

## Пилотируемые космические полеты в зеркале науки

Специально ко Дню космонавтики<sup>1</sup> Институт статистических исследований и экономики знаний (ИСИЭЗ) НИУ ВШЭ с помощью системы анализа больших данных iFORA сопоставил российскую и международную научную повестку в области пилотируемых космических полетов и выявил ведущие мировые центры компетенций по данной тематике.

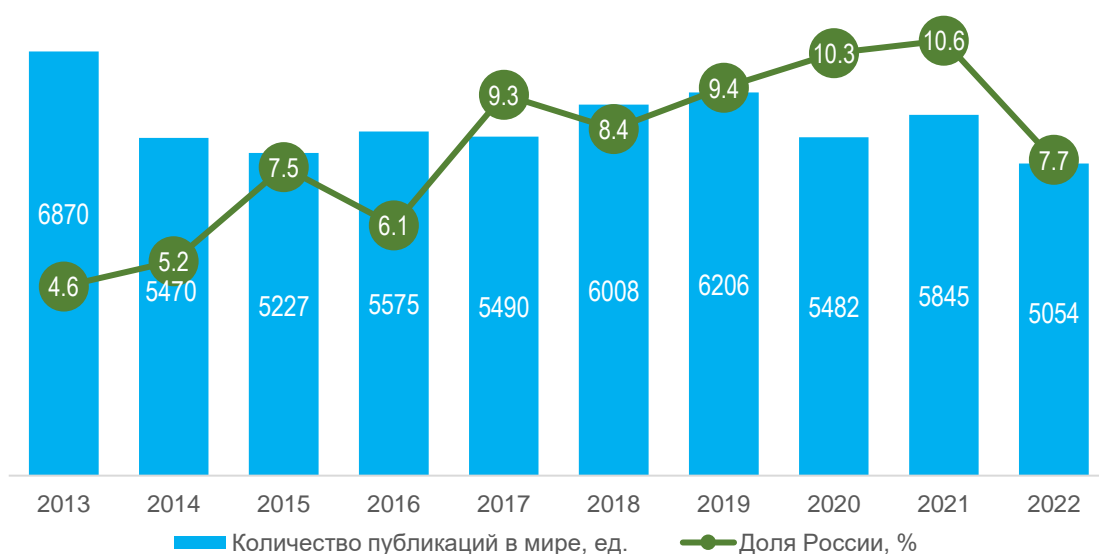
**Справочно:** Система интеллектуального анализа больших данных iFORA разработана ИСИЭЗ НИУ ВШЭ с применением передовых технологий искусственного интеллекта и включает более 750 млн документов (научные публикации, патенты, нормативная правовая база, рыночная аналитика, отраслевые медиа, материалы международных организаций, вакансии и другие виды источников). В 2020 г. iFORA отмечена в журнале *Nature* в качестве эффективного инструмента поддержки принятия решений в интересах бизнеса и органов власти. ОЭСР относит систему к успешным инициативам в области цифровизации науки. Эмпирической базой данного исследования послужили более 200 тыс. научных публикаций, вышедших с 1960-х гг., в том числе 57 тыс., опубликованных за последнее десятилетие (2013–2022 гг.).

Эпоха пилотируемой космонавтики, которую в апреле 1961 г. открыл Юрий Гагарин своим полетом на корабле «Восток», продолжается по сей день, принося новые знания и способствуя развитию инновационных технологий, в том числе земного применения.

Первые научные публикации по тематике пилотируемых космических полетов, обеспечившие возможность экспедиций на околоземной орбите, появились в 1950-х годах. К концу XX века массив работ, связанных с данной исследовательской повесткой, достиг 60.5 тыс. Еще более интенсивными темпами он пополнялся в XXI веке: с его начала по анализируемой теме вышло около 137 тыс. публикаций, что уже более чем вдвое превысило уровень предыдущего периода.

В этот массив исследователи из России вносят заметный вклад, который особенно повысился за последнее десятилетие: если в 2013 г. доля публикаций, подготовленных отечественными авторами, составляла 4.6%, то в 2020–2022 гг. она приближается уже к 10% (рис. 1).

**Рис. 1.** Динамика публикационной активности по теме пилотируемой космонавтики в мире и доля авторов из России: 2013–2022



Наибольшая доля научных публикаций, вышедших в мире за последнее десятилетие по теме пилотируемых космических полетов, относится к предметной области технических наук (около 64.3%), опережая науки о Земле, а также физику и астрономию (40.3 и 35.9% соответственно).

<sup>1</sup> С 2011 года по инициативе ООН 12 апреля также ежегодно отмечается Международный день полета человека в космос.

В России дисциплинарная структура публикаций отличается от мировой: больше всего публикаций относятся к физике и астрономии (49%), за которыми следуют технические науки (48.6%) и науки о Земле (38%).

В настоящее время лишь три страны – Россия, США и Китай – способны осуществлять пилотируемые космические полеты. Другие экономически развитые государства активно изучают фундаментальные и практические вопросы, связанные с различными аспектами подготовки и осуществления пилотируемых космических полетов. Эти усилия находят отражение в структуре мировых публикаций по странам, среди которых лидируют США, Китай, Германия и Россия (табл. 1).

**Табл. 1. Топ-10 стран по числу научных публикаций по теме пилотируемой космонавтики: 2013–2022**

№	Страна	Доля в общем объеме публикаций по теме, %
1	США	36.3
2	Китай	24.6
3	Германия	8.3
4	Россия	7.9
5	Великобритания	6.5
6	Италия	6.3
7	Франция	6.1
8	Япония	4.8
9	Нидерланды	3.4
10	Канада	3.4

Среди профильных организаций в первой десятке – представители США, Китая, Франции, Германии (табл. 2).

