

Китайские технологические прорывы в космосе и телекоммуникационных технологиях

Борисова Е. А.

China's Technological Breakthroughs in Space and Telecommunications

Borisova E. A.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: *Борисова Е. А.* Китайские технологические прорывы в космосе и телекоммуникационных технологиях // Digital Orientalia (Цифровое востоковедение), 2026, Т. 6, № 1, Ст. 626002, С. 1–18, DOI [10.31696/DO.27824012-626002](https://doi.org/10.31696/DO.27824012-626002)

CITE THIS PAPER: *Borisova E. A.* China's Technological Breakthroughs in Space and Telecommunications // Digital Orientalia, 2026, Vol. 6, No. 1, Art. id. 626002, P. 1–18, DOI [10.31696/DO.27824012-626002](https://doi.org/10.31696/DO.27824012-626002)

Аннотация: Статья посвящена анализу технологического прорыва Китая в двух ключевых областях — космических исследованиях и телекоммуникациях. Автор утверждает, что Китай, пройдя этап адаптации зарубежных разработок, перешел к созданию собственных инноваций, позволяющих ему конкурировать на равных и вырваться в лидеры на отдельных направлениях. В качестве центральных примеров рассматриваются три технологических прорыва: космическая навигация по рентгеновским пульсарам; лазерная локация Луны и успешное развитие телекоммуникационных технологий, где Китай не только массово внедрил

Борисова Екатерина Андреевна — кандидат исторических наук, [Институт востоковедения Российской академии наук](#) (107031, Москва, Рождественка, 12); *Borisova Ekaterina Andreevna* — Candidate of Sciences (History), [Institute of Oriental Studies of Russian Academy of Sciences](#) (Rozhdestvenka Str., 12, Moscow, 107031); [✉ bekaterina@mail.ru](mailto:bekaterina@mail.ru)

Статья получена 6 февраля 2026 г., отредактирована 23 февраля 2026 г., принята 23 февраля 2026 г.

Received 2026, February 6, revised 2026, February 23, accepted 2026, February 23

5G, но и первым в мире развернул экспериментальную сеть 6G. Анализируются ключевые характеристики и компоненты этой сети, включая интеграцию наземной и спутниковой инфраструктуры (проекты «Гоуван», «Цяньфань»), использование терагерцовых частот и лазерной связи. В заключении перечисляются основные причины китайских успехов в сфере технологий, тесно связанные с проводимой государственной политикой. Координация усилий государства, научных институтов и промышленных корпораций, включая частные компании, создала уникальную экосистему для ускоренной разработки и внедрения прорывных решений, что ставит Китай в авангард глобальной технологической конкуренции.

Ключевые слова: 6G, Гоуван, Цяньфань, Цилинь-1, лазерная локация Луны, навигация по пульсарам

Abstract: The article analyzes China's technological breakthrough in two key areas: space exploration and telecommunications. The author argues that China, having passed the stage of adapting foreign developments, has transitioned to creating its own innovations, allowing it to compete on equal terms and become a leader in specific fields. Three major technological breakthroughs are examined as central examples: space navigation using X-ray pulsars; laser lunar ranging; and the successful development of telecommunications technologies, where China has not only widely deployed 5G but also launched the world's first experimental 6G network. The analysis covers the key characteristics and components of this network, including the integration of terrestrial and satellite infrastructure (the "Guowang" and "Qianfan" projects), the use of terahertz frequencies, and laser communication. The conclusion outlines the main reasons for China's technological successes, which are closely tied to its state policy. The coordination of efforts between the state, research institutes, and industrial corporations, including private companies, has created a unique ecosystem for the accelerated development and implementation of breakthrough solutions, positioning China at the forefront of global technological competition.

Keywords: 6G, Guowang, Qianfan, Jilin-1, laser lunar ranging, X-ray pulsar navigation

Претензия Китая на лидерство в новых направлениях космических исследований. Навигация по пульсарам

В последние десятилетия Китай активно прорывается в мировые технологические лидеры. Опыт китайского прорыва представляет из себя интересный феномен (¹²Борисова, 2021; ¹³Борисова, 2021; ¹⁵Борисова, 2022). Многие достижения КНР базируются на западных, российских и японских технологиях, которые были переданы как добровольно, так и добыты китайскими корпорациями за счет переманивания кадров и технологического шпионажа (¹⁴Борисова, 2021). Однако на сегодняшний день уже появилось несколько совершенно новых направлений, в которых Китай не догоняет (как, например, в создании литографических машин и авиационных двигателей) или соперничает на равных (производство солнечных панелей и электрокаров), а вырывается вперед.

