



Ли Чэнчжи

РАЗВИТИЕ
КИТАЙСКИХ
КОСМИЧЕСКИХ
ТЕХНОЛОГИЙ

Санкт-Петербургский филиал Учреждения Российской академии наук
Института истории естествознания и техники им. С. И. Вавилова РАН
Шаньдунское издательство «Образование»

Проект «Интеллектуальные инновации» АН КНР
Серия исследований современной истории науки и техники Китая
Серия изданий по истории науки и техники Китая на русском языке

Ли ЧЭНЧЖИ

РАЗВИТИЕ КИТАЙСКИХ КОСМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ



Санкт-Петербург
Нестор-История
2013

УДК 629.78(5)
ББК 39.6(5)Кит)
Ч 97

*Утверждено к печати Ученым советом
Санкт-Петербургского Филиала федерального государственного бюджетного
учреждения науки Института истории
естествознания и техники им. С. И. Вавилова РАН*

Проект «Интеллектуальные инновации» АН КНР
«Серия исследований современной истории науки и техники Китая»
Главный редактор Серии Лу Юнсян
«Серия изданий по истории науки и техники Китая на русском языке»
Ответственный редактор Серии профессор Э.И. Колчинский

Ответственный редактор и автор послесловия
член-корреспондент РАН Ю.М. Батурич

Научные редакторы русского перевода
профессор Б.И. Иванов, доцент Б.Б. Дьяков, доцент Д.Н. Савельева

Ч97 Чэнчжи Ли. Развитие китайских космических технологий / под ред. Бао Оу, Хан Ихуа, Ю.М. Батурина [и др.]. — СПб. : Нестор-История, 2013. — 236 с. [Перевод с китайского А. Кузиной].

ISBN 978-5-4469-0183-8

Монография дает обзор достижений Китайской Народной Республики в изучении космоса и создании космических технологий, а также национальных учреждений и инфраструктуры в данной области до настоящего времени. Исследуется историческая картина их развития, включающая основные достижения в национальной обороне, ближнем и дальнем космосе, науках о Земле. Подчеркивается ведущая роль Коммунистической партии Китая и Академии наук КНР. Представлены тенденции развития китайской космонавтики и ракетной техники в будущем.

Lee Chenjie. Progress of Space Technologies in China / Eds. Bao Ou, Han Ihua, Yu.M. Baturin, B.B. D'yakov, B.I. Ivanov, and D.N. Saveleva. — SPb. : Nestor-Historia, 2013. — 236 pp.

The monograph reviewed the development of Chinese efforts in cosmic research and technologies as well as national institutions and infrastructure of the field till the present state. Under investigation is a history of their development including the main successes in state defense, near and far cosmos, and Earth sciences. The leading role of communist party is emphasized with that of the Chinese academy of sciences. The future trends in Chinese cosmonautics and rocketry are represented.

*Книга издается при финансовой поддержке
Государственного фонда естественных наук КНР (грант: 7015002-G01),
Санкт-Петербургского Научного центра РАН
и Федерального государственного бюджетного учреждения Института истории
естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН*

ISBN 978-5-4469-0183-8



- А. Кузина, 2013
- Бао Оу, Хан Ихуа, Ю.М. Батурич, Б.И. Иванов, Б.Б. Дьяков и Д.Н. Савельева, 2013
- Шаньдунское издательство «Образование», 2013
- Издательство «Нестор-История», 2013

Предисловие к китайскому изданию

Космическая техника — одна из сложнейших и быстро развивающихся высоких технологий в современной науке и технике. Теория космонавтики зародилась в конце XIX — начале XX века, когда российские ученые К.Э. Циолковский, Н.И. Кибальчич, И.В. Мещерский, Ю.В. Кондратюк, немецкие конструкторы Г. Гансвиндт, Р.Г. Оберт, американский инженер Р.Х. Годдард и др. создали целостную теорию ракетного движения и заложили основы космонавтики. В 1926 году Годдард испытал первую ракету с жидкостным реактивным двигателем. В период Второй мировой войны в Германии впервые была создана ракетная промышленность. После войны СССР и США, движимые гонкой вооружений, выделили значительные средства на развитие баллистических ракет, тем самым заложив прочную базу для создания ракет-носителей космического назначения. В середине XX века человечество вступило в космическую эпоху. 4 октября 1957 года СССР успешно осуществил запуск первого в мире искусственного спутника Земли (ИСЗ). 31 января 1958 года в США также успешно прошел запуск ИСЗ. С тех пор лидеры в освоении космоса превратили в реальность научные прогнозы основоположников космонавтики.

После успешных запусков этих ИСЗ в СССР и США космические технологии получили дальнейшее развитие и применение. Наряду с разработкой новых ракет-носителей (РН) должное внимание было уделено научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам (НИОКР) по созданию космических аппаратов (КА) военного и гражданского назначения: от спутников связи до метеоспутников, от разведывательных спутников до спутников предварительного оповещения о пусках ракет, от навигационных спутников до спутников для изучения природных ресурсов.

Также быстро начала развиваться пилотируемая космонавтика. 12 апреля 1961 года человек впервые полетел в космос, им стал советский гражданин Юрий Гагарин. В 1963 году впервые в космос полетела женщина-космонавт В.В. Терешкова. В 1965 году первым вышел в открытый космос советский космонавт А.А. Леонов. В 1969 году американские астронавты впервые высадились на Луне. Сегодня мы видим рост влияния космических технологий на общество, изучение космоса привлекает все большее внимание, и роль космонавтики с каждым днем становится все более значимой.

Благодаря космическим технологиям человечество преодолело силу притяжения и вышло за пределы земной атмосферы. Сфера деятельности человека распространилась от земных, морских и воздушных стихий до бескрайнего космического пространства. Космические технологии обладают важной политической, военной, научно-технической, экономической и культурной ценностью. Они играют существенную роль в таких областях, как телекоммуникации, метеорология, навигация, металлургия, материаловедение, медицина, энергоресурсы, охрана окружающей среды, военное дело, геология, добыча полезных ископаемых, сельское хозяйство, культура, научные исследования — астрономические наблюдения, физическая химия и др., и являются важной движущей силой научно-технического прогресса. С запуском космических аппаратов прикладного назначения стали возможны получение более полной и своевременной информации о Земле и окружающей среде, освоение земных, морских и воздушных ресурсов на благо человечества. С помощью спутников связи осуществляется передача большого объема информации на дальние расстояния. Посредством воздушно-космических самолетов, космических кораблей и станций человечество может в условиях микрогравитации и высокого вакуума производить высококачественные, высокофункциональные и даже новые материалы и лекарства, которые невозможно создать в земных условиях. Возникает новая отрасль промышленности — космическая, которая будет способствовать скачку в экономическом развитии. С помощью космических технологий человечество развернуло широкую научно-исследовательскую деятельность, под новым углом зрения познало Землю и всю Вселенную и значительно увеличило свое интеллектуальное богатство.

Именно потому, что космические технологии обладают таким значением и ценностью, вслед за СССР и США некоторые другие страны, включая страны третьего мира, одна за другой подготовили национальные программы развития космонавтики. В одних странах, например Франции и Англии, сначала развивали стратегическое ракетостроение, что имело военное значение, а потом на этой базе развивали ракеты-носители и космические аппараты; в других — начали с РН; в третьих — начинали с прикладных спутников, а потом перешли к РН; у иных — приоритетным стало создание КА прикладного назначения с помощью международной кооперации; а большинство стран удовлетворяют свои потребности, покупая спутники.

Китай — родина пороха и ракет. Уже в середине 1950-х годов Китай принял решение создавать стратегические ракеты и начал серийное производство жидкостных ракет класса «земля–земля». В середине 1960-х годов было принято решение о создании китайского ИСЗ. При создании баллистической ракеты средней и меньшей дальности (РСМД) «Дунфэн-4» была разработана первая РН «Чанчжэн-1», а 24 апреля 1970 года был успешно запущен первый ИСЗ «Дунфанхун-1», и Китай стал пятой страной после СССР, США, Франции и Японии, вступившей в космическую эру. Вместе с разработкой и улучшением РН семейства «Чанчжэн» с учетом национальных условий стали разрабатывать научные спутники и спутники прикладного назначения, используемые в таких многочисленных сферах, как научные исследования, дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) с возвращаемой капсулой, связь, метеорология, исследование ресурсов и др., что внесло огромный вклад в строительство национальной эконо-

мики и обороны. Развитие китайских космических технологий стало привлекать больше внимания во всем мире. Таким образом, Китай стал космической державой, которая занимает важное место в международной космонавтике.

Программа пилотируемой космонавтики была принята в Китае в самом конце XX века, и в 2003 году был осуществлен первый пилотируемый полет. В дальнейшем можно ожидать еще больших успехов в области пилотируемой космонавтики, создании КА прикладного назначения, новых РН, исследовании дальнего космоса и других областях.

Положение Китая как космической державы не только укрепились, но и оказало значимое влияние на научно-технический прогресс и развитие национальной экономики. Тем самым Китай вносит свой вклад в дело мировой космонавтики. Космические технологии — наукоемкие высокие технологии. Степень развития космических технологий стала значимым стандартом для определения уровня науки, техники военного строительства и национальной экономики государства.

