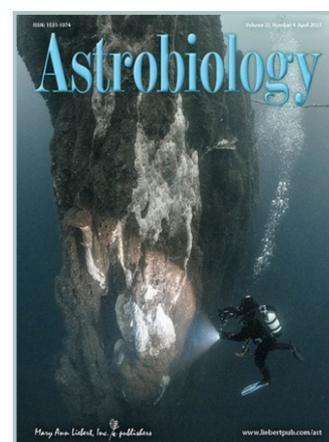


Life Sciences in Space Research

Журнал является одним из двух ведущих журналов COSPAR (Committee on Space Research) и публикует оригинальные исследовательские и обзорные статьи, посвященные изучению биологических эффектов космической среды. Принимаются к публикации статьи по широкому ряду направлений, включая астробиологию, влияние условий космического полета на организм, экологическое жизнеобеспечение и устойчивость и др.

Astrobiology

Высокоцитируемый рецензируемый журнал посвящен кругу вопросов, связанных с осмыслением процессов происхождения, эволюции и распространения жизни во Вселенной. Публикует исследования по целому ряду направлений, включая экогеномику, гравитационную биологию, экзобиологию, технологии исследования космоса и др.



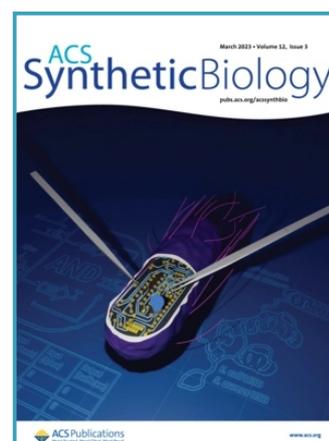
Synthetic Biology

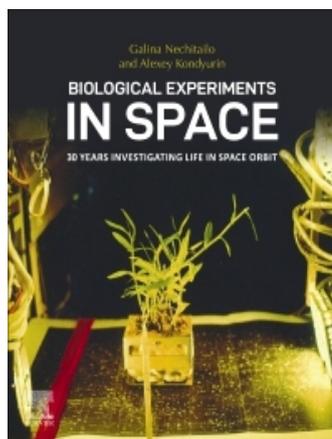
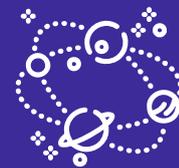
Новый журнал открытого доступа, который охватывает все аспекты синтетической биологии. Тематика включает в себя проектирование генетических схем, вычислительные методы, генетические системы и проектирование схем, вирусную инженерию, проектирование и конструирование клеток, сборочные платформы, синтез ДНК и др. Цель журнала — создать форум для оригинальных исследовательских работ, обзоров, комментариев, отчетов о практических проектах.



ACS Synthetic Biology

Журнал Американского химического общества (American Chemical Society), рассматривает применение синтетической биологии в различных областях. Основные направления исследований включают проектирование и синтез новых генетических схем и генных продуктов, вычислительный метод при проектировании систем и интегративные прикладные подходы к пониманию болезней и метаболизма.





[Biological Experiments in Space: 30 Years Investigating Life in Space Orbit](#)

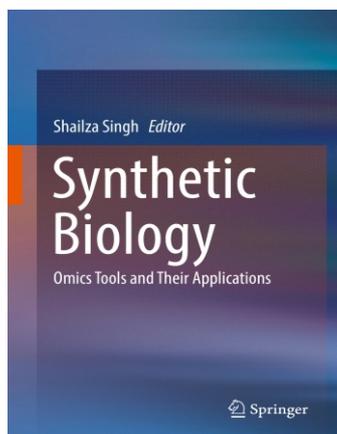
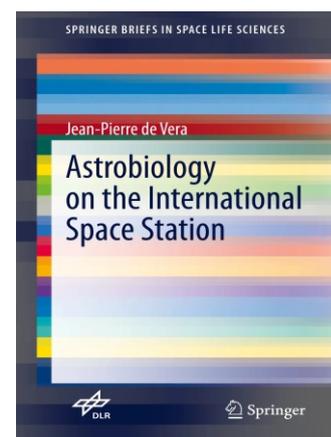
Galina Nechitailo & Alexey Kondyurin