Больше всего возможностей для научного прорыва, как менее изученного пространства, нам предоставляет космос. Китай чрезвычайно активен в космических исследованиях, и одно из перспективных направлений, в которых работают китайские ученые – навигация по пульсарам. Эти исследования находятся на стадии активных опытных разработок. Фактически, пульсары являются природными «маяками» Вселенной, которые позволяют создать абсолютную систему навигации космических аппаратов. На протяжении веков навигация основывалась на наблюдении за звездами и другими астрономическими объектами. Сегодня навигация на поверхности Земли осуществляется глобальными навигационными спутниковыми системами (ГЛОНАСС, GPS, BeiDou, Galileo), однако навигация по звездам по-прежнему остается резервным методом в мореплавании и космосе. Более того, сами эти системы опираются на инерциальную систему координат, которая определяется по далеким квазарам. В околоземном пространстве спутниковые системы эффективны, но их возможности резко падают по мере удаления от Земли. В дальнем космо-

се для навигации используют измерения с наземных станций дальней космической связи (ДКС), определяя расстояние и скорость аппарата, а также звездные датчики, установленные на борту космического аппарата. Однако их точность снижается из-за ослабления сигнала, нестабильности бортовых часов и погрешностей, накапливающихся со временем (²⁰Родин и др., 2020).

Поэтому для будущих миссий за пределами орбиты Земли необходимы новые, автономные методы навигации. Один из перспективных способов — использование в качестве «космических маяков» пульсаров — нейтронных звезд, открытых более 50 лет назад. Их уникальность заключается в чрезвычайно стабильном импульсном излучении, что позволяет, измеряя время прихода этих импульсов, определять координаты космического аппарата в любой точке Солнечной системы и за ее пределами. Всего известно свыше 2000 пульсаров, в том числе около 160 рентгеновских с хорошей периодичностью и стабильностью излучения. Рентгеновские пульсары обладают сверхкороткими периодами вращения — порядка нескольких миллисекунд. Их излучение, как правило, генерируется аккрецией вещества с близкой звезды-спутника. Каждый такой источник имеет индивидуальный профиль сигнала и уникальную скорость изменения периода (производную периода). Для определения координат в космическом пространстве достаточно сигналов от трех пульсаров, чье движение относительно Солнца точно известно. Точность определения фаз приходящих сигналов улучшается с ростом частоты принимаемого сигнала (¹⁹Лисов, 2017).

Теоретическими исследованиями по этой теме занимаются американские, европейские, японские, российские и китайские ученые: ¹⁶Иванова, Лысенко, 2016; ⁸Rodin и др., 2006; ⁹Sazhin и др., 2018; ⁴Emadzadeh, Speyer, 2011; ²Becker, 2009.

Но в практических разработках наиболее преуспели китайцы и американцы, причем КНР обогнала США с запуском специализированного спутника. 10 ноября 2016 г. Китайская академия наук запустила экспериментальный спутник для навигации по пульсарам под названием XPNV-1. В его задачи входило определение частоты и интенсивности импульсов нескольких близлежащих пульсаров, чтобы создать навига-

ционную базу данных, которая может быть использована в будущих оперативных миссиях, подтверждение работы рентгеновских детекторов в условиях орбитального полета, измерение характеристик приборов и изучение фонового сигнала (шума). Первоначальной заявленной целью проекта также являлась проверка осуществимости нового принципа автономной навигации в пределах Солнечной системы и в ее окрестностях.

Американцы провели свой эксперимент на полгода позже китайцев. Проект NASA – SEXTANT (Station Explorer for X-ray Timing and Navigation Technology) – был реализован как технологическое дополнение к астрофизическому эксперименту NICER, проведенному на МКС 3 июня 2017 г. Эксперимент предусматривал регистрацию рентгеновских импульсов от пульсаров с помощью инструмента XTI, использующего высокоточную временную привязку от системы GPS. В феврале 2018 г. команда SEXTANT сообщила об успешной демонстрации навигации по пульсарам, гарантировав определение орбиты МКС с ошибкой не более 10 километров. Фактическая точность, достигнутая в ходе одного из тестов за двухдневное наблюдение, составила около 7 километров.

В то же время китайский проект XPNAV-1 изначально декларировал в качестве долгосрочной цели достижение точности на уровне 10 метров. Однако незадолго до старта миссии эти амбициозные заявления столкнулись с критикой внутри самого китайского научного сообщества. Так, 20 октября 2016 г. исследователь из Института физики высоких энергий Китайской академии наук Чжан Шуаннань заявил, что пульсарная навигация остается теоретической концепцией, а ожидаемая на текущем этапе точность составляет от единиц до десятков километров. По его мнению, запуск сравнительно простого аппарата для решения таких задач мог рассматриваться как шаг назад по сравнению с мировыми исследованиями.