Главная тема данной книги — изучение опыта развития китайских космических технологий. В первой главе рассказывается о политической составляющей прогресса в китайском ракетостроении и космонавтике, эволюции ее научно-исследовательской базы. Вторая глава повествует о развитии китайских жидкостных стратегических ракет первого поколения. В третьей главе рассказывается о техническом прогрессе в создании и серийном выпуске РН. В четвертой — излагаются этапы развития китайских научных и прикладных спутников, космических аппаратов. Пятая глава посвящена истории и современной ситуации в китайской программе пилотируемой космонавтики. В заключительной главе кратко изложены цели и политика развития китайской космонавтики, главные задачи, принимаемые для их решения меры.

В книге прослеживается более чем полувековая история китайской космонавтики. Книга отличается цельной структурой, содержательностью, достоверностью материалов и фактов, полезна для понимания истории развития китайских космических технологий и может служить базовым материалом для дальнейших исследований.

Глава 1

Космическая политика Китая и структурные изменения в космической отрасли

Политика развития ракетной техники и атомного оружия в Китае главным образом определялась международной обстановкой после Второй мировой войны и уроками корейской войны начала 1950-х годов. Не Жунжэнь писал в мемуарах, что во время корейской войны из-за того, что наше оружие было хуже американского, нам был причинен большой ущерб на поле боя. Кроме того, новый Китай только что образовался, и его положение на международной арене было очень слабым. Чтобы стать великой державой, необходимо было обладать достаточной военной силой надлежащего уровня. Учитывая это, в начале 1950-х годов, когда в Китае еще шло восстановление национальной экономики, ЦК партии и правительство приняли ряд решений о развитии перспективных вооружений. Председатель Мао Цзэдун неоднократно решительно высказывался за развитие оборонной науки и техники Китая. Именно в такой обстановке в 1954 году ЦК КПК принял решение о разработке атомного, а в 1956 году — ракетного оружия. Для обеспечения развития ракетных технологий в Китае была создана специальная структура — Пятая академия при Министерстве обороны, которая с тех пор прошла много этапов реорганизации.

1.1. Политика оборонного строительства Китая

В начале 1950-х годов Мао Цзэдун и ЦК КПК стали проявлять большой интерес к развитию передовых вооружений в интересах безопасности страны. 3 октября 1954 года Мао Цзэдун и первый секретарь ЦК КПСС Н.С. Хрущев провели официальные переговоры в резиденции Чжуннаньхай, и в дружеской обстановке Мао заявил: «Нам интересны атомные ресурсы и ядерное оружие», а также спросил, не мог бы СССР оказать помощь в данном вопросе. Хрущев, услышав это, сильно удивился и сказал: «У нашего большого дома уже есть ядерный щит». Он считал, что если Китай действительно хочет разработать ядерное оружие, то, даже если использовать все имевшиеся на тот момент в Ки-

тае энергоресурсы, их будет недостаточно для решения такой задачи. СССР может сначала оказать помощь в создании малого атомного реактора, чтобы обучить специалистов, и организовать обучение в СССР китайских студентов по ядерным специальностям.*

На первом этапе, в период становления КНР, когда страна еще залечивала раны после войны и только начинала свое возрождение, некоторые ведущие державы мира уже осуществили модернизацию, и одна за другой вступали в «атомную эру» и «ракетную эру». В этой связи война в Корее еще раз доказала простую истину: «если отстаешь, то трудно избежать нападения». К тому же тогда существовала угроза новой захватнической войны, и эта война стала бы борьбой стали и техники. Что касается обороны, множество важных событий подтверждало, что Китай находился в зависимости от военной мощи СССР, но в то же время чувствовалось, что полностью полагаться на союзника нельзя. Хотя на политическом фронте Китай твердо придерживался политики социалистического лагеря, он не хотел подчиняться условиям, диктуемым СССР. Поэтому единственным выходом было развивать свою передовую оборонную технику, вооружать себя, в то же время не исключать и активно прибегать к технической помощи СССР. Исходя из стратегии великой державы, учитывая принципы самостоятельности и независимости, Китай решил развивать передовое в техническом отношении оружие.

В мае 1952 года во время обсуждения пятилетнего плана оборонного строительства руководители Военного совета ЦК КПК Чжу Дэ, Пэн Дэхуай, Не Жунжэнь, Ли Су и другие, под руководством Чжоу Эньлая рассмотрели проблему развития особого оружия, выяснили мнение ученых, наметили путь развития и определили необходимые для этого условия. В начале 1950-х годов Китай прилагал активные усилия для возвращения видных китайских ученых из зарубежья, создания научно-технических и исследовательских структур, реформирования вузов и предпринимал целый ряд других мер — все это было активной подготовкой для развития передовой оборонной техники. Во время успешного выполнения первого 5-летнего плана ЦК КПК принял решение о развитии ядерной науки и техники, ракетной техники, необходимости составления долгосрочного плана развития науки и техники, что должно было создать прочную базу для усиленного развития в Китае передовой оборонной техники.

Начиная с 1953 года, при помощи СССР в Китае шло широкомасштабное экономическое развитие, были достигнуты выдающиеся результаты, что привлекло внимание всего мира. Однако по сравнению с социалистическими реформами у Китая было мало собственных новшеств в области военного строительства. Лучшие дела обстояли в области сельского хозяйства и торговли, а в промышленности, особенно тяжелой, планировании, финансах и статистике Китай шел по пути СССР.** С 21 декабря 1955 по 12 января 1956 года Мао Цзэдун отправился с инспекционной поездкой на юг страны. Начиная с декабря 1956 года Мао Цзэдун заслушивал отчеты 34 министерств и комитетов. Это требовалось ЦК для утверждения

* Сю Янь. Подоплека политических решений Мао Цзэдуна по бомбе и ракете // Пекинская молодежная газета. — 2001. — 11 мая (на кит. яз.).

** Бо Ибо. О нескольких важных политических решениях и событиях. — Т. 1. — Пекин: Изд-во школы ЦК КПК, 1991. — С. 471 (на кит. яз.)

плана дальнейшей работы по завершении социалистической реформы сельскохозяйственных кооперативов, капиталистической промышленности и торговли.

В ходе многочисленных исследований Мао Цзэдун пришел к выводу, что в прошлом чрезмерно большие инвестиции в тяжелую промышленность лишили страну средств, которые можно было бы использовать в сельском хозяйстве и легкой промышленности. В порядке изучения опыта других стран Мао Цзэдун, заслушивая доклады различных министерств и комитетов тяжелой промышленности, заявил о необходимости изучения передового опыта зарубежных стран. «Нужно отправлять людей в капиталистические страны изучать технику, будь то Англия, Франция, Швейцария или Норвегия. Если они примут наших студентов, мы должны ехать! Не надо копировать опыт только СССР. Правильное надо перенимать, а неправильное не надо».*

По завершении отчетов 34 министерств и комитетов Политбюро провело ряд заседаний, в ходе которых прошло обсуждение и были подведены итоги. Учитывая, что планирование государственного строительства тесно связано с международной обстановкой и что связь оборонного строительства и экономики, связь промышленности приморских и промышленности внутренних районов и др. напрямую зависят от угрозы войны, на совещаниях Политбюро, кроме рассмотрения подобных взаимосвязей, в центре обсуждения был анализ международной обстановки и возможности начала войны. Исходя из тогдашней ситуации, на проводившейся в апреле 1955 года Бандунгской конференции было выдвинуто 10 принципов мирного сосуществования, а на Женевской конференции, проходившей с апреля по июль, был положен конец войне в Индокитае. Благодаря успеху этих двух конференций возросло влияние идеи мира и сотрудничества во всем мире, в результате чего западные державы не могли так легко взяться за оружие. Поэтому в ходе совещания Политбюро ЦК пришлось к выводу, что в ближайший период новая захватническая или мировая война не начнется, возможно, будет десятилетний или более длительный период мира. На основе этого анализа Чжоу Эньлай в своем докладе на втором пленуме ЦК КПК восьмого созыва 10 ноября 1956 года сообщил: «Товарищ Мао Цзэдун на совещании Политбюро заявил, что сейчас нужно замедлить развитие оборонной промышленности, сделать упор на усиление развития металлургической промышленности, машиностроения и химической промышленности, создать хорошую базу. С другой стороны, заняться атомной бомбой, ракетами, телеуправлением и дальнемагистральным самолетом, а остальным областям можно уделять поменьше внимания».** 25–28 апреля 1956 года Политбюро провело расширенное заседание. Именно 25 апреля Мао Цзэдун впервые упомянул «О десяти важнейших взаимоотношениях». 2 мая Мао Цзэдун провел заседание по государственным делам на высшем уровне. В первой половине дня он во второй раз коснулся положения «О десяти важнейших взаимоотношениях», а во второй половине дня было проведено его обсуждение. После обсуждения он сделал выводы.***

* Там же. — С. 484 (на кит. яз.).

** Чжоу Эньлай. Избранные сочинения. — Т. 2. — Пекин: Народное изд-во, 1988. — С. 236 (на кит. яз.).

*** Бо Ибо. О нескольких важных политических решениях и событиях. — Т. 1. — Пекин: Изд-во школы ЦК КПК, 1999. — С. 485 (на кит. яз.).

