

## ОБЗОРЫ

### OVERVIEWS

УДК 629.78.007

#### **ПИЛОТИРУЕМАЯ КОСМИЧЕСКАЯ ПРОГРАММА КНР: ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ И ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ВНЕКОРАБЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

А.А. Алтунин, Д.И. Верба, Е.Ю. Иродов, В.С. Коренной

А.А. Алтунин; Д.И. Верба; канд. техн. наук, с.н.с. Е.Ю. Иродов;  
канд. техн. наук, с.н.с. В.С. Коренной  
(ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина»)

Статья посвящена анализу внекорабельной деятельности (ВКД) на Китайской космической станции (ККС). Освещены этапы реализации пилотируемой программы Китая, модульный состав станции, сведения о пилотируемых и грузовых кораблях, обеспечивающих ее функционирование. Систематизированы сведения о выходах китайских космонавтов в открытый космос (ОК), обобщен опыт ВКД.

**Ключевые слова:** Китайская космическая станция, пилотируемая программа КНР, пилотируемый космический полет, модули ККС, космонавт, внекорабельная деятельность, выход в открытый космос

#### **China's Human Spaceflight Programme: Development and Key Results of Taikonaut Extravehicular Activity. A.A. Altunin, D.I. Verba, E.Yu. Irodov, V.S. Korennoy**

This paper analyzes extravehicular activity (EVA) at the Chinese Space Station (CSS) and highlights the stages of the Chinese manned spaceflight programme development. It also describes the station's modular configuration, provides data on crewed and cargo spacecraft supporting its operation. The article structures information on spacewalks performed by taikonauts and pools the resulting EVA experience.

**Keywords:** Chinese Space Station, Chinese Crewed Spaceflight Programme, manned spaceflight, CSS modules, taikonaut, cosmonaut, extravehicular activity, spacewalk

С вводом в эксплуатацию ККС «Тяньгун» ВКД перешла в разряд регулярных операций по обеспечению функционирования орбитального комплекса. Актуальность статьи обусловлена необходимостью анализа накопленного опыта от рекордных по длительности выходов в ОК до выполнения сложных работ по развертыванию межмодульных коммуникаций и уникальному

ремонту солнечных панелей после столкновений с микрометеороидами. Монтаж внешних платформ и работа с роботизированными манипуляторами подтвердили надежность отработанных технологий ВКД. При этом штатная эксплуатация шлюзовых отсеков ККС доказала эффективность систем шлюзования различных типов. Анализ опыта ВКД на ККС может послужить дополнительным материалом при верификации проектных решений создания Российской орбитальной станции (РОС).

### **Пилотируемая космическая программа КНР**

Реализация Проекта 921 (национальной пилотируемой программы КНР, утвержденной в сентябре 1992 г.) началась в январе 1993 г. [1, 2].

Важно отметить, что Проекту 921 предшествовал сложный и длительный путь китайских научных и промышленных организаций по разработке собственных технологий пилотируемых космических полетов. Проект 714 (1970-е гг.) заложил фундамент китайской пилотируемой программы, сформировав первые стандарты отбора космонавтов и концепцию корабля «Шугуан-1». Позднее Программа 863 (1980-е гг.) обеспечила глубокие научно-исследовательские разработки по созданию пилотируемого космического корабля, состоящего из трех отсеков: орбитальный модуль, спускаемый аппарат и приборно-агрегатный отсек. Полученный в этих проектах опыт и технологический задел стали основой для реализации Проекта 921, в рамках которого были созданы современные пилотируемые и грузовые космические корабли и долговременная многомодульная космическая станция [1].

Проект 921 состоит из трех этапов:

- 1) создание пилотируемого космического корабля;
- 2) создание посещаемых пилотируемых орбитальных станций (ОС) – лабораторий с освоением технологии стыковки;
- 3) создание постоянной пилотируемой долговременной многомодульной ОС-комплекса [2].

Первый этап Проекта 921 был посвящен запуску пилотируемого космического корабля (ПКК) серии «Шэньчжоу». Программа испытаний включала четыре беспилотных пуска и две пилотируемые миссии. 20 ноября 1999 г. состоялся запуск «Шэньчжоу-1». В январе 2001 г. на «Шэньчжоу-2» в космос отправились подопытные животные, а в 2002 г. на кораблях «Шэньчжоу-3» и «Шэньчжоу-4» были запущены манекены. Кульминацией этапа стал полет «Шэньчжоу-5» 15 октября 2003 г.: Ян Ливэй провел на орбите 21 ч, сделав КНР третьей державой, самостоятельно запустившей человека в космос. Завершился первый этап в 2005 г. миссией «Шэньчжоу-6» – первым полетом многоместного экипажа.

Второй этап Проекта 921 открыла миссия «Шэньчжоу-7» (2008), в ходе которой состоялся первый в истории КНР выход в ОК. Следующим шагом этапа стало создание ОС. В 2011 г. была запущена ОС «Тяньгун-1», на которой

отработана технология стыковки с кораблями «Шэньчжоу-8 – Шэньчжоу-10». В 2016 г. на орбиту вывели ОС «Тяньгун-2», где экипаж «Шэньчжоу-11» установил рекорд пребывания в космосе (30 дней). Данный этап завершился в 2017 г. запуском грузового космического корабля (ГКК) «Тяньчжоу-1», который успешно протестировал технологию дозаправки ОС «Тяньгун-2». Эти успехи заложили фундамент для строительства многомодульной станции.

С 2021 г. реализуется третий этап программы, в рамках которого была создана и введена в эксплуатацию постоянная многомодульная ККС. В этот период десять миссий (от «Шэньчжоу-12» до «Шэньчжоу-21») успешно выполнили стыковку и обеспечили непрерывную работу станции в пилотируемом режиме.

Для обеспечения безопасности экипажей ККС организовано постоянное дежурство резервного космического комплекса. Эта схема была задействована 25 ноября 2025 г. для беспилотного запуска ПКК «Шэньчжоу-22». Он заменил поврежденный космическим мусором ПКК «Шэньчжоу-20», выполнив роль резервного корабля, в то время как экипаж ПКК «Шэньчжоу-20» благополучно вернулся на Землю на борту ПКК «Шэньчжоу-21».