В тот же день сотрудник Шанхайской обсерватории Китайской АН Чжао Мин отметил, что расчётный путь к заявленной 10-метровой точности не был продемонстрирован, и реальной целью полета, скорее, является отработка методики регистрации сигналов с точной временной привязкой. Он указал на ряд нерешенных фундаментальных проблем для дальней космической навигации: устранение фазовой неоднозначности сигнала, влияние нестабильности бортовых часов, учет релятивистских

эффектов, а также необходимость испытаний вдали от гравитационного влияния Земли. В ответ на критику научный руководитель проекта XPNAV-1 Шуай Пин 2 ноября 2016 г. подтвердил, что результаты численного моделирования указывают на принципиальную возможность достижения высокой точности при выполнении ряда условий, а летный эксперимент необходим как первый практический шаг к этой цели. В результате состоявшейся дискуссии, навигация по пульсарам была удалена из заявленных задач миссии и основной ее целью стало подтверждение возможности наблюдения рентгеновских пульсаров и проверки оборудования (¹⁹ Лисов, 2017).

В итоге, запущенному китайскому спутнику удалось за 85 дней проведения навигационного эксперимента, ориентируясь только на один пульсар, расположенный в туманности Краба, определить свое местоположение со средней ошибкой навигации 38,4 км в контрольных точках (⁵ Huang и др., 2019). Это явно худший результат по сравнению с американским опытом. Критики проекта оказались правы. Впрочем, другие заявленные цели были достигнуты (¹⁰ Zhang и др., 2017) – оборудование прошло проверку, результаты, необходимые для дальнейшей отработки были получены. Чтобы осуществлять более точную навигацию, необходимо одновременное измерение параметров 3–5 пульсаров, и именно эта задача ставится для следующих китайских миссий.

В развитии этой технологии Китай на равных, хотя и с переменным успехом, соперничает с американцами. Другие страны находятся на более ранних стадиях исследований.

Для понимания, насколько эта технология является прорывной, стоит отметить, что, например, Россия эту технологию пока изучает в теории. Для собственных исследований пульсаров она использовала российский телескоп ART-XC на борту орбитальной обсерватории «Спектр-РГ», которая была запущена в июле 2019 г. с космодрома Байконур. Специалисты Научно-производственного объединения им. С. А. Лавочкина (входит в Госкорпорацию «Роскосмос») совместно с учеными Института космических исследований и Баллистического центра Института прикладной математики им. М. В. Келдыша провели серию наблюдений нескольких быстровращающихся рентгеновских пульсаров (периоды вращения 16–

150 миллисекунд) и смогли определить время приходящих из космоса сигналов «с высочайшей точностью», что позволило «провести юстировку бортовых часов относительно мирового времени с миллисекундной точностью» (¹[ART-XC исследует возможности космической навигации по пульсарам](#)). Однако о реальных экспериментах в сфере космической навигации по пульсарам речи не идет: российская космонавтика, испытывающая серьезные финансовые и кадровые трудности, пока ориентирована на более «приземленные» задачи. Все, что удастся сейчас России, было заложено еще в 60–80-е гг. XX в., хотя достижения той эпохи до сих пор остаются актуальными, эволюционируют и перерабатываются под современные требования.

Некоторые успехи советской космонавтики и астрономии китайским инженерам получается повторить только на нынешнем витке технологического развития.

Адаптация Китаем зарубежного опыта с выходом на новый технологический уровень. Лазерная локация Луны

Китайские ученые хорошо продвинулись в навигации по пульсарам, но параллельно прикладывают усилия, чтобы сначала догнать, а затем и перегнать США и Россию (СССР) в других высокотехнологических исследованиях. Их целеустремленность и настойчивость приводит к достижению выдающихся результатов. И тут стоит упомянуть успешный эксперимент по лазерной локации Луны (ЛЛЛ), который осуществили китайские ученые в январе 2018 г. (⁶[Li и др., 2019](#)). ЛЛЛ является самым точным методом измерения расстояния до Луны и насчитывает почти столетнюю историю – первые теоретические предпосылки для этого были заложены советскими радиоастрономами еще в 20-е гг. прошлого столетия. Принцип ЛЛЛ заключается в точном измерении времени между излученным наземной станцией лазерным импульсом и отраженным от поверхности Луны сигналом. Активные эксперименты по лазерной локации Луны велись с начала 1960-х гг. в США и СССР (¹⁸[Кокурин, 2003](#)). Первые результаты были получены в 1962 г. американскими и в 1963 г. советскими инженерами, в то время точность измерений составляла около 200 м. Доставленные на Луну американскими и советскими миссиями уголкового отражатели

существенно повысили точность локации – в 1969 г. она составляла ~ 3 м, а в 1972 г. уже ~ 15 см.