В статье «О десяти важнейших взаимоотношениях» третья крупная составляющая — это «связь экономического и военного строительства». Мао Цзэдун сказал: «Без обороны обойтись нельзя. На данный момент у нас есть определенная оборонная мощь. Благодаря урокам корейской войны наша армия стала сильнее, еще сильнее, чем Красная армия СССР перед Второй мировой войной, вооружение тоже стало лучше. Сейчас строится оборонная промышленность. Раньше мы не задумывались о производстве самолетов и машин, а сейчас начали их производство. У нас пока нет атомной бомбы. Но раньше у нас не было ни самолета, ни пушки, мы победили японский империализм и Чан Кайши с помощью пшеницы и винтовки. Мы стали сильнее, чем раньше, потом будем еще сильнее, нам не только нужно больше самолетов и пушек, но и нужна атомная бомба. В современном мире, чтобы не подвергаться нападкам, без этой вещи обойтись нельзя... через некоторое время у нас не только будет много самолетов и пушек, но и, возможно, будет своя атомная бомба».*

На второй сессии НПКСК второго созыва 30 января 1956 года Чжоу Эньлай призвал к «усиленному овладению современной наукой и техникой» и потребовал от Государственного комитета планирования, Академии наук Китая и соответствующих органов до начала апреля составить долгосрочную программу развития науки и техники на двенадцатилетний период, с 1956 по 1967 год Чжоу Эньлай дал четкие указания по общему курсу плана и предъявляемым к нему требованиям: «Цель этого долгосрочного плана — в соответствии с требованиями и возможностями в максимально сжатые сроки изучить самые передовые мировые научные достижения, как можно скорее восполнить пробелы в самых востребованных отраслях науки и техники, в соответствии с имеющимися мировыми научными достижениями составлять и планировать нашу научно-исследовательскую работу, постараться к концу третьего 5-летнего плана приблизить самые нужные отрасли науки к передовому мировому уровню».** Это и есть ведущая идея и основа двенадцатилетней научной программы Китая. В этом духе ЦК и Чжоу Эньлай лично взялись за эту работу. Госсовет создал руководящую группу из 10 человек, которая посредством всестороннего обсуждения определила основной принцип программы — развивать научные дисциплины по заданиям.

При составлении и выполнении широкомасштабной научной программы самым главным являются кадры. Накануне образования КНР Чжоу Эньлай прилагал все усилия для возвращения из-за границы интеллигенции, отправившейся туда на учебу. В 1954 году на Женевской конференции он снова призвал китайских ученых вернуться на Родину для участия в государственном строительстве. С августа 1949 по ноябрь 1955 года число вернувшихся на родину интеллектуалов высшего уровня из западных стран достигло 1536 человек,** из них 1041 человек вернулся из США. Самым драматичным стало возвращение Цянь Сюэсэня. В июне 1955 года Цянь Сюэсэнь через иностранных друзей попросил китайское правительство помочь ему вернуться на родину. Чжоу Эньлай тут

* Мао Цзэдун. О десяти важнейших взаимоотношениях // Избранные сочинения Мао Цзэдуна. — Т. 5. — Пекин: Народное изд-во, 1977. — С. 144 (на кит. яз.).

** Не Жунжэнь. Мемуары. — Т. 2. — Пекин: Изд-во НОАК, 1984. — С. 769 (на кит. яз.).

*** Сяо Дунлянь. Поиски Китая: 10 лет до Культурной революции. — Т. 1. — Пекин: Изд-во «Красное знамя», 1999. — С. 25 (на кит. яз.).

же дал указание принимавшему участие в китайско-американских переговорах на уровне послов в Женеве Ван Биннаню сообщить США, что Китай досрочно освобождает 11 американских военнопленных (летчиков), взамен требуя прекратить безосновательно препятствовать возвращению на Родину Цянь Сюэсэня и др. 8 октября того же года Цянь Сюэсэнь наконец вернулся в Китай через Гонконг. После Чжоу Эньлай сказал: «Одно только то, что нам удалось вернуть Цянь Сюэсэня, уже говорит о том, что переговоры имели успех».*

Составление двенадцатилетней долгосрочной программы научно-технического развития (1956–1967) представляло собой очень трудоемкий процесс. ЦК назначил премьер-министра Чжоу Эньлая лично руководить этой работой. Политбюро и секретариат много раз проводили обсуждения. Госсовет создал группу научного планирования из 10 человек, состоящую из ответственных лиц Академии наук и разных министерств и комитетов, для проведения конкретной организационной работы. Чтобы понять разницу между существующим положением дел в области науки и техники Китая и мировым передовым научно-техническим уровнем, Мао Цзэдун, Лю Шаоци, Чжоу Эньлай, Чэнь Юнь, Пэн Чжэнь и др. заслушали в Хуайжэньтане доклады ученых из Академии наук: У Юсюня, Чжу Кэчжэня, Янь Цзицы и др. 24 февраля 1956 года на заседании Политбюро ЦК было принято решение создать Комитет научного планирования при Госсовете, председателем которого был назначен Чэнь Ижэнь, заместителями — Ли Фучунь, Го Можо, Ли Сыгуан и Бо Ибо, ответственным секретарем — Чжан Цзинфу, а 10 членов группы научного планирования были назначены заместителями ответственного секретаря. Госсовет и Комитет планирования уделяли пристальное внимание этой работе, многократно проводили разные совещания, заслушивали мнения ученых, специалистов и соответствующих органов различных областей, постепенно пришли к единому мнению по курсу, принципам и главным пунктам программы. ЦК привлек более 600 (впоследствии цифра увеличилась до 717) ученых из разных отраслей и дисциплин и пригласил около 100 советских ученых для участия в практической работе по составлению программы. С одной стороны, они изучали проект долгосрочного плана развития национальной экономики, составленный Государственным комитетом планирования, и долгосрочные программы по науке, технике и производству, составленные разными органами, чтобы уяснить конкретные требования всей национальной экономики по отношению к науке и технике; с другой стороны, по рекомендации советского советника президента Академии наук Китая Ражаленко пригласили 16 известных советских ученых — специалистов в различных областях для чтения краткого курса лекций, чтобы китайские ученые ознакомились с современным мировым техническим уровнем и тенденциями его развития.

При составлении долгосрочной научно-технической программы по некоторым вопросам возникали большие споры. Во-первых, о целях и принципах программы. На обсуждение было выдвинуто два разных направления. Первое — во всем опираться на себя и двигаться вперед наощупь. Второе — в условиях самостоятельности и независимости сначала овладеть существующими в мире научными достижениями, а потом на этой основе продолжать двигаться вперед.

* Там же. — С. 26.

В процессе обсуждения большинство придерживались следующей точки зрения: по первому курсу предстоит очень длинный извилистый путь, и как его проводить в жизнь — детально очень сложно представить; а второй путь достаточно короткий и прямой — можно не только позаимствовать передовые мировые научные достижения, но и постараться предоставить помощь дружественным государствам. Поэтому в итоге все согласились с выбором второго пути.*

Через полгода в августе были готовы «Тезисы программы». В третьей декаде августа Чэнь И возглавил расширенное совещание Комитета научного планирования при Госсовете, где было проведено заключительное обсуждение «Тезисов программы» и принят «Доклад ЦК о работе по научному планированию», таким образом, работа по составлению программы была завершена. Впоследствии Чэнь И был переведен в МИД, а ЦК и Госсовет в ноябре 1956 года назначили товарища Не Жунжэня заместителем премьер-министра Госсовета и директором Комитета по научному планированию по совместительству. Затем было проведено необходимое реформирование комитета и пополнение числа его членов. Не Жунжэнь, исходя из первоначального проекта тезисов программы, организовывал многочисленные совещания комитета, на которых пристальное внимание уделялось обсуждению спорных вопросов. В дальнейшем были сделаны предложения по исправлению, дополнению и улучшению проекта. В последней декаде декабря, когда был готов исправленный проект тезисов программы, ЦК сразу же переправил его вместе с рабочим докладом о составлении научной программы, написанным совместно Чэнь И, Ли Фучунем и Не Жунжэнем, в разные органы, чтобы узнать мнение и реакцию разных сторон. В то же время в СССР были отправлены все положения, которые должны были войти в тезисы программы, а также проект инструкции по планированию в области фундаментальных научных исследований. Советские ученые внимательно все изучили и в письменном виде изложили мнение и рекомендации по каждому пункту программы. В 1957 году китайское правительство направило научно-техническую делегацию, возглавляемую Го Можо, для проведения дальнейшего согласования и обмена мнениями с советскими учеными. В итоге было обсуждено и утверждено 122 пункта программы научно-технического сотрудничества с СССР.

В проекте «Долгосрочной программы научно-технического развития на 1956–1967 гг.» было предложено 57 важных научно-технических исследовательских задач и 616 центральных тем исследования, необходимых для государственного строительства Китая. Количество иероглифов во всей программе вместе с приложениями составило более 6 миллионов. В содержание программы вошли следующие важные аспекты:

1. Необходимость развития уже существующих в мире и так необходимых для национальной экономики и обороны Китая передовых дисциплин, например реактивных технологий и компьютерных технологий;
2. Необходимость проведения комплексных исследований по основным вопросам, исходя из особенностей Китая, например комплексное урегулирование и освоение Янцзы и Хуанхэ;

* Не Жунжэнь, Мемуары. — Т. 2. — Пекин: Изд-во НОАК, 1984. — С. 771 (на кит. яз.).

3. Вопросы в области строительства национальной экономики и развития науки и техники, требующие срочного изучения, например в таких областях как сельское хозяйство, металлургия, освоение ресурсов;

4. Важные научно-технические вопросы в производстве и строительстве, требующие решения от разных органов в настоящее время и недалеком будущем.*

В программе обозначено 12 ключевых заданий, а именно: мирное использование атомных ресурсов, ракетные технологии, полупроводники, компьютеры и технологии телеуправления в области электроники; производственная автоматизация и точные механизмы, приборы; добыча нефти и других важных ресурсов; комплексное использование этих ресурсов; новые двигатели и сложные механизмы; комплексное освоение Янцзы и Хуанхэ; механизация и электрификация сельского хозяйства и химические удобрения; профилактика ряда важных заболеваний; исследование базовых вопросов теории.