По состоянию на март 2026 г. Китай успешно реализовал 16 пилотируемых полетов, в которых приняли участие 28 космонавтов, включая трех женщин (табл. 1). Статистические данные в таблице систематизированы на основе официальных отчетов Китайского агентства пилотируемых космических полетов (CMSA) [3], а также специализированных ресурсов по истории космонавтики [4, 5]. Лидером по количеству экспедиций является Цзин Хайпэн, совершивший четыре полета. Рекорд по суммарной продолжительности пребывания на орбите принадлежит Чэнь Дуну, чей налет за три экспедиции превысил 418 сут.

Таблица 1

**Космические полеты китайских космонавтов**

Космонавт	Общий налет		Выходы в ОК	
	кол-во	продолжительность	кол-во	продолжительность
Ян Ливэй	1	21 ч 22 мин	0	–
Фэй Цзюньлун	2	191 сут 2 ч 57 мин	4	29 ч 56 мин**
Не Хайшэн	3	111 сут 14 ч 12 мин	1	5 ч 55 мин
Цзин Хайпэн	4	201 сут 17 ч 2 мин	1	7 ч 55 мин
Лю Бомин	2	95 сут 0 ч 38 мин	3	13 ч 03 мин
Чжай Чжиган	2	185 сут 5 ч 59 мин	3	12 ч 58 мин
Лю Ван	1	12 сут 15 ч 25 мин	0	–
Лю Ян (ж)	2	195 сут 0 ч 50 мин	1	6 ч 7 мин
Чжан Сяогуан	1	14 сут 14 час 29 мин	0	–
Ван Япин (ж)	2	197 сут 0 ч 1 мин	1	6 ч 25 мин
Чэнь Дун	3	418 сут 15 ч 14 мин	6	37 ч 04 мин
Тан Хунбо	2	279 сут 10 ч 44 мин	3	22 ч 8 мин
Е Гуанфу	2	374 сут 13 ч 58 мин	3	21 ч 13 мин

Окончание табл. 1

Космонавт	Общий налет		Выходы в ОК	
	кол-во	продолжительность	кол-во	продолжительность
Цай Суйчжэ	2	364 сут 18 ч 7 мин	5	34 ч 14 мин
Дэн Цинмин	1	186 сут 7 ч 25 мин	0	–
Чжан Лу	2	323 сут* (в полете)	6	45 ч 13 мин
Чжу Янчжу	1	153 сут 22 ч 40 мин	1	7 ч 55 мин
Гуй Хайчао	1	153 сут 22 ч 40 мин	0	–
Тан Шэнцзе	1	187 сут 6 ч 32 мин	1	7 ч 30 мин
Цзян Синьлинь	1	187 сут 6 ч 32 мин	1	7 ч 52 мин
Ли Цун	1	192 сут 4 ч 25 мин	1	6 ч 39 мин
Ли Гуансу	1	192 сут 4 ч 25 мин	1	8 ч 23 мин
Сун Линдун	1	182 сут 8 ч 42 мин	3	24 ч 28 мин
Ван Хаоцзэ (ж)	1	182 сут 8 ч 42 мин	0	–
Чэнь Чжунжуй	1	203 сут 23 ч 22 мин	3	20 ч 14 мин
Ван Цзе	1	203 сут 23 ч 22 мин	2	12 ч 37 мин
У Фэй	1	136 сут* (в полете)	2	15 ч 17 мин
Чжан Хунчжан	1	136 сут* (в полете)	0	–

\* – по состоянию на 16.03.2026; \*\* – по данным источника [5]; (ж) – женщина

### Китайская космическая станция

ККС располагается на околоземной орбите с наклоном  $41,5^\circ$  и высотой от 340 до 450 км. В настоящее время станция состоит из трех модулей (рис. 1), образующих Т-образную конструкцию из базового модуля (БМ) «Тяньхэ» и двух экспериментальных модулей (ЭМ) «Вэньтянь» и «Мэнтянь» [6]. Проектный срок службы станции превышает 10 лет, что делает ее третьим в истории человечества многомодульным комплексом на орбите.

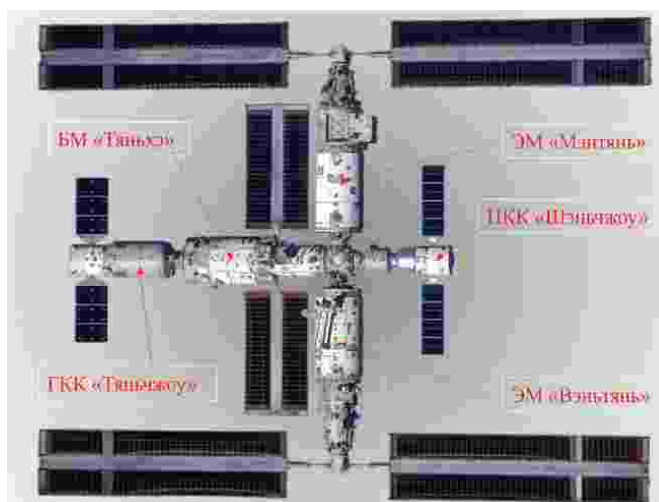


Рис. 1. Китайская космическая станция «Тяньгун»

В начале 2027 г. предполагается запуск автономного свободнолетающего модуля – орбитального телескопа «Сюньтянь», который будет выведен на ту же орбиту, что и ККС, и позволит периодически пристыковывать модуль к станции для обслуживания и дозаправки топливом, что значительно увеличит срок службы и качество его работы.

БМ «Тяньхэ» был выведен на орбиту в апреле 2021 г. [7, 8]. При длине 16,6 м и диаметре 4,2 м стартовая масса модуля составляет 22,5 т. Общий герметичный объем конструкции достигает 110 м<sup>3</sup>, из которых порядка 50 м<sup>3</sup> отведено под жилую зону. Структурно «Тяньхэ» разделен на три функциональных отсека – узловой, командный и ресурсный. Модуль оснащен системами жизнеобеспечения и управления, необходимыми для длительного пребывания и работы экипажа из трех человек (рис. 2).