Лазерная локация Луны и спутников обеспечивает стабильную систему координат на Земле и в околоземном пространстве, проверку и уточнение фундаментальных физических констант, определение эфемерид Луны и, как следствие, космических аппаратов, а также решает целый ряд задач геодезии и астрономии, которые невозможно решить другими методами.

Юньнаньская обсерватория, обладающая крупнейшим в Китае 1,2-метровым телескопом для лазерной дальнометрии, с конца 1980-х гг. тоже вела исследования в области ЛЛЛ. Они активизировались после появления нового всплеска интереса к Луне. Для технической отработки лазерной дальнометрии китайского ретрансляционного спутника миссии «Чанъэ-4» потребовалось провести соответствующие эксперименты. После преодоления ряда технических трудностей удалось успешно зарегистрировать эхо-сигнал от уголкового отражателя американской миссии «Аполлон-15», что ознаменовало успешное проведение ЛЛЛ в Китае. Результаты повторных экспериментов показали, что система обладает способностью детектировать сверхслабые лазерные сигналы, а ее точность измерений достигает метрового уровня. Достигнутый успех позволил через год (3 января 2019 г.) благополучно прилунить китайскую автоматическую межпланетную станцию «Чанъэ-4». Станция впервые в истории человечества совершила мягкую посадку на обратной стороне Луны. Накопление объема статистических данных со временем позволит достичь миллиметровой точности в лоцировании Луны.

Описанный эксперимент подтверждает, что Китай, базируясь на более ранних чужих технологиях, отлично их усовершенствует и выводит на новый уровень, что позволяет ему совершать дальнейшие прорывы. Так, только китайцам удалось посадить свой модуль на обратной стороне спутника нашей планеты, забрать оттуда лунный грунт и доставить его на Землю. Можно с уверенностью утверждать, что полученный задел ускорит дальнейший технологический рост этой страны и приведет к очередным успехам в неизведанных ранее сферах. Упомянутый ранее опыт с навигацией по пульсарам частично это доказал, но есть и другие, более яркие,

примеры китайских достижений в совершенно новых направлениях исследований.

Неоспоримое лидерство Китая: технологии 6G

Навигация по пульсарам и лазерная локация Луны – направления исследований, которые позволяют совершенствовать системы спутниковой связи и навигации. В Китае эта область исследований относится к числу приоритетных и хорошо финансируется государством. Еще одним приоритетным направлением является телекоммуникационный сектор, что также отражается в реальных технологических прорывах. Так, Китай успешно освоил технологии 5G, несмотря на жесткое противодействие со стороны США (¹⁴ Борисова, 2021). Прохождение этого уровня позволило китайским ученым перейти к развитию и технологий 6G, которые к тому же оказались тесно связаны и с совершенствованием спутниковых систем. В июле 2025 г. оператор China Mobile запустил первую в мире экспериментальную сеть 6G, состоящую из десяти базовых станций и экспериментального спутника на низкой околоземной орбите. Скорость передачи данных составила 280 Гбит/с, что достаточно, чтобы скачать 50 Гб за 1,4 секунды. Практическая реализация стала результатом сложной инженерной работы, объединившей новые подходы к использованию схем модуляции и диапазону частот. 6G будет представлять собой сложную гетерогенную сеть, которая интеллектуально комбинирует частоты разных диапазонов: низкие — для широкого покрытия, высокие (терагерцовый диапазон) — для локальных сценариев, где нужна очень высокая скорость и минимальные задержки передачи данных, как, например, в дистанционной хирургии с тактильным Интернетом. Проводимые китайскими инженерами эксперименты доказывают перспективность дальнейшей работы в данном направлении. При этом сети 6G рассматриваются не как эволюционное улучшение сетей 5G, а как революционная система, которая станет основой для полностью цифрового общества, стирая границы между физическим и цифровым мирами через интеллектуальную (ИИ как неотъемлемая часть архитектуры сети), глубокую (взаимодействие с объектами глубоко внутри физических тел и, потенциально, мозга),

голографическую (повсеместная передача голограмм и высокоточного AR/VR¹) и вездесущую/всепроникающую (покрывающую космос, воздух, землю и море) связь (5 Huang и др., 2019). Программный документ, в котором китайские ученые одной из крупнейших технологических корпораций страны – ZTE обозначали эти ключевые моменты новой технологии, был написан в 2019 г. Уже через 5 лет после визионерской теории китайских специалистов появилась первая экспериментальная сеть 6G.