В области военной промышленности Комитет авиационной промышленности, Управление вооружения и планирования и органы оборонной промышленности совместно составили программу развития вооружения в качестве составной части двенадцатилетней программы научно-технического развития. Были поставлены следующие предварительные цели:

- посредством использования научно-технических достижений гражданского назначения подготовиться к исследованиям снарядов и ракет класса «земля–воздух», «воздух–воздух» и др. оборонного назначения;

- исследовать возможности атомной энергии с целью создания атомного реактора;

- в области электроники исследовать увеличение дальности обнаружения, автоматизацию вооружения и миниатюризацию коммуникационного оборудования; увеличить скорость, высоту и другие параметры реактивного самолета;

- исследовать повышение скорости и увеличение продолжительности плавания, автоматическое управление для подводных лодок, катеров и др. военных кораблей;

- снизить массу, улучшить проходимость танков и провести исследование самоходной артиллерийской установки; в области военной медицины исследовать противоатомное, противохимическое и противобиологическое оружие.**

Достигнутые в ходе выполнения данной программы научно-технические результаты оказались весьма значительными. В 1963 году была проведена всесторонняя проверка, показавшая, что большинство научно-технических проектов было завершено и внедрено в производство и строительство. Говоря о научно-техническом развитии Китая в целом, за 7 лет удалось выполнить более чем десятилетний объем работы, серьезно сократилось отставание от передового мирового научно-технического уровня. Количество научно-исследовательских структур в Китае (кроме исследовательских структур оборонной системы, см. ниже) с 381 в 1956 году увеличилось до 1296 в 1962 году, почти по каждой основной дисциплине и технической области была создана специальная исследовательская структура. Количество научно-технических работников, занимающихся исследовательской работой, с 62 тыс. в 1956 году увеличилось до 200 тыс. в 1962 году,

* Не Жунжэнь. Мемуары. — Т. 2. — Пекин: Изд-во НОАК, 1984. — С. 773 (на кит. яз.).

** Там же. С. 774 (на кит. яз.).

среди них 55 тыс. выпускников вузов, количество научных сотрудников высшего уровня, от младших научных сотрудников и выше, достигло более 2800 человек.* В ходе выполнения программы был решен ряд научно-технических вопросов в области экономического и оборонного строительства по второму и третьему 5-летнему плану, восполнены значительные пробелы в научных исследованиях Китая, повышен уровень некоторых важных фундаментальных дисциплин, развиты атомные ресурсы, электроника, полупроводники, автоматизация, компьютерная техника, реактивные, ракетные и другие научные технологии и создана хорошая база для дальнейшего развития науки и техники и государственного строительства.

1.2. Создание Исследовательской ракетной академии

Вскоре после окончания Второй мировой войны между Востоком и Западом началась холодная война. Главные соперники по холодной войне — СССР и США — осознавали, что решающий ресурс для противостояния — военная мощь. Тогда у США уже была атомная бомба и средства доставки бомбы до стратегических целей противника. А у СССР в этом плане было отставание. Тогда СССР, с одной стороны, ускорил разработку атомной бомбы, с другой стороны, создавал носители атомных бомб. Так как у СССР было большое отставание от США в количестве дальних бомбардировщиков и в короткие сроки ликвидировать его было трудно, вся надежда была возложена на создание ракет. В начале 50-х годов XX века СССР не только овладел технологиями создания атомной бомбы, но и разработал баллистические ракеты средней и меньшей дальности, а также ускорил разработку ракет большой дальности и межконтинентальных ракет.

В 1955–1956 годы, когда еще не были запущены первые советский и американский ИСЗ, а технология межконтинентальных ракет еще не была разработана за рубежом, в Китае тоже не знали, сможет ли баллистическая ракета стать важным боевым средством. Многие даже не знали, что это такое. Все тогда хорошо знали только возможности авиации. Поэтому главными предметами спора были следующие: нужно ли Китаю создавать баллистическую ракету? Сможет ли Китай это сделать? Какая связь между ракетой и самолетом?*

После возвращения в Китай в октябре 1955 года Цянь Сюэсэнь, в соответствии с планом, с последней декады ноября по последнюю декаду декабря отправился с визитом на северо-восток Китая. Во время посещения им Института военных технологий НОАК в Харбине директор института Чэнь Гэн специально приехал из Пекина, чтобы принять Цяня. В первую очередь он спросил у Цянь Сюэсэня: «Китайцы смогут сделать баллистическую ракету?». Цянь Сюэсэнь ответил: «Если иностранцы могут, почему китайцы не смогут?». Чэнь Гэн сказал:

* Бо Ибо. О нескольких важных политических решениях и событиях. — Т. 1. — Пекин: Изд-во школы ЦК КПК, 1991. — С. 515 (на кит. яз.).

** Ту Юаньцзи. Цянь Сюэсэнь и китайское ракетное дело // Путь молниеносного развития китайской космонавтики. — Пекин: Изд-во «История китайской культуры», 1999. — С. 591–598 (на кит. яз.).

«Хорошо! Я и ждал такого ответа».* 27 декабря Вань И по указанию министра обороны Пэн Дэхуя ознакомился с подробными соображениями Цянь Сюэсэня о том, как развивать баллистические ракеты и снаряды в Китае. В феврале 1956 года Е Цзяньин предложил Цянь Сюэсэню руководить исследованием ракетных технологий в Китае. Цянь согласился и затем сделал доклад Чжоу Эньлаю. Чжоу Эньлай сказал: «Товарищ Сюэсэнь, только что командующий Е рассказал мне о ваших идеях, я их полностью одобряю. Теперь даю вам задание как можно скорее изложить эти идеи, как следует организовать структуры, подобрать сотрудников, рассмотреть необходимые условия, и передать все это на рассмотрение ЦК».**

17 февраля 1956 года Цянь Сюэсэнь передал в ЦК КПК «Рекомендации по созданию оборонной авиационной промышленности в Китае» (тогда из соображений секретности под оборонной авиационной промышленностью подразумевались ракеты и снаряды), в которых был предложен проект развития ракетных технологий в Китае. Цянь Сюэсэнь указал: «Для развития авиационной промышленности, кроме заводов, нужно мощное исследовательское испытательное конструкторское предприятие, способное обеспечить долгосрочные и фундаментальные исследования. Конечно, этим структурам нужно единое руководящее звено — структура для всестороннего планирования и организации работы» (Ван Шоюнь, 775). В результате были рекомендованы организационный проект развития «оборонной авиационной промышленности», программа развития и конкретные шаги, список из 21 человека, которого можно было бы привлечь на техническую работу высшего уровня, включая Жэнь Синьмина, Ло Фэйлиня, Лян Шоупаня, Ху Хайчана, Я Фэнганя, Ло Шицзюня, Линь Тунчжоу и т. д. Этим рекомендациям было уделено пристальное внимание со стороны ЦК. 14 марта Чжоу Эньлай провел заседание Военного совета ЦК, на котором было принято решение о создании руководящей структуры в области авиационной и ракетной промышленности — Комитета авиационной промышленности — во главе с Не Жунжэнем и Цянь Сюэсэнем. 13 апреля Госсовет официально объявил о создании Комитета авиационной промышленности во главе с председателем Не Жунжэнем. Комитету отдали в подчинение научные, конструкторские и производственные структуры.

Подготовка работы комитета поначалу осуществлялась Чжоу Эньлаем, Не Жунжэнем и Цянь Сюэсэнем. 13 апреля 1956 года ЦК официально утвердил образование Комитета авиационной промышленности, Не Жунжэнь стал председателем, Хуан Кэчэн, Чжао Эрлу — заместителями председателя, а членами — Ван Шигуан, Ван Чжэн, Ань Дун, Лю Ялоу, Ли Цян, Цянь Бяодао, Цянь Сюэсэнь и т. д., Ань Дуна назначили ответственным секретарем. Комитет руководил исследовательскими работами в области авиационной и ракетной промышленности в Китае. В связи с тем, что это были перспективные вооружения, Комитет являлся закрытым учреждением.***

* Ван Таюнь. Цянь Сюэсэнь // Биографии китайских ученых. — Т. 1. — Пекин: Изд-во «Наука», 1991. — С. 775 (на кит. яз.).

** Лю Чэн. Цянь Сюэсэнь и проект «Бомба, ракета и спутник» / Лю Чэн, Фань Цзюй-фэй // Газета НОАК. — 2001. — 19 декабря (на кит. яз.).

*** Ван Таюнь. Цянь Сюэсэнь // Биографии китайских ученых. — Т. 1. — Пекин: Изд-во «Наука», 1991. — С. 775 (на кит. яз.).