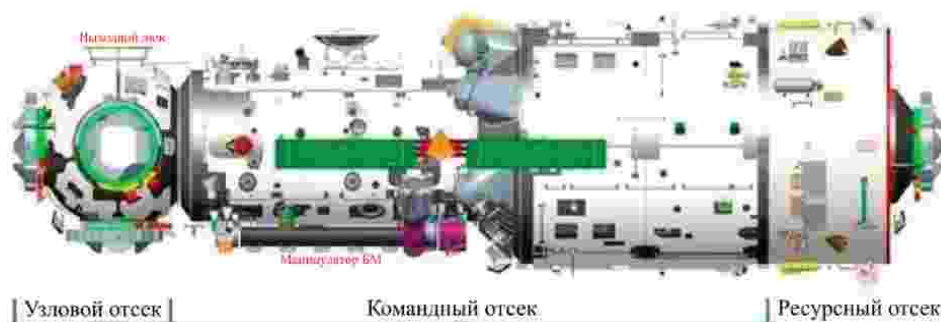


Рис. 2. Базовый модуль «Тяньхэ»

Узловой отсек служит для стыковки транспортных кораблей и соединения модулей станции. Он оснащен четырьмя узлами (осевым, радиальным и двумя боковыми) и выполняет функции шлюзового отсека с выходным люком для ВКД.

Командный отсек разделен на жилую секцию малого диаметра и приборную секцию большого диаметра с научным оборудованием.

Ресурсный отсек включает топливные баки, магистрали, а также двигатели коррекции орбиты и блоки ориентации.

Для работы в ОК на внешней поверхности БМ «Тяньхэ» установлены поручни и 10-метровый основной манипулятор грузоподъемностью 25 т. При необходимости он стыкуется с манипулятором модуля «Вэньтянь» через специальный адаптер, образуя единую составную систему, что увеличивает рабочий радиус до 15 м. Для перемещения манипулятора предусмотрены три базовые точки: на зенитной части и по левому борту секций малого и большого диаметров.

ЭМ «Вэньтянь» (запущен в июле 2022 г.) имеет длину 17,9 м, диаметр 4,2 м, стартовую массу 23 т [7, 9]. Модуль состоит из трех отсеков: рабочий, шлюзовой, ресурсный (рис. 3).

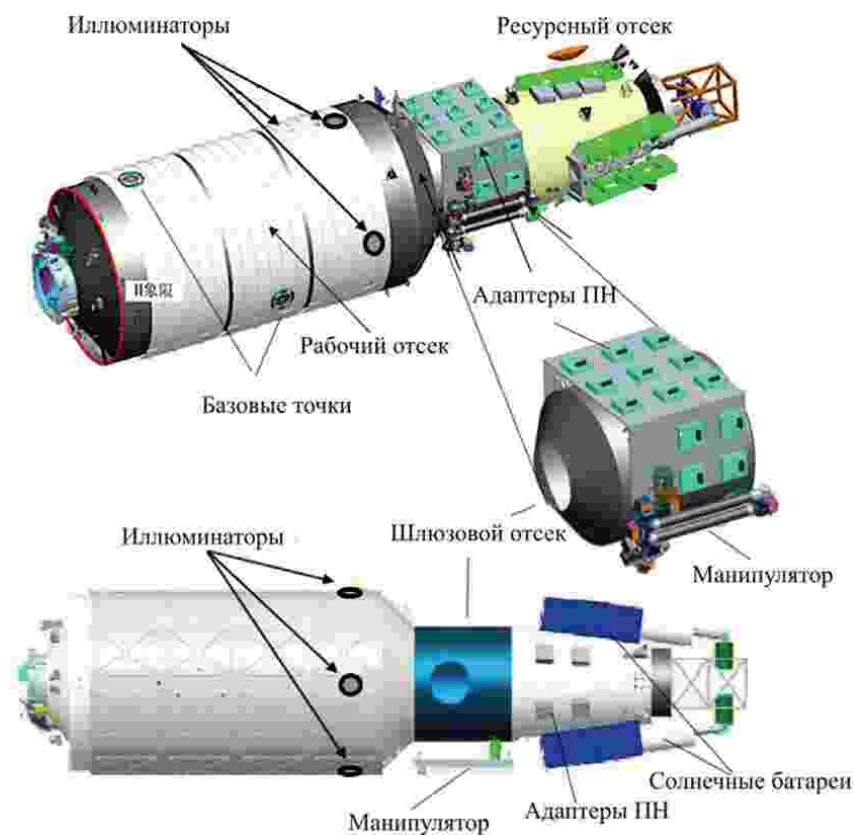


Рис. 3. Экспериментальный модуль «Вэньтянь»

На внешней поверхности шлюзового отсека располагается платформа для научной аппаратуры с адаптерами. Основной люк увеличенного диаметра расположен на надирной стороне и оснащен кольцевым поручнем. Первый выход в ОК из ЭМ «Вэньтянь» выполнен 1 сентября 2022 г. (экипаж «Шэньчжоу-14»).

Ресурсный отсек содержит двигательную установку, баки с топливом для маневрирования и приводы солнечных батарей.

На внешней поверхности модуля расположены поручни, малый манипулятор (длина – 5 м, грузоподъемность – 3 т) и базовые точки для перемещения манипулятора. Автоматическое перемещение ЭМ с осевого на боковой узел БМ выполняется специализированным рычажным манипулятором. Адаптеры полезной нагрузки (22 точки) распределены по корпусу: 9 – на zenithной стороне, 5 – на правой, 8 – на конической части ресурсного отсека.

ЭМ «Мэнтянь» (запущен в октябре 2022 г.) по габаритам и массе (17,9 м, 23 т) идентичен модулю «Вэньтянь» [10, 11]. Его конструкция включает четыре отсека: рабочий, грузовой, грузовой шлюзовой, ресурсный (рис. 4).