В ней, в частности, используется принцип объединения связи и зондирования (ISAC²): то есть сеть не только передает данные, но и «чувствует» окружающую среду, определяя движение объектов и расстояние до них. Это особенно важно для умных городов, беспилотных автомобилей и роботизированных систем. При этом вычисления частично выполняются прямо на устройствах (на месте), а не в центре обработки данных (21 @BiktorSergeev, 2020).

Управлять системой и распределением нагрузки помогает искусственный интеллект: он заранее выделяет больше ресурсов там, где ожидается высокий трафик, выключает их там, где спрос отсутствует, и гибко настраивает параметры связи под текущие условия.

В сети 6G уже используется целый спектр совершенно новых научных разработок, над которыми параллельно работают ведущие мировые корпорации, однако китайские технологические гиганты нередко их опережают; и это очень хороший показатель развития китайских технологий. Так, China Mobile раньше всех интегрировала в свою сеть технологию Full-Duplex Radio, позволяющую принимать и передавать данные на одной частоте, удваивая эффективность спектра. Южнокорейская LG ранее показывала лабораторный прототип этой технологии, но до полноценного внедрения они ее не успели довести. China Mobile также обогнала Samsung и Nokia с технологией OAM (орбитальный угловой момент). Эта система позволяет передавать несколько потоков данных одновременно на одной и той же частоте, используя разное «вращение» электромагнитных волн.

¹AR — Augmented Reality, дополненная реальность; VR — Virtual Reality, виртуальная реальность

²Integrated Sensing and Communication

Дальнейшее развитие сетей 6G потребует и активного внедрения новых материалов (например, графена), и новых антенн для терагерцовых частот, и нового оборудования для передачи голографических изображений, и новых созвездий низкоорбитальных спутников. Уже запущенный китайский экспериментальный спутник 6G находится на орбите высотой 500 км (Ma, 2024). Его основная задача – отработка терагерцовой связи и интеллектуального управления сетями. Для дальнейшего развертывания 6G планируется использование спутников различных типов. К проекту развития 6G в Китае подключаются находящиеся в процессе развертывания спутниковые группировки, обеспечивающие широкополосное покрытие с низкой задержкой сигнала: «Цяньфан» (Qianfan, или «Тысяча парусов», также называемое G60 Starlink), управляемой частной компанией при поддержке муниципального правительства Шанхая, и «Гоуван» (Guowang), курируемой компанией China SatNet, созданной китайским правительством в 2021 г.

Проект «Цяньфан» был создан в 2024 г. частной компанией Shanghai Spacecom Satellite Technology (SSST) при поддержке правительства Шанхая и Китайской академии наук, как альтернатива спутниковой группировке Starlink Илона Маска. Правительство Шанхая выделило 6,7 млрд китайских юаней (\$943 млн) на реализацию проекта.

Национальный проект «Гоуван» задуман как ядро национальной спутниковой инфраструктуры, в задачи которого входит обеспечение связи для критически важных объектов (транспорт, энергетика, национальная безопасность) и конкуренция с международными проектами (такими как Starlink).

Сеть, объединяющая наземную инфраструктуру со спутниками, дронами и высотными платформами, позволит покрыть связью огромные пространства, включая удаленные районы, океаны и воздушное пространство.

Высокая скорость передачи данных, соответствующая требованиям около 4,32 Тбит/с, позволит в реальном времени создавать и передавать трехмерное голографическое изображение человека, создавая полное ощущение его присутствия в другом месте. Пока такой уровень не достигнут, но его достижение стоит в планах развития технологий 6G.

В развитии телекоммуникационного проекта задействованы и часть спутников дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) группировки «Цилинь-1» (Jilin-1) от частной компании «Чангуан» (Chang Guang Satellite Technology). Эти спутники используются не только для получения изображений, но и для тестирования новых технологий, таких как лазерная связь и интеллектуальная обработка изображений на борту. Лазерная связь использует световые волны вместо традиционных радиоволн, что позволяет передавать данные на гораздо более высоких скоростях. Китайской компании во время эксперимента в 2025 г. по передаче информации со спутника на Землю с помощью лазерной связи удалось добиться скорости в 100 Гбит/с. Это в 10 раз быстрее предыдущего рекорда и в 1000 раз превышает среднюю скорость загрузки 5G в Великобритании, где она составляет около 100 мегабит в секунду ([17 Китай обгоняет Starlink...](#)).

У китайской технологии есть несколько конкурентов. В 2022 г. Массачусетский технологический институт (MIT) достиг скорости передачи данных в 100 Гбит/с, а в 2023 г. система NASA TBIRD, пользующаяся достижениями MIT, установила новый рекорд — 200 Гбит/с. Компания SpaceX также использует лазерную технологию для поддержания связи между спутниками Starlink, однако для связи с Землей она не отработана. Преимущество Китая заключается в том, что он уже начал массовое внедрение своей технологии, в отличие от всех прочих. «Starlink Маска уже использует лазерную связь между спутниками, но пока не реализовала технологию связи «спутник-земля». Мы считаем, что у них есть потенциал, но мы уже начали массовое внедрение этой технологии», — заявил по этому поводу Ван Ханхан, руководитель лазерной коммуникационной наземной станции Chang Guang Satellite ([3 China Surpasses..., 2025](#)).