В книгу включены результаты исследования влияния всего комплекса физических факторов, связанных с космическими полетами, на биологические системы, включая анализ воздействия микрогравитации на организмы, а также воздействия электрических и магнитных полей. Успех будущих космических исследований зависит от понимания воздействия внешних факторов на биологические организмы и разработки соответствующих контрмер, направленных на улучшение роста, развития и размножения в условиях микрогравитации.

[Astrobiology on the International Space Station](#)

Jean-Pierre de Vera

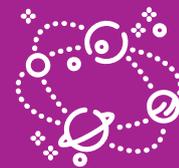
Как зарождается и эволюционирует жизнь? Есть ли жизнь за пределами Земли? И если да, то как мы можем ее обнаружить? Каково будущее жизни на Земле и во Вселенной? В книге дается представление об астробиологических экспериментах, которые проводятся на Международной космической станции, и обсуждаются их результаты. Издание предназначено для ученых различных областей исследований и для непрофессионалов, интересующихся космическими исследованиями и фундаментальными проблемами Вселенной и жизни.



[Synthetic Biology. Omics Tools and Their Applications](#)

Shailza Singh (Editor)

В книге обсуждаются новейшие способы применения синтетической и системной биологии в различных областях биологии. Используется интегрированный подход к прогнозированию поведения различных биологических взаимодействий; дается представление о методах обработки и использования массивных данных омики. Обсуждается, как принципы инженерии используются в биомедицинских науках для проектирования биологических цепей, создания генетических сетей и управления активностью генов.



1

International Conference on Synthetic and Systems Biology and Biotechnology

24 – 25 мая 2023 г.

Сайт: conferenceindex.org

2

Конгресс «CRISPS-2023»

11 – 13 сентября 2023 г.

Сайт: conf.icgbio.ru

3

Земля — орбита — дальний космос: XVIII конференция по космической биологии и авиакосмической медицине с международным участием

7 – 9 ноября 2023 г.

Сайт: spacemedicine2023.com

4

ICSGSB 2023: International Conference on Synthetic Genomics and Synthetic Biology

11 – 12 декабря 2023 г.