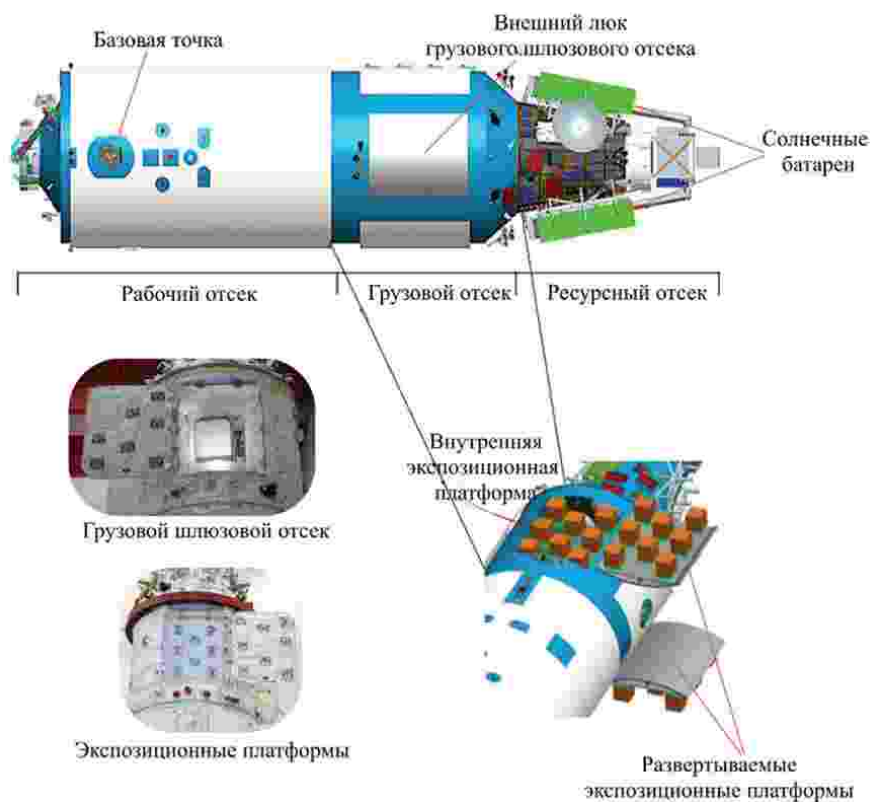


Рис. 4. Экспериментальный модуль «Мэнтянь»

Рабочий отсек (герметичный) служит для проживания экипажа и размещения 13 научных шкафов. Грузовой шлюзовой отсек обеспечивает перемещение оборудования наружу, а негерметичный грузовой отсек оснащен платформами для экспозиции приборов в открытом космосе. Ресурсный отсек содержит системы энергоснабжения, двигатели и дополнительные площадки для экспериментов.

На корпусе установлены поручни и базовые точки для манипуляторов. Для автоматического перемещения с осевого на боковой узел БМ предусмотрен специализированный рычажный манипулятор.

«Мэнтянь» – самый вместительный модуль ККС. Он несет около 50 % всей научной нагрузки станции. На внешней поверхности имеется 37 мест для размещения аппаратуры.

### Шлюзовые отсеки ККС

Шлюзовые отсеки (ШО) ККС разделены по назначению: отсеки для ВКД космонавтов и грузовой отсек для автономного вывода полезной нагрузки в ОК. На ККС предусмотрены два ШО для выхода космонавтов в ОК

в скафандрах (СК) «Фэйтянь»: узловой отсек БМ «Тяньхэ» и шлюзовой отсек ЭМ «Вэньтянь».

Выходы космонавтов в ОК из узлового отсека БМ осуществлялись на первом этапе развертывания ККС (первые четыре выхода). После ввода в состав ККС ЭМ «Вэньтянь», его ШО является основным при осуществлении космонавтами ВКД. Пример размещения космонавтов в ШО ЭМ «Вэньтянь» представлен на рис. 5.



Рис. 5. Размещение космонавтов в ШО ЭМ «Вэньтянь»

ШО ЭМ «Вэньтянь» больше, чем узловой отсек модуля БМ «Тяньхэ». Узловой отсек имеет размеры  $2,44 \times 2,13 \times 2,44$  м с рабочим пространством  $7,4$  м<sup>3</sup>. ШО ЭМ «Вэньтянь» имеет размеры  $3,05 \times 2,44 \times 2,44$  м с рабочим пространством  $10$  м<sup>3</sup>. ШО ЭМ «Вэньтянь» свободнее, чем узловой отсек, поскольку он оснащен только оборудованием, связанным с ВКД, без ограничений в виде других трубопроводов и кабелей. Диаметр выходного люка на ЭМ «Вэньтянь» составляет  $1$  м, что на  $15$  см больше диаметра люка узлового отсека БМ «Тяньхэ» [12].

Выход космонавтов в ОК из узлового отсека БМ «Тяньхэ» осуществляется в направлении зенита, в то время как выход из ШО ЭМ «Вэньтянь» осуществляется в направлении надира.

Во время процесса выхода в ОК бортовое вспомогательное оборудование в каждом ШО остается включенным. Когда в ШО ЭМ «Вэньтянь» возникают нештатные ситуации, которые невозможно устранить, космонавты могут безопасно вернуться в герметичный модуль через узловой отсек БМ «Тяньхэ».

В системе шлюзования используется метод повторного использования газа. Во время прямого шлюзования газ из ШО перекачивается в рабочий отсек; во время обратного шлюзования газ рабочего отсека используется для восстановления давления в ШО, что позволяет частично повторно использовать газ ШО для экономии газовых ресурсов.

**Грузовой ШО (ГШО)** ЭМ «Мэньтянь» предназначен для автоматизированного выноса оборудования массой до 400 кг и габаритами до 1150 × 900 × 1200 мм на внешнюю поверхность станции и его возврата в герметичный объем [11]. Совместное использование ГШО и внешних манипуляторов позволяет автоматизировать операции, исключая необходимость выходов космонавтов в ОК. Это существенно снижает нагрузку на экипаж и повышает общую эффективность эксплуатации станции.

Конструктивно ГШО включает механизм перемещения грузов (МПП), систему шлюзования и средства обеспечения теплового режима. МПП обеспечивает выдвижение платформы на 1800 мм, поворот на 90° и прецизионную регулировку положения в пределах 500 мм. Герметичность контура поддерживается ручным внутренним люком прямоугольной формы и внешним автоматическим люком арочного типа (рис. 6).

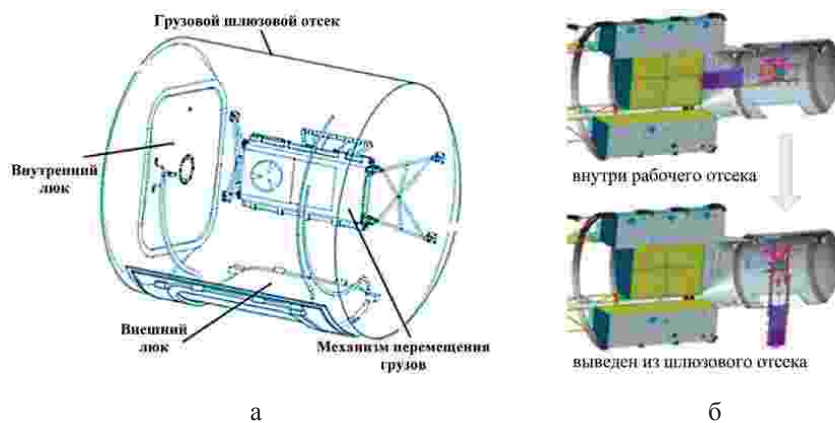


Рис. 6. Грузовой шлюзовой отсек: *а* – схема ГШО; *б* – положения МПП

Технологической особенностью отсека является система рекуперации, возвращающая до 70 % газовой среды, а также двухступенчатый электрообогрев, исключая образование конденсата при декомпрессии. Надежность ГШО подтверждена эксплуатацией: экипажи кораблей от «Шэньчжоу-17» до «Шэньчжоу-19» успешно выполнили 21 операцию по шлюзованию научной аппаратуры.