Chang Guang планирует до 2027 г. увеличить группировку спутников до 300 единиц, каждый из которых будет оснащен соответствующими лазерными модулями. Это станет дополнительным инструментом для развертывания сетей 6G, улучшит системы глобального позиционирования и увеличит точность удаленного зондирования. Точная и быстрая связь между спутниками и Землей будет полезна и для автономных транспортных средств, авиации и морских перевозок.

Китай создаёт многоуровневую экосистему спутников, где каждый тип решает конкретные задачи в рамках 6G. Помимо «Гоувана», «Цзяньфана» и «Цзилинь-1», критически важны экспериментальные спутники (терагерцовые, квантовые) и уже развернутая навигационная система BeiDou. Это позволяет реализовать ключевой принцип 6G — универсальное покрытие с беспрецедентной скоростью, безопасностью и низкой задержкой.

Причины китайских успехов

Все рассмотренные примеры китайских космических и телекоммуникационных технологий показывают, что стране удалось совершить существенный рывок в развитии инноваций. Перестав быть простым подражателем, Китай вырывается на наших глазах в неоспоримые технологические лидеры.

Почему это произошло? Основная причина в том, что в стране проводится целенаправленная государственная политика. Пекин рассматривает развитие технологий как национальный стратегический приоритет, при этом наиболее перспективные исследования оказываются под наиболее пристальным вниманием властей. Государство направляет ресурсы, координирует усилия промышленности и научного сообщества. Например, министерство промышленности и информатизации (MIIT³) делает ставку на сети 5G и 6G. Эту работу они координируют с Китайским национальным космическим управлением (CNSA⁴).

При этом научные институты работают в тесной связке с промышленными предприятиями, согласовывая направления исследований и практической реализации. Более того, многие технологические компании вырастают из научных лабораторий и выполняют задачи, которые ставят перед ними ученые, как, например, компания «Чангуан», запустившая спутники «Цзилинь-1». Компания является подразделением Чанчуньско-

³Ministry of Industry and Information Technology – Министерство промышленности и информационных технологий

⁴China National Space Administration – Китайское национальное космическое управление

го института оптики, точной механики и физики. К этому проекту присоединился также Харбинский политехнический университет.

В стимулировании инноваций учитывается и фактор того, что традиционно технологический лидер устанавливает мировые (т.е. свои собственные) стандарты для отстающих. Поэтому скорость внедрения чрезвычайно важна. К примеру, Китай уже выделил значительную часть диапазона 6 ГГц для 5G и будущих 6G-сервисов, чтобы повлиять на глобальный выбор частот. Остальным придется это учитывать в своих разработках.

Государственное регулирование играет решающую роль, но и механизмы рыночной экономики в Китае также присутствуют в виде конкуренции между технологическими корпорациями, которые ведут разработки параллельно друг другу. Наличие на низкой околоземной орбите сразу нескольких спутниковых группировок от разных китайских корпораций (как государственных, так и частных), нацеленных на развертывание широкополосного Интернета в качестве альтернативы Starlink и поддержку проекта 6G, является ярким тому доказательством. То, что частные компании в 2014 г. были допущены к построению гражданской космической инфраструктуры Китая, создало дополнительный стимул для ускоренного развития.

Библиография

1. ART-XC исследует возможности космической навигации по пульсарам.. – URL: <https://www.roskosmos.ru/28657/> (дата обращения: 21.01.2026). – Текст : электронный.
2. **Becker, W.** Neutron Stars and Pulsars. / ed. Becker, W. – Springer Science & Business Media, 2009. – 697 p.
3. China Surpasses Elon Musk's Starlink with Breakthrough in 100Gbps Satellite-to-Ground Laser Communication. // China-Arms – 2025. – URL: <https://www.china-arms.com/2025/01/china-satellite-to-ground-laser-communication/> (дата обращения: 03.02.2026).
4. **Emadzadeh, A. A., Speyer, J. L.** Navigation in Space by X-Ray Pulsars. – Springer, 2011. – 118 p. – <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8017-5>.