Не Жунжэнь в то время руководил делами оборонной науки и техники. В двенадцатилетней долгосрочной программе развития науки и техники он руководил составлением и принятием проектов по обороне и 12 апреля 1956 года доложил ЦК «Мнение о проектах оборонных исследований в рамках двенадцатилетней программы развития науки и техники». По вопросу развития ракет в докладе говорится: «О направлениях развития авиации... о ракетах и снарядах. Исходя из тенденций развития реактивного самолета, а также имеющейся научной базы в Китае, направлений исследований, сначала нужно сконцентрировать весь технический потенциал на разработке и производстве ракет и снарядов. В первую очередь, необходимо произвести ракеты и снаряды малой и средней дальности, которые по целям назначения включают следующие виды:

1) зенитная управляемая ракета (ракета класса “земля–воздух”), дальность полета 100 км;

2) ракета класса “земля–земля” или “земля–море”, дальность полета 500–600 км;

3) ракета класса “воздух–воздух” или “воздух–земля”, дальность полета × км (так в оригинале. — *Прим. ред.*)

Требовалось за несколько лет произвести вышеназванные ракеты и снаряды, для чего нужно было предпринять следующие шаги:

1) создать единую комплексную исследовательско-конструкторскую структуру. Особенно необходимо объединить машиностроение, аэродинамику и электронику систем управления, исследования и проектирование управляемых и неуправляемых КА.

2) для начала закупить в СССР определенное количество снарядов и ракет для обучения армии. В то же время направить часть техников на учебу в СССР для создания в дальнейшем производственной базы в Китае.

3) создать производительные силы, выполняющие исследования и проектирование, а первое производство вести по советским чертежам*.

В докладе также указано: «Исследование, проектирование и производство снарядов и ракет — очень сложная и трудная задача, будет много трудностей, но есть и благоприятные условия: 1) есть помощь СССР; 2) в Китае имеется определенное число технических работников и квалифицированных специалистов, поэтому есть уверенность; 3) есть большая партийная, политическая, военная поддержка и поддержка разных отраслей промышленности».**

Тогда произошел серьезный спор по поводу перспектив развития баллистических ракет в Китае. Китайские военные воспользовались единогласной поддержкой вышестоящих органов и сделали упор на развитие боевого самолета, чтобы укрепить воздушную оборону. Товарищ Цянь Сюэсэнь настаивал на своем: он считал, что Китаю нужно развивать баллистические ракеты, так как, с точки зрения нападения и обороны, ракета имеет преимущество перед самолетом, потому что у нее скорость будет выше. Особенно важно то, что освоить ракетные технологии едва ли сложнее, чем создать самолет, потому что используемые

* Не Жунжэнь. Концентрация сил на ускорении разработки ракеты класса «поверхность–поверхность» // Избранные работы. — Пекин: Изд-во «Оборонная промышленность», 1999. — С. 1–2 (на кит. яз.).

** Там же. — С. 2 (на кит. яз.).

материалы одноразовые. А материалы, используемые в авиастроении, должны быть многоразовыми. Поэтому к топливу, двигателю и структурным материалам предъявляют особые требования. Развивая ракетные технологии, можно пока не решать сложные технические задачи, требующие большого опыта. Единственная трудная задача, требующая решения, это наведение. Но и с этим можно справиться за короткий срок. Цянь Сюэсэнь изложил ряд принципов наведения, включая принцип наведения межконтинентальной ракеты. Его идеи и анализ устранили сомнения многих, и было принято стратегическое решение — развивать ракеты.*

Под руководством Цянь Сюэсэня Ван Би, Шэнь Юань, Жэнь Синьминь и др. совместно составили 37-ю тему «Тезисов долгосрочной программы научно-технического развития 1956–1967» — «Создание реактивных и ракетных технологий». ** В инструкции к программе указаны предварительные задачи, предполагаемые результаты, основной путь, примерные темпы развития ракетных технологий в Китае, а также структуры, которые необходимо создать, и т. д.

10 мая 1956 года Не Жунжэнь в соответствии с программой «Создание реактивных и ракетных технологий» доложил ЦК КПК «Предварительное мнение о работе по организации в Китае ракетных исследований», предложил создать при Комитете авиационной промышленности ракетное управление и учредить Исследовательскую ракетную академию. 26 мая на заседании Военного совета ЦК, прошедшем под руководством Чжоу Эньлая, было решено дать Комитету авиапрома указание создать ракетное управление (5-е управление Минобороны) и ракетную исследовательскую академию (Пятую академию Минобороны), ответственными были назначены Цянь Сюэсэнь и Чжун Фусянь.

5-е управление Минобороны было создано 6 августа 1956 года, а работа по планированию началась с июня. 8 октября состоялось официальное открытие первой ракетной исследовательской структуры в Китае — 5-й академии Минобороны. На церемонии открытия Не Жунжэнь выступил с речью, в которой горячо поздравил академию с открытием и призвал всех самоотверженно учиться и работать, посвятить всю жизнь ракетному делу. Не Жунжэнь также огласил приказ Чжоу Эньлая о назначении Чжун Фусяня начальником 5-го управления Минобороны, а Цянь Сюэсэня — заместителем начальника, главным инженером и директором 5-й академии по совместительству. В начале 1957 года 5-е управление и 5-я академия были объединены, и Цянь Сюэсэнь был назначен директором объединенной Пятой академии.

15 октября 1956 года Не Жунжэнь представил Чжоу Эньлаю и Пэн Дэхуаю основные принципы развития ракетного оружия в Китае в «Докладе об усилении разработок и производства ракет в Китае»:*** «В первую очередь, мы должны

* Хэ Цэма. Профессор Цянь Сюэсэнь и двенадцатилетняя программа развития науки и техники // Ежемесячный журнал Академии наук Китая, 1992. — № 3. — С. 25–26 (на кит. яз.).

** Ту Юаньци. Цянь Сюэсэнь и китайское ракетное дело // Путь молниеносного развития китайской космонавтики. — Пекин: Изд-во «История китайской культуры», 1999. — С. 591 (на кит. яз.).

*** Не Жунжэнь. Доклад об усилении разработок ракет в Китае // Избранные работы. — Пекин: Изд-во «Оборонная промышленность», 1999. — С. 7–9 (на кит. яз.).

самостоятельно разрабатывать ракеты, а во вторую очередь, прибегать к помощи других государств и использовать научные достижения капиталистических стран, хотя Китай еще отстает по научно-техническому и промышленному уровню развития. Число трудящихся по всей стране инженерно-технических работников, специализирующихся в разных областях, а также иностранных студентов, научно-технических работников, пытающихся вернуться на родину из-за границы, достаточно велико, и их общепрофессиональный уровень подготовки достаточно высок. Также есть кадры, занимавшиеся ранее за границей исследовательскими и конструкторскими разработками ракет и снарядов. Стоит только утвердить вышеуказанный курс и принять активные меры, даже если не удастся добиться иностранной помощи, мы сможем проводить самостоятельные исследования. СССР обещал нам обучить технические кадры, и если мы еще раз объясним им ситуацию и очень постараемся, то помощи может быть и больше. Другие братские государства тоже, возможно, предложат какую-то помощь. Сначала нужно провести исследования и попробовать произвести ракету простого типа, а потом перейти на следующий уровень».

Цянь Сюэзнь сказал, что в настоящее время, с точки зрения аэродинамики, двигательной установки и корпуса ракеты, спроектировать ракету типа американской «Онэст Джон» без установки на нее системы управления с дальностью полета 100 км не составит особых трудностей (США тоже начали с ракеты простого типа, а потом постепенно стали решать проблемы автоматического управления). Вопрос проектирования системы автоматического управления решить достаточно сложно, но сейчас в Китае еще можно найти научно-технических работников для проведения исследований; также можно самостоятельно произвести комплект управляющего оборудования и испытать его на старом самолете. Главная сложность — отставание в производстве комплектующих и приборостроительного оборудования, но на начальном этапе потребности небольшие, поэтому для начала можно импортировать из СССР, Германии, Венгрии, Чехословакии и других стран, а затем осуществлять их копирование. Прошлый опыт показывает, что только, если самим активно действовать, можно приобрести опыт и достичь эффекта, и только, если начать делать самим, можно получить иностранную помощь». Чжоу Эньлай подписал документ в тот же день, затем доклад утвердили ЦК КПК и Военный совет ЦК.*

В докладе также был затронут вопрос о подготовке технических кадров: «Советская сторона заявила, что принимает такое-то количество наших студентов для обучения ракетной специальности. Чтобы выиграть время, можно направить инженерно-технических работников с определенным научно-техническим уровнем в качестве аспирантов. Часть студентов, отправленных в МАИ и МВТУ им. Н.Э. Баумана 2-м управлением машиностроения, перевести на ракетную специальность, а также перевести часть студентов 1–4 курсов со специальностями, близкими к ракетным. В Китае можно организовать ракетную специальность не только в Институте военных технологий, Пекинском авиационном институте, Пекинском промышленном институте, но и в Институте связи, Почтово-телеграфном институте, Университете путей сообщения, Университете Цинхуа и др. вузах (это упоминалось при составлении научной программы), чтобы

* Там же. — С. 9 (на кит. яз.).