### Китайские космические корабли серий «Шэньчжоу» и «Тяньчжоу»

Функционирование ККС обеспечивается двухкомпонентной транспортной системой. ПКК серии «Шэньчжоу» предназначены для ротации экипажей, тогда как ГКК «Тяньчжоу» осуществляют логистику: доставку топлива, научного оборудования и расходных материалов.

ПКК «Шэньчжоу» предназначен для доставки экипажа до трех человек на ККС [13]. ПКК «Шэньчжоу» структурно состоит из трех основных частей:

- орбитальный отсек (находится в передней части корабля) – место, где китайские космонавты проводят большую часть времени;
- спускаемый аппарат (находится в средней части ПКК) – используется для старта на орбиту и возвращения на Землю;
- служебный отсек (находится в задней части ПКК) – содержит двигательную установку, топливо и служебные системы.

Общая масса ПКК «Шэньчжоу» – 7840 кг; длина – 9,25 м; диаметр – 2,80 м; ширина – 17,0 м (при раскрытых солнечных батареях); полезный объем – 14 м<sup>3</sup>, в том числе спускаемый аппарат – 6 м<sup>3</sup>.

Все запуски ПКК «Шэньчжоу» производились ракетой-носителем «Чанчжэн-2F». По состоянию на март 2026 г. Китай запустил 22 ПКК «Шэньчжоу», в том числе 17 пилотируемых миссий и 5 беспилотных.

ГКК «Тяньчжоу» предназначен для доставки на ККС топлива, оборудования и расходных материалов, а также для утилизации отходов путем их сжигания в плотных слоях атмосферы [14].

В настоящее время эксплуатируется третья модернизированная серия кораблей, начатая с модели «Тяньчжоу-6». В этой версии полезный объем грузового отсека увеличен на 20 % (с 18,3 до 22,5 м<sup>3</sup>), а масса доставляемого груза возросла с 5500 до 6700 кг (общая масса с учетом топлива увеличилась с 6900 до 7400 кг). При длине 10,6 м и максимальном диаметре 3,35 м стартовая масса корабля составляет около 13,5 т.

Все запуски ГКК «Тяньчжоу» осуществляются ракетой-носителем «Чанчжэн-7». По состоянию на март 2026 г. выполнено девять успешных миссий.

Статистические данные по хронологии запусков кораблей «Шэньчжоу» и «Тяньчжоу» систематизированы и представлены на рис. 7.

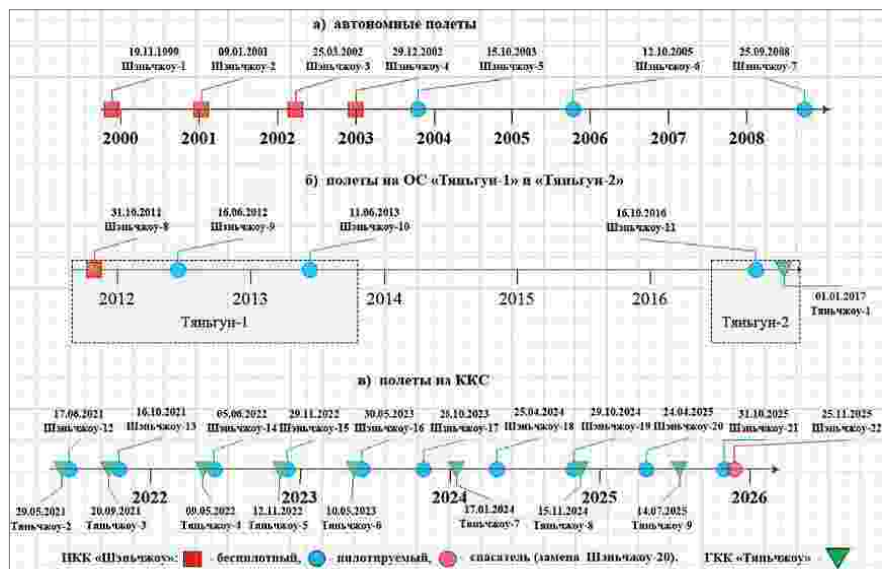


Рис. 7. Хронология запусков ПКК «Шэньчжоу» и ГКК «Тяньчжоу»

## Основные результаты ВКД на ККС

ВКД китайских космонавтов является важным этапом осуществления пилотируемых космических полетов, а также ключевой технологией для поддержки работы ККС и расширения возможности проведения научных исследований. ККС является многомодульным космическим объектом сложной конфигурации, поэтому китайские космонавты должны выполнять ряд задач ВКД для достижения долговременной, надежной, безопасной и стабильной работы станции на орбите [12, 15].

Опыт ВКД получили уже 21 китайский космонавт, включая двух женщин. За время реализации программы осуществлено 26 выходов в ОК, причем подавляющее большинство из них (25 операций) выполнено непосредственно на борту ККС. Подробные сведения по всем выходам представлены в табл. 2. Данные в таблице систематизированы на основе официальных отчетов Китайского агентства пилотируемых космических полетов (CMSA) [3], а также специализированных ресурсов по истории космонавтики [4, 5].