5. **Huang, L., Shuai, P., Zhang, X., Chen, S.** Pulsar-based navigation results: data processing of the x-ray pulsar navigation-I telescope. // Journal of Astronomical Telescopes, Instruments, and Systems. – 2019. – Vol. 5. – № 1. – P. 018003. – <https://doi.org/10.1117/1.JATIS.5.1.018003>.
6. **Li, Y., Fu, H., Li, R., Zhai, D., Zhang, H.** Research and Experiment of Lunar Laser Ranging in Yunnan Observatories. // Chinese Journal of Lasers. – 2019. – Vol. 46. – № 1.
7. **Ma, S.** China Mobile launches the world's first 6G test satellite.. – URL: <https://global.chinadaily.com.cn/a/202402/05/WS65c078e3a3104efcbdae9c1c.html> (дата обращения: 27.01.2026). – Текст : электронный.
8. **Rodin, A. E., Ilyasov, Y. P., Sekido, M., Imae, M.** Space navigation with pulsars. // Japan Patent 3780345 – 2006.
9. **Sazhin, M. V., Zharov, V. E., Milyukov, V. K., Pshirkov, M. S., Sementsov, V. N., Sazhina, O. S.** Space Navigation by X-Ray Pulsars. // Moscow University Physics Bulletin. – 2018. – Vol. 73. – № 2. – P. 141–153.
10. **Zhang, X., Shuai, P., Huang, L., Chen, S., Xu, L.** Mission Overview and Initial Observation Results of the X-Ray Pulsar Navigation-I Satellite. // International Journal of Aerospace Engineering. – 2017. – Vol. 2017. – № 1.
11. **Zhao, Y., Yu, G., Xu, H.** 6G Mobile Communication Networks: Vision, Challenges and Key Technologies. // Scientia Sinica Informationis. – 2019. – URL: https://www.researchgate.net/publication/333077530_6G_Mobile_Communication_Network_Vision_Challenges_and_Key_Technologies (дата обращения: 27.01.2026). – Текст : электронный.
12. **Борисова, Е. А.** «Зеленая» энергетика Китая: заимствованное и свое. // Технологии, меняющие мир: применение и эффекты в мире и на Востоке / ред. С. А. Панарин; сост. С. А. Панарин – СПб.: Нестор-История, 2021. – С. 61–90.
13. **Борисова, Е. А.** Опыт Китая по преодолению технологической отсталости. // Азия и Африка в период изменения мировой системы: история и современность – М.: ИВ РАН, 2021. – ISBN 978-5-907384-54-5. – С. 260–273.
14. **Борисова, Е. А.** Технологические войны Запада и Востока в XXI веке. // Африо-азиатские страны и новые технологии / ред. Н. Н. Цветкова – М.: ИВ РАН, 2021. – С. 80–92.
15. **Борисова, Е. А.** Проблемы формирования рынка водорода. Китай. // Страны Азии и Африки в условиях трансформации интересов ведущих держав / ред. М. И. Крупянко – Москва : ИВ РАН, 2022. – С. 128–137.
16. **Иванова, Н. М., Лысенко, Л. Н.** Баллистика и навигация космических аппаратов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016.

17. Китай обгоняет Starlink: лазерная связь будущего уже здесь. // Портал о навигации и мониторинге «Глонавс-Глобал» – URL: <https://glonass-global.ru/articles/satellite-internet/china-is-overtaking-starlink-the-laser-connection-of-the-future-is-already-here/?ysclid=ml6og6g7kx316988995> (дата обращения: 03.02.2026).
18. **Кокурин, Ю.Л.** Лазерная локация Луны. 40 лет исследований. // Квантовая электроника. – 2003. – Т. 33. – № 1. – С. 45–47.
19. **Лисов, И.** Китай осваивает навигацию по пульсарам. // Новости космонавтики. – 2017. – Т. 27. – № 1 (408). – С. 33–37.
20. **Родин, А. Е., Орешко, В. В., Потапов, В. А., Пширков, М. С., Сажин, М. В.** Принципы космической навигации по пульсарам. // Астрономический журнал. – 2020. – Т. 97. – № 6. – С. 476–504.
21. **@BiktorSergeev** Что умеет первая в мире сеть 6G: архитектура, технологии и перспективы.. – URL: https://habr.com/ru/companies/ru_mts/articles/933072/ (дата обращения: 27.01.2026). – Текст : электронный.