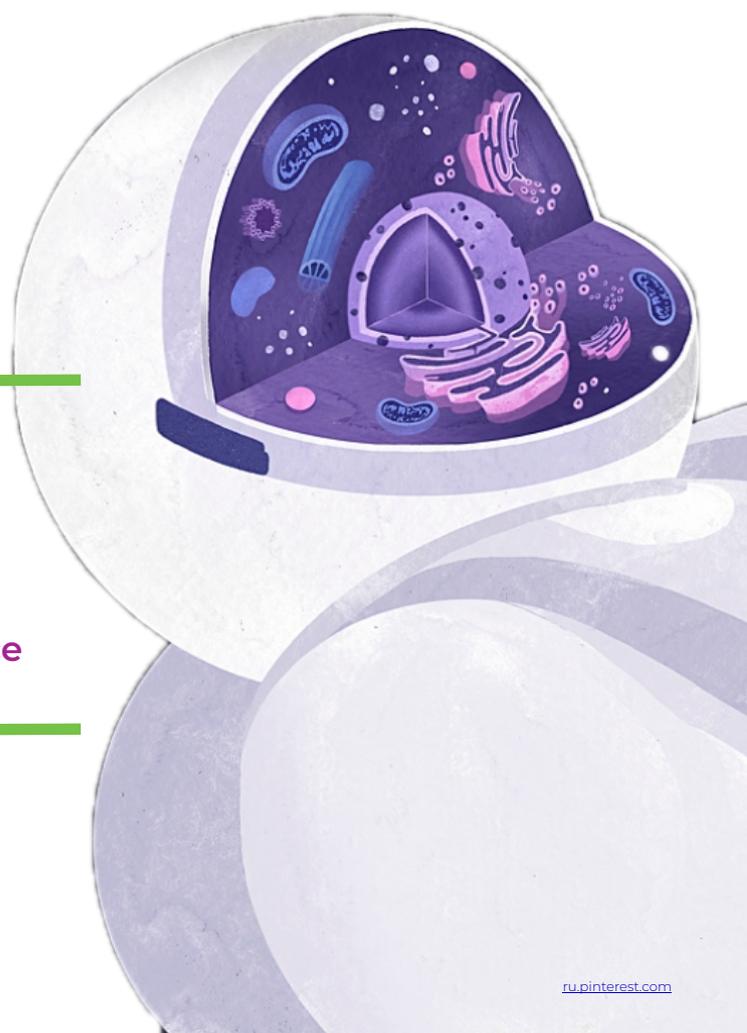
Сайт: waset.org

5

ICA 2024: International Conference on Astrobiology

24 – 25 мая 2024 г.

Сайт: waset.org





Grand challenges in space synthetic biology
 Amor A. Menezes¹, Michael G. Montague¹, John A. Cumber^{1,2}, John A. Hogan¹, Adam P. Arkin^{1,3}
 • Author information • Article notes • Copyright and license information • Disclaimer

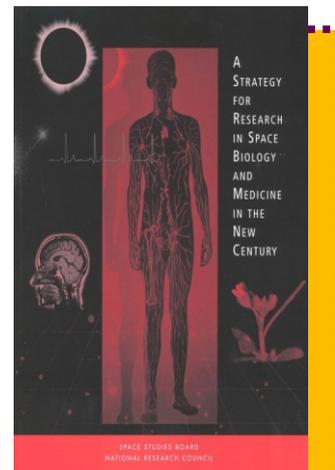
ABSTRACT Go to:

Space synthetic biology is a branch of biotechnology dedicated to engineering biological systems for space exploration, industry and science. There is significant public and private interest in designing robust and reliable organisms that can assist on long-duration astronaut missions. Recent work has also demonstrated that such synthetic biology is a feasible payload, minimization and life support approach as well. This article identifies the challenges and opportunities that lie ahead in the field of space synthetic biology, while highlighting relevant progress. It also outlines anticipated broader benefits from this field, because space engineering advances will drive technological innovations on Earth.

Keywords: resource utilization, manufacturing life support, space medicine, space cybernetics, terraforming

1. INTRODUCTION Go to:

The field of space synthetic biology, which lies at the intersection of aerospace engineering and bioengineering, holds great promise for long-duration space missions: for instance, synthetic biology approaches can transform both astronaut waste resources and in situ destination planet resources into practical products while consuming less mass (savings as much as 26–85% depending on the application) than conventional abiotic means [1]. Biological technologies can also lower power demand and launch volume, two other important space metrics, by directly harnessing solar energy and by growing only space activities using available destination nutrients; respectively. In addition to cost-effectiveness, these technologies provide an alternative means of realizing mission objectives that constitute redundant mechanisms over traditional abiotic approaches, thereby improving astronaut safety. Moreover, biological technologies are versatile and vast. Microbes that can be harnessed for space use come from all three biological domains, namely bacteria, archaea and eukaryotes. These organisms are feasible lightweight tools that not only represent exceptionally viable chassis for space application [2–5], but also represent an expansion into new biological kingdoms in contrast to current space technologies that, when incorporating biology, have only considered plants (e.g. for food).



Amor A. Menezes, Michael G. Montague, John Cumber, John A. Hogan, Adam P. Arkin
[Grand challenges in space synthetic biology](#)
 Journal of the Royal Society Interface, 2015.