Таблица 2

Выходы китайских космонавтов в ОК

№ выхода нац./ (межд)	Экспедиция, участники	Дата, продолжительность (час:мин)	Особенности и основные работы
1/(298)	<i>Шэньчжоу-7</i> , Чжай Чжиган Лю Бомин	27.09.2008 00:21	<i>Первый выход китайского космонавта в ОК.</i> (Лю Бомин вышел по пояс). Основные операции ВКД: – испытания СК «Фэйтянь»; – испытания средств обеспечения выхода в ОК
2/(431)	<i>Шэньчжоу-12</i> , Лю Бомин Тан Хунбо	04.07.2021 6:46	<i>Первый выход в ОК на ККС.</i> Основные операции ВКД: – испытания СК «Фэйтянь-2» красного (а) и синего (b); – завершение установки манипулятора и его проверка; – подъем панорамной камеры «А» на БМ; – проверка работы оборудования для ВКД
3/(432)	<i>Шэньчжоу-12</i> , Не Хайшэн Лю Бомин	20.08.2021 5:55	Основные операции ВКД: – установка внешнего насоса СТР на БМ; – подъем панорамной камеры «D» на БМ; – вынос и тестирование рукоятки для внешнего открытия выходного люка
4/(436)	<i>Шэньчжоу-13</i> , Чжай Чжиган Ван Япин	07.11.2021 6:25	<i>Первый выход в ОК китайской женщины-космонавта.</i> Основные операции ВКД: – установка адаптера манипуляторов на фиксатор; – тестирование оборудования для ВКД; – отработка перемещений при ВКД
5/(438)	<i>Шэньчжоу-13</i> , Е Гуанфу Чжай Чжиган	26.12.2021 6:11	Основные операции ВКД: – подъем панорамной камеры «С» на БМ; – установка стационарного фиксатора для ног на БМ; – отработка перемещений грузов при ВКД

Продолжение табл. 2

№ выхода нац./межд	Экспедиция, участники	Дата, продолжительность (час:мин)	Особенности и основные работы
6/(446)	Шэньчжоу-14, Чэнь Дун Лю Ян	01.09.2022 6:07	<i>Первый выход в ОК из ЭМ «Вэньтянь».</i> Основные операции ВКД: – тестирование манипулятора ЭМ; – установка внешнего насоса СТР на ЭМ «Вэньтянь»; – подъем панорамной камеры «В» на ЭМ «Вэньтянь»; – тестирование трассы автономного перемещения
7/(448)	Шэньчжоу-14, Чэнь Дун Цай Суйчжэ	17.09.2022 4:12	Основные операции ВКД: – монтаж насосов контура охлаждения внешней полезной нагрузки на ЭМ «Вэньтянь»; – вынос и тестирование рукоятки для внешнего открытия выходного люка; – проверка процедуры спасения неработоспособного космонавта при ВКД
8/(450)	Шэньчжоу-14, Чэнь Дун Цай Суйчжэ	17.11.2022 5:34	<i>Работа с соединенными манипуляторами.</i> Основные операции ВКД: – установка поручней для перехода между модулями «Тяньхэ», «Мэнтянь» и «Вэньтянь»; – подъем панорамной камеры «А» на ЭМ «Вэньтянь»
9/(456)	Шэньчжоу-15, Фэй Цзюньлун Чжан Лу	09.02.2023 7:06	Основные операции ВКД: – монтаж внешнего насоса СТР на ЭМ «Мэнтянь»; – установка опорных стержней платформы экспозиции внешней нагрузки на ЭМ «Мэнтянь»
10/(457)	Шэньчжоу-15 Фэй Цзюньлун Чжан Лу	28.02.2023 7:50*	<i>Выполненные задачи не были официально опубликованы</i>
11/(458)	Шэньчжоу-15, Фэй Цзюньлун Чжан Лу	30.03.2023 7:30*	<i>Выполненные задачи не были официально опубликованы</i>
12/(459)	Шэньчжоу-15, Фэй Цзюньлун Чжан Лу	15.04.2023 7:30*	<i>Выполненные задачи не были официально опубликованы</i>
13/(467)	Шэньчжоу-16, Цзин Хайпэн Чжу Янчжу	20.07.2023 8:00	<i>Первый выход в ОК китайского бортинженера.</i> Основные операции ВКД: – установка поручней для перехода между модулями «Тяньхэ», «Мэнтянь» и «Вэньтянь»; – подъем панорамной камеры «В» на БМ «Тяньхэ»; – подъем панорамных камер «А» и «В» на ЭМ «Мэнтянь»
14/(471)	Шэньчжоу-17, Тан Хунбо Тан Шэнцзе	21.12.2023 7:25	Основные операции ВКД: – тестовый ремонт солнечных батарей БМ «Тяньхэ»; – аварийные учения, имитирующие разгерметизацию
15/(472)	Шэньчжоу-17, Тан Хунбо Цзян Синьлинь	01.03.2024 7:52	Основные операции ВКД: – ремонт солнечных батарей БМ «Тяньхэ»

Окончание табл. 2

№ выхода нац./ (межд)	Экспедиция, участники	Дата, продолжительность (час:мин)	Особенности и основные работы
16/(474)	Шэньчжоу-18, Е Гуанфу Ли Гуансу	28.05.2024 8:23	Основные операции ВКД: – установка дополнительных защитных экранов; – проведение инспекций оборудования ВКД
17/(476)	Шэньчжоу-18, Е Гуанфу Ли Цун	03.07.2024 6:30	Основные операции ВКД: – установка дополнительных защитных экранов; – инспекция внешней поверхности ККС
18/(478)	Шэньчжоу-19, Цай Сюйчжэ Сун Линдун	17.12.2024 9:06	<i>Самая продолжительная в истории ВКД работа в ОК.</i> Основные операции ВКД: – установка дополнительных защитных экранов; – ремонт адаптера полезной нагрузки; – осмотр и обслуживание оборудования на ККС
19/(481)	Шэньчжоу-19, Цай Сюйчжэ Сун Линдун	20.01.2025 8:17	Основные операции ВКД: – установка дополнительных защитных экранов; – осмотр и обслуживание оборудования на ККС
20/(483)	Шэньчжоу-19, Цай Сюйчжэ Сун Линдун	21.03.2025 7:05	Основные операции ВКД: – установка дополнительных защитных экранов; – осмотр и обслуживание оборудования на ККС
21/(485)	Шэньчжоу-20, Чэнь Дун Чэнь Чжунжуй	22.05.2025 8:00	Основные операции ВКД: – установка дополнительных защитных экранов; – осмотр и обслуживание оборудования на ККС; – осмотр и утилизация оборудования для ВКД
22/(486)	Шэньчжоу-20, Чэнь Дун Чэнь Чжунжуй	26.06.2025 6:25	Основные операции ВКД: – установка дополнительных защитных экранов; – осмотр и обслуживание оборудования на внешней поверхности ККС; – осмотр и утилизация оборудования для ВКД
23/(487)	Шэньчжоу-20, Чэнь Дун Ван Цзе	15.08.2025 6:30	Основные операции ВКД: – установка дополнительных защитных экранов; – проведение комплексной проверки внешнего оборудования станции; – определение тепловых характеристик ключевого внешнего оборудования и критически важных компонентов
24/(488)	Шэньчжоу-20, Чэнь Чжунжуй Ван Цзе	25.09.2025 5:50	Основные операции ВКД: – установка дополнительных защитных экранов; – проверка внешнего оборудования
25/(491)	Шэньчжоу-21, Чжан Лу У Фэй	09.12.2025 8:18	<i>Первое применение скафандров красного (d) и синего (e).</i> Основные операции ВКД: – осмотр и фотографирование поврежденного иллюминатора ПКК «Шэньчжоу-20»; – установка дополнительных защитных экранов; – замена многослойной крышки адаптера терморегулирования
26/(492)	Шэньчжоу-21, Чжан Лу У Фэй	16.03.2026 7:00	Основные операции ВКД: – установка дополнительных защитных экранов