**Табл. 2. Топ-10 организаций в мире по числу научных публикаций по теме пилотируемой космонавтики: 2013–2022**

№	Организация <sup>2</sup>	Страна	Число публикаций, ед.
1	Jet Propulsion Laboratory	США	2533
2	California Institute of Technology	США	2351
3	NASA Goddard Space Flight Center	США	2225
4	Chinese Academy of Sciences	Китай	1797
5	Harbin Institute of Technology	Китай	1748
6	University of Colorado Boulder	США	1567
7	Beihang University	Китай	1561
8	Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)	Франция	1467
9	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)	Германия	1323
10	National Aeronautics and Space Administration	США	1267
...	...	...	...
14	Российская академия наук	Россия	973

<sup>2</sup> Профиль организации создается автоматически при ее первом упоминании как аффилиации авторов статей в индексируемых научных журналах. При указании авторами разных вариаций названия организации, а также в случаях принадлежности нескольких организаций к одной материнской структуре, алгоритмы могут объединять их в один профиль. В частности, в подобных случаях ряд публикаций авторов из академических институтов могут быть отнесены к соответствующей национальной академии наук в целом.

Космические исследования, в силу их технологической и экономической сложности, являются сферой активного международного сотрудничества. В структуре научных публикаций на тему пилотируемых космических полетов, подготовленных российскими авторами, 24% выполнены в формате международной коллаборации. Наиболее активное сотрудничество было выстроено с исследователями из США, Германии и Франции (табл. 3).

**Табл. 3.** Топ-10 иностранных организаций по количеству научных публикаций по теме пилотируемой космонавтики, подготовленных совместно с российскими авторами: 2013–2022

№	Организация	Страна	Число публикаций, ед.
1	University of California, Los Angeles	США	119
2	Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)	Франция	93
3	NASA Goddard Space Flight Center	США	84
4	University of California, Berkeley (UC Berkeley)	США	83
5	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)	Германия	76
6	Space Sciences Laboratory at UC Berkeley	США	76
7	Institute of Geophysics and Planetary Physics	США	61
8	Institut für Weltraumforschung	Австрия	47
9	Istituto Nazionale Di Astrofisica	Италия	45
10	European Space Research and Technology Centre (ESTEC)	Нидерланды	45

Ключевые направления научных исследований, которые проводятся по анализируемой тематике в России и в мире, схожи (рис. 2).

**Рис. 2.** Кластеры ключевых слов с учетом динамики их встречаемости в научных публикациях по теме пилотируемой космонавтики: 2013–2022



Размер шрифта отражает частоту встречаемости ключевых слов (чем крупнее шрифт, тем больше публикаций посвящено этой теме), цвет означает их динамику (тематику, число публикаций по которым *растет* / *падает*).

Если в первые годы космической эры значительная часть публикаций была посвящена системам управления, работавшим на механических и электронных принципах, то в 1970-х годах появились более совершенные технологии на базе компьютерной техники.

В середине 1980-х годов стало возможным управление космическими кораблями с Земли, использование маховиковых систем, методов доводки квантовых систем до идеальной стабилизации, механизмов дистанционного управления навигацией и моделирования орбит.

В массиве научных публикаций, выпущенных за последнее десятилетие, выделяется тематическое направление, связанное с созданием автоматизированных систем управления для поддержки различных космических миссий (в том числе выполняемых без участия человека). Современная наука об управляемых полетах в космос предполагает использование нейросетей и автоматических гидравлических систем, которые обеспечивают высокую точность позиционирования, более сложную траекторию движения космических кораблей, а также быструю и надежную доставку грузов на орбиту Земли и обратно.

Целый кластер исследований посвящен различным аспектам подготовки масштабных космических миссий, предполагающих длительное пребывание человека в условиях повышенной радиации и отсутствия гравитации. В частности, он включает создание более экономически эффективных и устойчивых космических кораблей, оптимизацию оборудования, систем жизнеобеспечения и безопасности экипажа. В тренировках будущих пилотов важную роль играют технологии виртуальной и дополненной реальности, помогающие оттачивать функции управления космическим кораблем, проведение научных экспериментов и др. Наконец, данные, получаемые при изучении влияния факторов космической среды на объекты живой природы, позволяют разрабатывать новые методы лечения.

**Источники:**

Расчеты на основе системы интеллектуального анализа больших данных iFORA (правообладатель – ИСИЭЗ НИУ ВШЭ); результаты проекта «Выявление фронтов науки, отражающих наиболее значимые тематики глобальной научно-технологической повестки» государственного задания НИУ ВШЭ.

■ Материал подготовил **С. А. Ревякин**

---

*Данный материал НИУ ВШЭ может быть воспроизведен (скопирован) или распространен в полном объеме только при получении предварительного согласия со стороны НИУ ВШЭ (обращаться [issek@hse.ru](mailto:issek@hse.ru)). Допускается использование частей (фрагментов) материала при указании источника и активной ссылки на интернет-сайт ИСИЭЗ НИУ ВШЭ ([issek.hse.ru](http://issek.hse.ru)), а также на автора материала. Использование материала за пределами допустимых способов и/или указанных условий приведет к нарушению авторских прав.*

---

© НИУ ВШЭ, 2023