Максим Алехин, Илья Клабуков, Сергей Мусяенко
[НаноБиотехнологии в перспективных космических экспериментах](#)
 Московский физико-технический институт (государственный университет), 2012, 30 с.

National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine
[A Strategy for Research in Space Biology and Medicine in the New Century](#)
 The National Academies Press, 1998, 276 p.

ОБЗОРЫ

Д.В. Воробьев, А.Е. Григорьев, Ю.Т. Казимир, О.Н. Лавин, О.В. Митяев*, Г.В. Шабалин*

Современный научный шаг РФ «Биосфера-21»
 «Биосфера-21»
 «Биосфера-21»

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В КОСМОСЕ

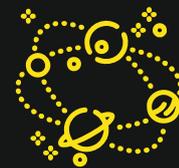
Важнейшими биологическими исследованиями являются биология человека в космосе. В последние десятилетия активно развивается биология человека в космосе и в условиях микрогравитации, что имеет большое значение для разработки космических технологий, в частности для разработки биологических систем жизнеобеспечения космонавтов. Современная биология человека в космосе включает в себя изучение влияния космической радиации, микрогравитации, изоляции, стресса и других факторов на организм человека. В настоящее время активно ведутся исследования в области биологии человека в космосе, в частности в области изучения влияния космической радиации, микрогравитации, изоляции, стресса и других факторов на организм человека. В настоящее время активно ведутся исследования в области биологии человека в космосе, в частности в области изучения влияния космической радиации, микрогравитации, изоляции, стресса и других факторов на организм человека.

Т. В. № 1 - С. 4-14



Дмитрий Воробьев, Анатолий Григорьев и др.
[Биологические технологии в космосе](#)
 Авиакосмическая и экологическая медицина, 1997, С. 4 – 14.

David Moore, Peter Bie, Heinz Oser (Eds.)
[Biological and Medical Research in Space: An Overview of Life Sciences Research in Microgravity](#)
 Springer, 1996, 569 p.



Погружение в проблему

Young-Mo Kim, Chris Petzold, Eduard Kerkhoven, Scott E. Baker (Eds.) [Multi-Omics Technologies for Optimizing Synthetic Biomanufacturing](#) // Research topic. Frontiers in Bioengineering and Biotechnology

Stefan Labbé [B.C. researcher unveils space yeast that could enable deep-space travel](#) // Times Colonist, 2023

Stefan Labbé [B.C. Researcher Unveils Space Yeast That Could Enable Deep-Space Travel](#) // Times Colonist, 2023

[To infinity and beyond: the role of synbio in space exploration](#) // SEVA, 2023

Оксана Полякова [Доктор биологических наук рассказала об открытиях мирового значения, сделанных на орбитальных станциях](#) // Подмосковье сегодня, 2022

[Первая международная конференция покосмическому образованию «Дорога в космос»](#) // Институт космических исследований РАН, 2021

Илья Хель [Важнейшая задача синтетических биологов: написать первый человеческий геном к 2026 году](#) // Hi-News.ru, 2016

Научные СМИ и тематические порталы

[Blue Marble Space Institute of Science](#)

[Current Synthetic and Systems Biology](#)

[Engineering Biology](#)

[Frontiers in Space Technologies](#)

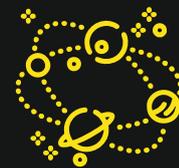
[Gravitational and Space Research](#)

[Nanobiotechnology Reports](#)

[OpenPlant Synthetic Biology Research Centre](#)

[SEVA](#)

[Авиакосмическая и экологическая медицина](#)



Актуальные научные публикации

Floyd E. Romesberg [Discovery, implications and initial use of semi-synthetic organisms with an expanded genetic alphabet/code](#) // Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 2023

Nigel G. J. Richards, Stephen L. Bearne, Yuki Goto, Emily J. Parker [Reactivity and mechanism in chemical and synthetic biology](#) // Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 2023