\* – по данным источника [5]

Анализ выполненных работ показывает, что в процессе осуществления ВКД на ККС были последовательно решены четыре основных задачи:

1. Проверка ключевых технологий для ВКД: скафандров для выхода в ОК, шлюзовых отсеков, операций с использованием роботизированных манипуляторов и поддержка выполнения работ на Земле.

2. Выполнение монтажно-сборочных работ на внешней поверхности: установлены внешние насосы системы терморегулирования, опорные стержни платформы экспозиции полезной нагрузки, кронштейны панорамных камер, а также межмодульные поручни и кабельные соединения.

3. Проведение ремонтно-восстановительных работ: в ходе двух выходов в открытый космос космонавты устранили повреждения солнечных батарей и полностью восстановили штатную мощность системы электропитания.

4. Повышение защищенности станции: в рамках девяти выходов в ОК выполнены инспекции внешних поверхностей и установлены дополнительные защитные экраны для предотвращения повреждений критических узлов космическим мусором.

Успешное решение этих задач стало возможным во многом благодаря разработке передовых роботизированных манипуляторов и их объединению в единую составную систему. Это существенно расширило зону охвата, открыв доступ к наиболее удаленным и периферийным участкам станции, ранее недоступным для прямого обслуживания.

Использование манипулятора в качестве мобильной платформы позволило минимизировать время переходов, существенно снизить физическую нагрузку на экипаж и оптимизировать расход ресурса систем жизнеобеспечения скафандров. Такая гибкость системы позволила оперативно решать задачи любой сложности – от обслуживания научной аппаратуры до проведения восстановительных и защитных мероприятий на всей внешней поверхности ККС. Анализ опыта ВКД на ККС может послужить дополнительным материалом при верификации проектных решений по созданию РОС.

Распределение выходов в ОК по экипажам ККС «Шэньчжоу-12» – «Шэньчжоу-21» (Ш-12–Ш-21) и суммарное количество выходов отдельных космонавтов (с учетом полета «Шэньчжоу-7») по состоянию на 16.03.2026 представлены на рис. 8.

Статистический анализ показывает, что типовая нагрузка на экипаж за одну экспедицию составляет 2–3 выхода в открытый космос: две операции выполнили 50 % экипажей, три – 20 %. Значительная часть космонавтов (62 %, или 13 человек) имеет опыт многократной работы за бортом станции, совершив два и более выхода. Лидерами по количеству выходов в ОК среди китайских космонавтов являются Чэнь Дун, Чжан Лу (6 выходов) и Цай Сюйчжэ (5 выходов). При этом Чжан Лу лидирует по суммарному времени ВКД – более 45 ч. Кроме того, в декабре 2024 г. Цай Сюйчжэ установил мировой рекорд, проработав в ОК 9 ч 6 мин, который на 10 мин превысил достижение астронавтов NASA Сьюзен Хелмс и Джеймса Восса (8 ч 56 мин), державшееся с 2001 г.

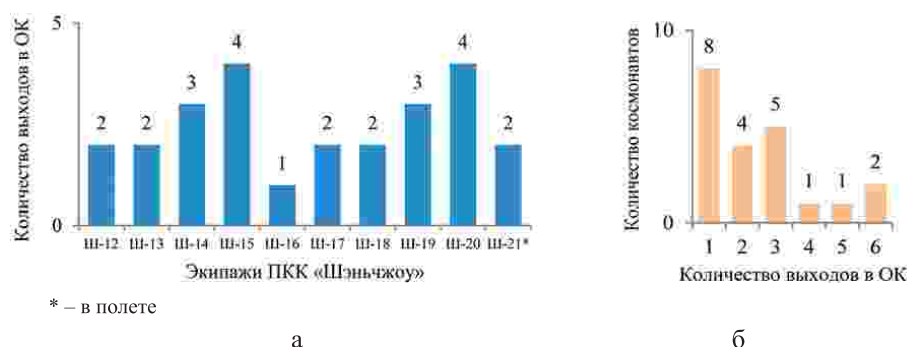


Рис. 8. Статистика ВКД экипажей ККС и отдельных космонавтов:

а – по экипажам; б – по космонавтам

## Выводы

Выполненные выходы в ОК подтвердили высокую надежность разработанных в КНР ключевых технологий и средств ВКД. Они не только обеспечили успешное завершение этапа развертывания ККС, но и заложили технологический фундамент для ее дальнейшего расширения новыми модулями. Накопленный практический опыт и отработанные методики взаимодействия экипажа с робототехническими системами стали надежной основой для безопасного выполнения сложнейших научно-технических задач и гарантируют долгосрочную эксплуатационную живучесть орбитального комплекса.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Чэнчжи, Ли. Развитие китайских космических технологий / Ли Чэнчжи; под ред. Бао Оу, Хан Ихуа, Ю.М. Батурина [и др.]; пер. с кит. А. Кузиной. – Санкт-Петербург: Нестор-История, 2013. – 236 с.
2. Карфидов, В. Ю. Космонавтика. Краткий справочник в 6 т. Т. 3: Космонавтика стран Европы и Азии. – Москва: Onebook.ru, 2022. – 336 с.
3. China Manned Space: [официальный сайт]. – URL: <https://www.cmse.gov.cn/> (дата обращения: 12.02.2026).
4. SPACEFACTS: [сайт]. – URL: <http://www.spacefacts.de/> (дата обращения: 12.02.2026).
5. Человек в космосе: [сайт]. – URL: <https://www.april12.eu> (дата обращения: 12.02.2026).
6. Yang, H. Design and Application Prospect of China's Tiangong Space Station / H. Yang, B. Li, W. Wang // Space: Science & Technology. – 2023. – Vol. 3. – Art. 0035. – DOI: 10.34133/space.0035.
7. Wang, W. Key Technical Characteristics of the Tiangong Space Station // Scientia Sinica Terrae. – 2021. – Vol. 51, No 11. – P. 1847–1870. – DOI: 10.1360/SST-2021-0304.
8. «Тяньхэ» на орбите // Новости космонавтики. – 2021. – URL: <https://novostikosmonavtiki.ru/articles/79873/> (дата обращения: 02.03.2026).