References

1. ART-XC Investigates Possibilities of Space Navigation by Pulsars.. – URL: <https://www.roscosmos.ru/28657/> (accessed: 21.01.2026). – Online.
2. **Becker, W.** Neutron Stars and Pulsars. / ed. Becker, W. – Springer Science & Business Media, 2009. – 697 p.
3. China Surpasses Elon Musk's Starlink with Breakthrough in 100Gbps Satellite-to-Ground Laser Communication. // China-Arms – 2025. – URL: <https://www.china-arms.com/2025/01/china-satellite-to-ground-laser-communication/> (accessed: 03.02.2026).
4. **Emadzadeh, A. A., Speyer, J. L.** Navigation in Space by X-Ray Pulsars. – Springer, 2011. – 118 p. – <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8017-5>.
5. **Huang, L., Shuai, P., Zhang, X., Chen, S.** Pulsar-based navigation results: data processing of the x-ray pulsar navigation-I telescope. // Journal of Astronomical Telescopes, Instruments, and Systems. – 2019. – Vol. 5. – № 1. – P. 018003. – <https://doi.org/10.1117/1.JATIS.5.1.018003>.
6. **Li, Y., Fu, H., Li, R., Zhai, D., Zhang, H.** Research and Experiment of Lunar Laser Ranging in Yunnan Observatories. // Chinese Journal of Lasers. – 2019. – Vol. 46. – № 1.
7. **Ma, S.** China Mobile launches the world's first 6G test satellite.. – URL: <https://global.chinadaily.com.cn/a/202402/05/WS65c078e3a3104efcbdae9c1c.html> (accessed: 27.01.2026). – Online.
8. **Rodin, A. E., Ilyasov, Y. P., Sekido, M., Imae, M.** Space navigation with pulsars. // Japan Patent 3780345 – 2006.

9. **Sazhin, M. V., Zharov, V. E., Milyukov, V. K., Pshirkov, M. S., Sementsov, V. N., Sazhina, O. S.** Space Navigation by X-Ray Pulsars. // Moscow University Physics Bulletin. – 2018. – Vol. 73. – № 2. – P. 141–153.
10. **Zhang, X., Shuai, P., Huang, L., Chen, S., Xu, L.** Mission Overview and Initial Observation Results of the X-Ray Pulsar Navigation-I Satellite. // International Journal of Aerospace Engineering. – 2017. – Vol. 2017. – № 1.
11. **Zhao, Y., Yu, G., Xu, H.** 6G Mobile Communication Networks: Vision, Challenges and Key Technologies. // Scientia Sinica Informationis. – 2019. – URL: https://www.researchgate.net/publication/333077530_6G_Mobile_Communication_Network_Vision_Challenges_and_Key_Technologies (accessed: 27.01.2026). – Online.
12. **Borisova, E. A.** «Green» Energy in China: Borrowed and Indigenous. // Technologies Changing the World: Application and Effects Worldwide and in the East: A Collective Monograph / ed. S. A. Panarin; comp. S. A. Panarin – SPb.: Nestor-Istoriya, 2021. – P. 61–90.
13. **Borisova, E. A.** China's Experience in Overcoming Technological Backwardness. // Asia and Africa in the Period of Change of the World System: History and Modernity – Moscow: Institute of Oriental Studies RAS, 2021. – ISBN 978-5-907384-54-5. – P. 260–273.
14. **Borisova, E. A.** Technological Wars of the West and the East in the 21st Century. // Afro-Asian Countries and New Technologies / ed. N. N. Tsvetkova – Moscow: Institute of Oriental Studies RAS, 2021. – P. 80–92.
15. **Borisova, E. A.** Problems of Hydrogen Market Formation. China. // Countries of Asia and Africa under the Transformation of Major Powers' Interests / ed. M. I. Krupyanko – Moscow: Institute of Oriental Studies RAS, 2022. – P. 128–137.
16. **Ivanova, N. M., Lysenko, L. N.** Ballistics and Navigation of Spacecraft. – Moscow: Bauman Moscow State Technical University Publishing House, 2016.
17. China overtakes Starlink: the laser communication of the future is already here. // Navigation and Monitoring Portal 'Glonass-Global' – URL: <https://glonass-global.ru/articles/satellite-internet/china-is-overtaking-starlink-the-laser-connection-of-the-future-is-already-here/?ysclid=ml6og6g7kx316988995> (accessed: 03.02.2026).
18. **Kokurin, Y. L.** Lunar Laser Ranging. 40 Years of Research. // Quantum Electronics. – 2003. – Vol. 33. – № 1. – P. 45–47.
19. **Lisov, I.** China Masters Pulsar Navigation. // Space Exploration News. – 2017. – Vol. 27. – № 1 (408). – P. 33–37.
20. **Rodin, A. E., Oreshko, V. V., Potapov, V. A., Pshirkov, M. S., Sazhin, M. V.** Principles of Space Navigation by Pulsars. // Astronomical Journal. – 2020. – Vol. 97. – № 6. – P. 476–504.

21. **@BiktorSergeev** What the World's First 6G Network Can Do: Architecture, Technologies, and Prospects.. – URL: https://habr.com/ru/companies/ru_mts/articles/933072/ (accessed: 27.01.2026). – Online.