Luca Maltagliati [A Long-Awaited Return to the Moon](#) // Nature Astronomy, 2022

Elena Dzhos., Nadezda Golubkina, Marina Antoshkina, et al. [Effect of Spaceflight on Tomato Seed Quality and Biochemical Characteristics of Mature Plants](#) // Horticulturae, 2021

Rebekah Z. Kitto, Yadvender Dhillon, James Bevington, et al. [Synthetic biological circuit tested in spaceflight](#) // Life Sciences in Space Research, 2021

Sierra M. Brooks, Hal S. Alper [Applications, Challenges, and Needs for Employing Synthetic Biology beyond the Lab](#) // Nature Communications, 2021

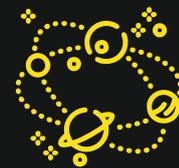
Young-Mo Kim, Chris Petzold, Eduard Kerkhoven, Scott E. Baker (Eds.) [Editorial: Multi-Omics Technologies for Optimizing Synthetic Biomanufacturing](#) // Frontiers in Bioengineering and Biotechnology, 2021

Fankang Meng and Tom Ellis [The Second Decade of Synthetic Biology: 2010 – 2020](#) // Nature Communications, 2020

Kianoosh Peyvan, et al. [Gene Expression Measurement Module \(GEMM\) for space application: Design and validation](#) // Life Sciences in Space Research, 2019

Junxia Yuan, Yu Chen, Huasheng Li, Jinying Lu, et al. [New insights into the cellular responses to iron nanoparticles in *Capsicum annuum*](#) // Scientific Reports, 2018





Международные научные журналы

[Biomedicines](#)

[Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences](#)

[Communications Engineering](#)

[Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences](#)

[Frontiers in Astronomy and Space Sciences](#)

[Frontiers in Bioengineering and Biotechnology](#)

КНИГИ И МОНОГРАФИИ

Katherine Paris [Genome Editing and Biological Weapons. Assessing the Risk of Misuse](#), 2023

Kumar Selvarajoo [Computational Biology and Machine Learning for Metabolic Engineering and Synthetic Biology](#), 2023

Suresh Basavaraj Arakera [Applications of Synthetic Biology in Health, Energy, and Environment](#), 2023

Galina Nechitailo, Alexey Kondyurin (Eds.) [Biological Experiments in Space](#), 2021

Young-Chul Lee, Ju-Young Moon [Introduction to Bionanotechnology](#), 2020

Angelo Basil, Francesco Dalena [Second and Third Generation of Feedstocks: The Evolution of Biofuels](#), 2019

Christine Nicole S. Santos, Parayil Kumaran Ajikumar [Microbial Metabolic Engineering: Methods and Protocols](#), 2019

Majid Hosseini [Advanced Bioprocessing for Alternative Fuels, Biobased Chemicals, and Bioproducts](#), 2019

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

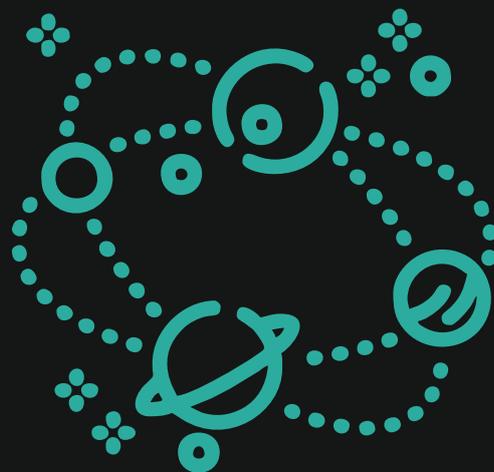
Цели проекта:

- 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
- 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 [Научной библиотеки ТГУ](#).

Главный редактор:

А. Б. Ворожцов

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: indexofnews.com

[Архив научных дайджестов НИ ТГУ](#)