9. «Тяньхэ» + «Вэньтянь» // Новости космонавтики. – 2022. – URL: <https://novosti-kosmonavtiki.ru/articles/84398/> (дата обращения: 02.03.2026).
10. «Тяньхэ» + «Вэньтянь» + «Мэнтянь» // Новости космонавтики. – 2022. – URL: <https://novosti-kosmonavtiki.ru/articles/85017/> (дата обращения: 02.03.2026).
11. Luo, B. The Overall Design and Technical Characteristics of the Mengtian Experimental Module of the Space Station / B. Luo, Y. Ji, J. Wu // *Shanghai Aerospace*. – 2023. – No 40(5). – URL: [http://shht.ijournal.cn/ch/reader/create\\_pdf.aspx?file\\_no=20230501&flag=1&year\\_id=2023&quarter\\_id=5](http://shht.ijournal.cn/ch/reader/create_pdf.aspx?file_no=20230501&flag=1&year_id=2023&quarter_id=5) (дата обращения: 02.03.2026) [in Chinese].
12. Li, X. A Study on the Design and Implementation Technologies of EVA at the China Space Station / X. Li, Y. Xie, Y. Tian, F. An // *Aerospace*. – 2024. – Vol. 11, No 4. – Art. 264. – DOI: 10.3390/aerospace11040264.
13. ShenZhou Manned Spacecraft // *SinoDefence.com*: [сайт]. – 2026. – URL: <https://web.archive.org/web/20101202015355/http://www.sinodefence.com/space/spacecraft/shenzhou.asp> (дата обращения 20.02.2026).
14. Research and Development of the Tianzhou Cargo Spacecraft / J. Lei, D. Jia, M. Bai [et al.] // *Space: Science & Technology*. – 2023. – Vol. 3. – Art. 0006. – DOI: 10.34133/space.0006.
15. Краткий обзор внекорабельной деятельности на китайской космической станции / Е. Ю. Иродов, А.А. Алтунин, Д.И. Верба, Н.Р. Жамалетдинов // Пилотируемые полеты в космос: Материалы XVI Международной научно-практической конференции, Звездный городок, 3–5 декабря 2025 года. – Звездный городок: Научно-исследовательский испытательный центр подготовки космонавтов им. Ю.А. Гагарина, 2025. – С. 281–282.

## REFERENCES

1. Chenchzhi, Li Development of Chinese Space Technologies / edited by B. Ou, H. Ikhua, Yu.M. Baturin [et al.] Translated from Chinese by A. Kuzina. Saint-Petersburg: Nestor-Istoriya, 2013. – 236 p.
2. Karfidov, V.Yu. Cosmonautics. Reference Book in 6 Volumes. Vol. 3: Spaceflight Programmes in Europe and Asia. 3rd ed. corrected and enlarged. – Moscow: Onebook.ru, 2022. – 336 p.
3. China Manned Space: [official website]. – URL: <https://www.cmse.gov.cn/> (reference date: 12.02.2026).
4. SPACEFACTS: [website]. – URL: <http://www.spacefacts.de/> (reference date: 12.02.2026).
5. Human in Space: [website]. – URL: <https://www.april12.eu> (reference date: 12.02.2026).
6. Yang, H. Design and Application Prospect of China's Tiangong Space Station / H. Yang, B. Li, W. Wang // *Space: Science & Technology*. – 2023. – Vol. 3. – Art. 0035. – DOI: 10.34133/space.0035.
7. Wang, W. Key Technical Characteristics of the Tiangong Space Station // *Scientia Sinica Terrae*. – 2021. – Vol. 51, No 11. – P. 1847–1870. – DOI: 10.1360/SST-2021-0304.
8. Tianhe is in Orbit // *News of Cosmonautics*. – 2021. – URL: <https://novosti-kosmonavtiki.ru/articles/79873/> (reference date: 02.03.2026).

9. Tianhe & Wentian // News of Cosmonautics. – 2022. – URL: <https://novosti-kosmonavtiki.ru/articles/84398/> (reference date: 02.03.2026).
10. Tianhe, Wentian & Mengtian // News of Cosmonautics. – 2022. – URL: <https://novosti-kosmonavtiki.ru/articles/85017/> (reference date: 02.03.2026).
11. Luo, B. The Overall Design and Technical Characteristics of the Mengtian Experimental Module of the Space Station / B. Luo, Y. Ji, J. Wu // Shanghai Aerospace. – 2023. – Vol. 40, No 5. – URL: [http://shht.ijournal.cn/ch/reader/create\\_pdf.aspx?file\\_no=20230501&flag=1&year\\_id=2023&quarter\\_id=5](http://shht.ijournal.cn/ch/reader/create_pdf.aspx?file_no=20230501&flag=1&year_id=2023&quarter_id=5) (reference date: 02.03.2026) [in Chinese].
12. A Study on the Design and Implementation Technologies of EVA at the China Space Station / X. Li, Y. Xie, Y. Tian, F. An // Aerospace. – 2024. – Vol. 11, No 4. – Art. 264. – DOI: 10.3390/aerospace11040264.
13. ShenZhou Manned Spacecraft // SinoDefence.com: [сайт]. – 2026. – URL: <https://web.archive.org/web/20101202015355/http://www.sinodefence.com/space/spacecraft/shenzhou.asp> (дата обращения 20.02.2026).
14. Research and Development of the Tianzhou Cargo Spacecraft / J. Lei, D. Jia, M. Bai [et al.] // Space: Science & Technology. – 2023. – Vol. 3. – Art. 0006. – DOI: 10.34133/space.0006.
15. Brief Overview of extravehicular activities on Chinese Space Station / E.Yu. Irodov, A.A. Altunin, D.I. Verba, N.R. Zhamaletdinov // Manned Spaceflight: Preceedings of the XVI International Scientific and Practical Conference, Zvezdny Gorodok, December 3–5, 2025. – Zvezdny Gorodok: Gagarin Cosmonaut Training center, 2025. – P. 281–282.