соответствовать требованиям развития ракетной и других наук». Касательно помощи СССР в докладе говорилось: «Чтобы добиться помощи советского правительства, необходимо продолжать обмен делегациями с СССР, чтобы систематизированно повышать научно-технические возможности Китая, уровень подготовки и положительный настрой китайских товарищей, а в дальнейшем понять отношение СССР, добиться большей помощи. В то же время нам следует подумать над тем, чтобы пригласить специалистов из других братских государств и предоставить помощь им по некоторым специальностям (например, радиоэлектронике) и некоторому техническому оборудованию». Также необходимо «использовать научные достижения капиталистических стран. Следует изыскивать способы для сбора информации по вопросам науки и техники, опубликованной за границей, переводить и копировать для использования в качестве справочных материалов для научных исследований и преподавания».*

После того, как в двенадцатилетней научной программе было предложено разрабатывать ракету и была создана Пятая академия, сразу же начались организационная работа и научные исследования в области ракетных технологий. В 1960 году первая скопированная ракета малой дальности 1059 была успешно испытана. Так как СССР тогда приостановил техническую помощь Китаю, а также из-за последствий трехлетних бедствий широко обсуждалось, стоит ли развивать ракетные и другие передовые технологии. Ответственный за оборонную науку и технику Не Жунжэнь был твердо убежден: «Необходимо преодолеть ключевые трудности и создать ракету и бомбу, и, таким образом, стимулировать развитие современной науки и техники». Он также утвердил курс «укоротить линию фронта, расставить приоритеты и обеспечить выполнение ключевых задач», смысл которого заключался в следующем: выбирая между научными исследованиями и производством и между передовыми и обычными технологиями, отдать предпочтение научным исследованиям и передовым технологиям. Эти его идеи получили поддержку Мао Цзэдуна и Чжоу Эньлая. Чэнь И сказал: «Пусть даже мы останемся без штанов, но передовое оружие сделать надо обязательно». Он много раз шутил с Не Жунжэнем: «У меня как у министра иностранных дел, сейчас поддержка не очень сильная. Если вы сделаете ракету и атомную бомбу, то я заручусь большой поддержкой».**

Так как СССР отзывал своих специалистов, Китай пошел по самостоятельному пути и добился хороших результатов. По этому поводу Мао Цзэдун как-то пошутил: «Нужно дать Хрущеву орден весом в тонну»***.

Чтобы сконцентрировать силы для разработки крайне необходимых моделей ракет, Не Жунжэнь 2 июня 1961 года сказал директору Пятой академии Цянь Сюэсэню и другому ответственному лицу из академии Ван Чжэнтаню: «Упорядочить силы, сократить линию фронта, активно осуществлять прорывы и развивать ракеты класса “земля–земля”. У нас есть все условия для производства ракет класса “земля–земля”: посредством копирования ракеты Р–2 обучена техническая команда, группа технического персонала, сконцентрированы усилия

* Не Жунжэнь. Доклад об усилении разработок ракет в Китае // Избранные работы. — Пекин: Изд-во «Оборонная промышленность», 1999. — С. 7–9 (на кит. яз.).

** Не Жунжэнь. Мемуары. — Т. 2. — Пекин: Изд-во НОАК, 1984. — С. 812 (на кит. яз.).

*** Там же. — С. 809.

опытных ученых, и относительный размах получило капитальное строительство. Исходя из этого, нужно скорее развивать ракетное дело Китая. Принцип ракет разных моделей сходен, если получить ракету класса “земля–земля”, то другие будет проще разрабатывать... Мы должны начать прорыв с класса “земля–земля”. Это стратегический вопрос. У нас пока трудности с людскими и материальными ресурсами, нужно сконцентрировать еще больше сил для прорыва. Если разрабатывать сразу все модели, то в результате силы будут разбросаны, и ничего не получится. В любом деле есть вопрос, требующий начального прорыва».*

1.3. Разработка искусственного спутника

4 октября 1957 года СССР запустил первый в мире искусственный спутник Земли, это потрясло мир и вызвало большой резонанс среди китайских ученых. 13 октября Академия наук Китая, Китайская ассоциация естественных наук и Союз популяризации науки и техники Китая провели симпозиум на тему запуска в СССР первого в мире ИСЗ. В симпозиуме приняло участие 38 ученых из таких областей, как астрономия, физика, аэродинамика, химия, радиоэлектроника, электроника, геофизика, связь и др. Вел заседание вице-президент Академии наук Китая Чжу Кэчжэнь. С докладами выступили Чжу Кэчжэнь, У Юсюнь, Чжан Юйчжэ, Чэнь Цзуньгуй, У Шюнянь, Мэн Цзычэн, Чжао Цзючжан, Чэн Маолань, Чжан Вэньюй, Го Юнхуай, Чэнь Фаньюнь, Чжоу Пэйюань, Цянь Саньцян и др.

Китайские газеты в полной мере осветили запуск спутника в СССР. Сун Цинлин, Го Можо и Шэнь Яньбин 6 октября отправили СССР поздравительные телеграммы. Президент АН Китая Го Можо написал в поздравительной телеграмме: «Мы обязательно приложим все усилия, чтобы стимулировать развитие китайской науки, и будем равняться на вас». Он также сказал: «Наш народ и ученые чувствуют ни с чем не сравнимую радость и благодарность. Это великое достижение советских ученых также является важным стимулом для китайских ученых. Мы будем усердно учиться передовому опыту СССР и осуществлять тесное творческое сотрудничество, чтобы китайская наука тоже быстро развивалась. Мы надеемся, что китайские ученые покажут все, на что они способны, и будут равняться на СССР».**

В газетах приносили поздравления и публиковали статьи о событии следующие ученые: Цянь Сюэсэнь, Ту Чжанван, Чжу Ганкунь, Цянь Саньцян, Хуа Логэн, Чжоу Пэйюань, Янь Цици, Чэнь Фаньюнь, Ча Цяо, У Чжунхуа, Ван Цзюнькуй, Ван Дэжун, Ли Сыгуан, Ду Ляньяо. Гао Шици, Дэн То и Ван Куньлунь написали поздравительные стихи.

Запуск двух советских спутников в 1957 году произвел большое впечатление на Мао Цзэдуна. То, что СССР первым запустил искусственный спутник, сказалось на международном положении в целом. Тогда появилась поговорка — «Ветер с востока довлеет над ветром с запада». 2 ноября 1957 года Мао Цзэдун прибыл в Москву для участия в праздновании сорокалетнего юбилея Октябрьской

* Не Жунжэнь. Мемуары. — Т. 2. — Пекин: Изд-во НОАК, 1984. — С. 243 (на кит. яз.).

** Го Можо. [Поздравительная телеграмма] // Гуанмин жибао. — 1957. — 6 октября (на кит. яз.).

революции. В московском аэропорту он выступил с речью, в которой упомянул советский спутник. Он сказал: «Октябрьская революция — день великой победы советского народа, а также день великой победы пролетариата, рабочих масс и всех угнетенных народов мира. Эта победа, завоеванная 40 лет назад советским народом под руководством великого Ленина и великой советской компартии, задала начало новой эре в истории развития человечества. В процессе сорокалетнего строительства СССР необычайно быстро добился блестящих результатов, во многих областях науки и техники вышел в первые ряды среди всех стран мира, став выдающимся примером для стремления к прогрессу и счастью народа. Запуск первого искусственного спутника Земли в СССР — простое событие, с которого начинается эпоха дальнейшего освоения природы человечеством».*

6 ноября в Москве состоялось торжественное празднование сорокалетия Октябрьской революции. Мао Цзэдун выступил с речью, в которой снова дал высокую оценку запуску первого ИСЗ: «СССР полностью изменился за 40 лет. До революции Россия очень сильно отставала в экономическом и техническом плане. Сейчас СССР стал сильным промышленным государством первого эшелона. Уровень жизни советского народа постоянно повышается. Масштаб развития образования, науки и культуры во многом превысил капиталистические страны. СССР построил первую в мире АЭС, произвел первую в мире партию межконтинентальных баллистических ракет, запустил первый в мире спутник. Мир признал, что запуск двух искусственных спутников положил начало новой эре освоения природы человечеством. Все это не только гордость советского народа, но и гордость всего мирового пролетариата, а также гордость всего человечества. Этому не радуются только некоторые реакционеры».**

По окончании празднования в Москве провели заседание представителей коммунистических и рабочих партий. Мао Цзэдун выступил с речью 14, 16 и 18 ноября, в каждой из которых был упомянут запуск искусственного спутника. В речи от 14 числа Мао Цзэдун затронул вопрос формирования социалистического лагеря, возглавляемого СССР: «У нас есть опыт проведения революции, но нет опыта строительства. С точки зрения населения, мы великое государство, а с точки зрения экономики — неопытное»***. В речи от 16 ноября Мао Цзэдун указал на важную роль создания спутников в международной политике: «СССР запустил «маленькую луну» в 500 кг. Мы должны поторопить советских товарищей: надеемся, что они в следующий раз запустят спутник тяжелее 500 кг. Если запустить спутник весом 50 000 кг, тогда станет очень легко. Если запустить объект в 50 000 кг, тогда можно подписать мирное соглашение... чтобы избавиться от страха, нужно запустить объект в 50 000 кг или больше. В этом, в первую очередь, надо полагаться на СССР»****. В речи от 18 ноября Мао Цзэдун дал оценку международной обстанов-

* Мао Цзэдун. [Речь 2 ноября 1957 г.] // Синьхуа. — 1957. — № 24. — С. 13 (на кит. яз.).

** Мао Цзэдун. Речь на праздновании сорокалетнего юбилея Октябрьской революции // Работы Мао Цзэдуна со времен образования КНР. — Т. 6. — Пекин: Изд-во документов ЦК, 1992. — С. 616 (на кит. яз.).

*** Там же. — С. 627.

**** Мао Цзэдун. Речь на праздновании сорокалетнего юбилея Октябрьской революции // Работы Мао Цзэдуна со времен образования КНР. — Т. 6. — Пекин: Изд-во документов ЦК, 1992. — С. 627 (на кит. яз.).

ке: «Я считаю, что сейчас международная обстановка достигла новой поворотной точки. В мире сейчас есть два ветра: ветер с востока и ветер с запада. В Китае есть поговорка: если не восточный ветер подавит западный ветер, то западный ветер подавит восточный. Я считаю, что особенностью нынешней обстановки является то, что ветер с востока довлест над ветром с запада, то есть сила социализма занимает преимущественное положение относительно сил империализма».

«В этом году — в 1957 году — обстановка очень сильно отличается. На нашем небе яркий свет, а на западном небе — темные облака. Мы очень оптимистичны, а они встревожены. Запуск двух спутников не дает им спать. Собрание компартий более 60 государств в Москве — это небывалое событие, и такого масштаба никогда не было». В речи он перечислил 7 доводов, почему «ветер с востока довлест над ветром с запада», среди которых седьмой довод — запуск искусственного спутника: «Седьмой — СССР запустил два спутника. Сколько имеется стали у государства, которое запустило спутник? 51 млн тонн. Говорят, что США очень сильные. Так почему же они до сих пор даже картошку не запустили? У них есть 100 млн тонн стали, они так этим расхвастались, даже передовой план приготовили. Название “передовой” план следует заменить на “отсталый”».* По его мнению, «до запуска СССР искусственного спутника социалистические государства вышли вперед по влиянию на народные массы и по численности населения по сравнению с империалистическими странами; а после запуска заняли лидирующие позиции в самой важной научно-технической сфере». Он сказал: «Америка нагонит, она тоже запустит спутник. Это правда. Хрущев в своем докладе сказал, что США запустят спутник. Но в США сейчас как раз спорят, через год, два или через пять смогут догнать СССР. Мне неважно, через год, два или 5 лет они запустят спутник, все равно они всегда будут позади».**

1 января 1958 года в газете «Жэньминь жибао» была опубликована праздничная передовица «На всех парусах», в которой была очередная пропаганда лозунга «Догнать и перегнать Англию примерно за 15 лет». В ответ на этот лозунг, выдвинутый ЦК весной 1958 года, деревня первой начала большой скачок. АН Китая в это время тоже предложила свои амбициозные планы. Конечно, с точки зрения науки и техники, самым волнующим по-прежнему был запуск ИСЗ. Поэтому некоторые ученые АН Китая весной 1958 года выдвинули лозунг «В небо, в землю и в море». «В небо» — разработка и запуск искусственного спутника, «в землю» — разведка новых ресурсов в недрах земли, «в море» — использование морских ресурсов и разработка научных методов для усиления морской обороны Китая.*** В апреле 1958 года бывший вице-президент АН Китая Цжан Цзинфу принял участие в Учанском заседании и сообщил мнение ученых на пленуме ЦК КПК. Политбюро ЦК одобрило решение о создании программы развития спутников и поручило заняться этим АН Китая.****

5 мая 1958 года в Пекине состоялся второй пленум ЦК КПК восьмого созыва, на котором был принят предложенный Мао Цзэдуном общий курс —

* Там же. — С. 634 (на кит. яз.).

** Там же.

*** Цжан Цзинфу. Пусть история их запомнит // Пусть история их запомнит. — Гуанчжоу: Изд-во Цзинаньского ун-та, 1999. — С. 43 (на кит. яз.).

**** Там же. — С. 44.

«Приложить все силы, стремиться к вершинам, больше, быстрее, лучше и экономнее строить социализм». На заседании Мао Цзэдун много раз излагал дух общего курса «больше, быстрее, лучше и экономнее», выступал против лозунга «правоуклонистский и консервативный» и раскритиковал товарищей, выступающих против стремления к достижению высоких показателей. Это заседание стало знаком прихода волны «большого скачка».

Мао Цзэдун выступил на этом заседании четыре раза. 17 мая Мао официально выдвинул лозунг «Мы тоже будем создавать искусственный спутник». В 17:30 того же дня он выступил со второй речью и два раза упомянул спутник. Он сказал: «Товарищи, последнее время вопрос спутника — вопрос, который всех очень интересует. Мое настроение, конечно, такое же, как у всех. СССР уже в прошлом году запустил спутник, США несколько месяцев назад тоже запустили спутник, что же нам делать? А мы, мы тоже сделаем искусственный спутник». Он также указал: «Конечно, нужно сначала сделать маленький спутник, но мы не будем запускать, как американцы, спутник размером с куриное яйцо! Если запускать, то запускать весом в 20 тыс. кг!»*

Получив указания Мао Цзэдуна, АН Китая начала планирование и исследовательскую работу по ИСЗ и сделала это задачей № 1 в 1958 году. По предложенному тогда проекту Китай должен был запустить первый спутник в 1960 году.**

Осенью 1958 года Чжао Цзючжан отправился в СССР с группой специалистов в области физики атмосферы, надеясь получить новые сведения в области космической техники. Но двухмесячный визит оказался не очень удачным. Китайские ученые столкнулись с разными ограничениями. СССР разрешал знакомиться только с некоторым вспомогательным оборудованием, а реальные спутники и ракеты не было возможности увидеть. Кроме того, кругом были люди, которые контролировали китайскую делегацию. По возвращении в Китай ученые поняли, что для разработки и создания искусственного спутника необходима огромная научно-техническая и промышленная мощь, а при тогдашней обстановке в Китае было совершенно невозможно в короткие сроки овладеть техникой разработки и запуска спутника, поэтому сначала было необходимо заложить техническую базу. Ученые также отметили, что при существующих условиях в Китае АН Китая должна начать работу с разработки проекта ракеты-зонда и развивать космические технологии постепенно. Это предложение было принято. 21 января 1959 года АН Китая доложила указания Дэн Сяопина: не запускать спутник в следующем году в связи с отсутствием соответствующих ресурсов у государства. Задача АН Китая разработать спутник была пересмотрена.*** Кто бы мог подумать, что идеи по разработке искусственного спутника, выдвинутые в 1958 году, будут проведены в жизнь только через 7 лет, а именно в 1965 году.

За несколько лет, пока разработка спутника была приостановлена, АН Китая не только сконцентрировала силы на разработке ракеты-зонда и исследований

* Ли Миншэн. Выход из глобальной деревни. — Пекин: Изд-во НОАК, 2001. — С. 45.

** Чжан Цзинфу. Пусть история их запомнит // Пусть история их запомнит. — Гуанчжоу: Изд-во Цзинаньского ун-та, 1999. — С. 45 (на кит. яз.).

*** Лу Шоугуань. Рождение первого китайского ИСЗ // Пусть история их запомнит. — Гуанчжоу: Изд-во Цзинаньского ун-та, 1999. — С. 341 (на кит. яз.).

ракеты-носителя, но и проводила исследования и испытания аэрологического зонда и оборудования ДЗЗ. 12 апреля 1961 года в СССР успешно прошел пилотируемый запуск, и это опять вызвало широкий резонанс в научных кругах Китая. Чтобы ускорить исследовательские работы по созданию искусственного спутника и других космических аппаратов (КА), Цянь Сюэсэнь, Чжао Цзючжан и др. ученые инициировали проведение симпозиумов по межпланетным полетам. На каждом симпозиуме с научным докладом выступал один из научных работников, затем были свободные выступления и обмен мнениями. В период 1961–1964 годов было проведено двенадцать таких симпозиумов. Содержание симпозиумов касалось почти всех аспектов космоса и космических технологий, включая РН, вопросы, связанные с верхними слоями атмосферы, возвращение КА, телеметрию и управление спутниками, проблемы распространения радиоволн, биологические вопросы космического полета, материалы КА и вопросы управления и т. д. В итоге было выдвинуто много полезных идей и предложений по развитию китайской космонавтики.*

В 1964 году Китай добился большого прорыва в области ракет и ядерного оружия. 29 июня, 9 и 11 июля успешно прошли запуски ракеты «Дунфэн-2» с ракетной базы в Цзюцюане. 16 октября в Китае была взорвана первая атомная бомба. Разработка баллистических ракет стала базой для искусственного спутника, поэтому его развитие вошло в повестку дня.

В третьей декаде октября 1964 года Чжао Цзючжан, Фан Цзюнь, Цянь Цзи и несколько других ученых были приглашены в Цзюцюань для наблюдения за запуском ракеты «Дунфэн-2», где обсудили перспективы развития РН и возможности запуска спутника. Эта поездка привела Чжао Цзючжана к выводу, что разработка и запуск китайцами ИСЗ — вопрос ближайших дней.

В конце 1964 года в доме собраний ВСНП была проведена первая сессия ВСНП третьего созыва. Чжао Цзючжан принял участие в этом заседании. Чжоу Энляй в рабочем докладе выдвинул лозунг «Атака на науку». Выслушав доклад премьера Чжоу, Чжао Цзючжан ночью 27 декабря составил предложения об ускорении работ по созданию и запуску ИСЗ, а на следующий день утром передал документ в руки Чжоу Энляю. В письме он указал, что запуск спутника и запуск межконтинентальной ракеты имеют очень тесную связь, так как РН абсолютно одинаковые. К тому же радионавигационное оборудование ракеты большого радиуса действия и ИСЗ до входа на орбиту практически одинаковое, за счет точности управления выводом спутника на орбиту можно определить точность попадания межконтинентальной ракеты в цель. Некоторые отклонения при выводе спутника на орбиту не сказываются на его вращении по орбите, они только помогут получить экспериментальные данные для улучшения системы управления межконтинентальной ракетой и помогут избежать некоторых временных трудностей при пробном запуске ракеты на земле. Так как радиус действия межконтинентальной ракеты очень большой — как правило, он превышает пределы одного государства — для проведения пробного запуска должна быть

* НТС АН Китая: Сб. науч.-техн. мат. по межпланетным полетам. — Т. 1. — Пекин: Изд-во «Наука», 1963 (на кит. яз.); Пэй Лишэн. Бросим силы на проект «Бомба, ракета и спутник» и сделаем нашу армию мощнее // Пусть история их запомнит. — Гуанчжоу: Изд-во Цзинаньского ун-та, 1999. — С. 87 (на кит. яз.).

полная уверенность в малом отклонении от расчетной точки падения. Поэтому для проведения пробного запуска межконтинентальной ракеты нужно решить два основных вопроса. Первый — для попадания в цель в районе Тихого океана необходимо обеспечение поддержки мощного морского флота. Второй — необходимо решить проблему входа ракеты в атмосферу.

Неважно, будут ли решены эти два вопроса, спутник запускать можно. Сначала нужно сделать первый шаг — построить научно-техническую систему, состоящую из радионавигационного оборудования, орбитальных испытаний и компьютерного наземного слежения. Поэтому разработка и запуск спутника совсем не мешают развитию межконтинентальной ракеты, наоборот, оба вопроса взаимосвязаны.

Чжао Цзючжан отметил большое значение спутника в оборонном строительстве: СССР и США проделали огромную исследовательскую работу и уже начали применять результаты на практике. До ноября 1964 года из 228 успешно запущенных спутников 174 использовались в оборонных целях. Спутники можно использовать для слежения, военных метеонаблюдений, военной коммуникации, также можно проводить технические опыты военного оборудования. Он также указал, что некоторые спутники, например, американские спутники серии «Эксплорер», выглядят как чисто научные — для исследования радиационного пояса верхней атмосферы, магнитного поля верхней атмосферы и т. д., а на самом деле принцип приборов, измеряющих радиационный пояс и приборов, измеряющих образовавшиеся после ядерного взрыва радиоактивные частицы, одинаков. Поэтому можно сказать, что почти все ИСЗ связаны с национальной обороной.*

В январе 1965 года Цянь Сюэсэнь и другие ученые предложили Госсовету: «С тех пор как СССР запустил первый ИСЗ 4 октября 1957 года, АН Китая и Пятая академия проанализировали эти новые технологии. В настоящий момент по баллистической ракете уже имеется определенная база: получили дальнейшее развитие ракеты большой и средней дальности, поэтому есть возможность запустить спутник определенного веса, а планируемая к разработке ракета большого радиуса действия, несомненно, сможет стать носителем ИСЗ. Данная работа очень сложна, поэтому необходимо как можно раньше начать соответствующие исследования, а для этого нужно как можно скорее внести это в государственный план».**

Чжоу Энлай приказал подготовить конкретный проект. Вслед за этим Чжан Цзинфу, Пэй Лишэн и Чжу Кэжэнь организовали обсуждение проекта сотрудниками Академии и подготовили доклад партийной группы Академии «Предложения по проекту плана развития ИСЗ в Китае» для Не Жунжэня. Не Жунжэнь попросил Чжан Айпина пригласить Чжан Цзинфу, Цянь Сюэсэня и других ответственных из соответствующих структур для проведения симпозиума по вопросу запуска спутника. Исходя из их мнения, 29 апреля 1965 года КОНТОП представил доклад, в котором предполагалось запустить первый ИСЗ в период 1970–1971. В докладе указывалось, что спутник будет разрабатываться

* Чжао Цзипин. Чжао Цзючжан // Биографии основоположников проекта «Бомба, ракета и спутник». — Т. 2. — Пекин: Изд-во Ун-та Цинхуа, 2001. — С. 19–23 (на кит. яз.).

** Чжу Илнь. Подготовительная работа по спутнику на раннем этапе под руководством Цянь Сюэсэня // Международный космос. — 2002. — № 5. — С. 5 (на кит. яз.).

АН Китая; за разработку РН будет отвечать 7-е министерство машиностроения; за наземное наблюдение, слежение и систему телеуправления—4-е министерство машиностроения при содействии АН Китая. 6 мая 1965 года данный доклад был одобрен 12-м заседанием Спецкома ЦК. С тех пор официально началось выполнение задачи разработки первого ИСЗ Китая.

По причине секретности заданию был дан номер 651, отражавший тот факт, что Чжоу Эньлай одобрил письмо Чжао Цзючжана в 1-м месяце 1965 года. В духе заседания Спецкома ЦК 31 мая того же года АН Китая официально создала «спутниковую группу», руководителями которой были назначены Цзе Чжаоюань, Ян Цзячи и Фан Цзюнь. В группу также вошли: Ху Хайчан, Шэнь Имин из НИИ динамики; Чэнь Фаньюнь, Вэй Чжунцзюань из Института электроники; Ту Шаньчэн, Чжан Ханьбин из института автоматизации; Хэ Чжэнхуа, Ху Цичжэн, Пань Хоужэнь из института геофизики. Также были основаны группа «наземного оборудования», за которую отвечали Ван Дахэн и Чэнь Фаньюнь; «биологическая» группа под руководством Бэй Шичжан из биофизического института; группа «баллистики», в которую входили Гуань Чжаочжи из математического института и Чжан Юйчжэ из обсерватории Цзыцзиньшань. С тех пор официально началась разработка ИСЗ Китая.*

1.4. Изменения в системе управления космической деятельностью

В конце 50-х годов XX века в соответствии с требованиями двенадцатилетней программы научно-технического развития в Китае была создана Ракетная исследовательская академия (Пятая академия Минобороны) и началась разработка ракет. Главная задача — разработка ракеты класса «земля–земля». Цель — копируя ракеты малой дальности, постепенно перейти к самостоятельной разработке ракеты средней, большой дальности и межконтинентальной ракеты. После более чем двадцати лет усилий Китай разработал и успешно развил первое поколение жидкостных баллистических ракет. Затем были разработаны твердотопливные стратегические ракеты средней и большой дальности, большой прогресс был получен в создании межконтинентальной ракеты второго поколения. В самом начале выполнения «ракетного плана» Пятая академия создала несколько подразделений, которые впоследствии превратились в самостоятельные академии. Пятая академия Минобороны пережила преобразования в 7-е министерство машиностроения, Министерство космической промышленности, Министерство авиационной и космической промышленности, а также в две нынешние корпорации: Китайская корпорация космической науки и техники и Китайская корпорация космической науки и промышленности.

8 октября 1956 года была основана первая ракетная исследовательская структура Китая — Пятая академия Минобороны. В праздновании приняли участие все сотрудники 5-го управления и Пятой академии, численностью более 300 человек. Среди них примерно 200 человек — студенты, окончившие годом ранее

* История Академии наук Китая. См. сайт Академии наук Китая: www.cas.ac.cn

разные специализированные вузы.* 23 ноября 1956 года Не Жунжэнь одобрил создание 10 исследовательских лабораторий при академии: 6-я лаборатория (лаборатория главного конструктора), директор — Жэнь Синьминь; 7-я лаборатория (лаборатория аэродинамики), заместитель директора — Чжуан Фэнгань; 8-я лаборатория (лаборатория прочности конструкции), директор — Ту Шоуэ; 9-я лаборатория (лаборатория двигателей), директор — Лян Шоупань; 10-я лаборатория (лаборатория топлива), директор — Ли Найцзи; 11-я лаборатория (лаборатория систем управления), заместитель директора — Лян Сыли; 12-я лаборатория (лаборатория элементов контроля), заместитель директора — Чжу Цзинжэнь; 13-я лаборатория (лаборатория радиоволн), заместитель директора Фэн Шифчжан; 14-я лаборатория (лаборатория компьютерных технологий), заместитель директора — Чжу Чжэн; 15-я лаборатория (лаборатория техники и физики), заместитель директора — У Дэюй.

1 марта 1957 года для упрощения структуры и сокращения уровней управления заместитель председателя Военного совета ЦК Не Жунжэнь одобрил ликвидацию 5-го управления Минобороны как самостоятельной единицы и его включение в Пятую академию Минобороны. После объединения Пятой академии и 5-го управления Цянь Сюэсэнь назначили директором Пятой академии Минобороны, а Лю Бинъянь, Бай Сюэгуан, Линь Шуан были назначены заместителями директора академии. Повседневной работой руководил Лю Бинъянь. Очень скоро Гу Цзиншэна включили в члены парткома Пятой академии. 18 марта Цянь Сюэсэнь представил всем сотрудникам Пятой академии структуру академии и выдвинул три задачи: разработать беспилотный самолет, ракету класса «земля–земля» и ракету класса «земля–воздух».

В Пятую академию было переведено около ста ученых и технических сотрудников, принято значительное количество выпускников вузов, однако по-прежнему ощущался недостаток кадров. Поэтому 9 июня 1957 года академия подписала соглашения о техническом сотрудничестве с Университетом Цинхуа, Пекинским авиационным институтом и Академией наук Китая.

Основные исследовательские задачи, поставленные Пятой академией, касались многочисленных аспектов ракет, самолетов. Лаборатории, которые ранее были созданы лишь по принципу разделения ракетных технологий, не могли заниматься разработкой всех моделей, поэтому обсуждалось разделение филиалов по специализациям. 9 ноября 1957 года Пятая академия в докладе «Мнение о структуре Исследовательской ракетной академии» предложила организовать на базе Пятой академии главную академию, на базе 6-й, 7-й, 9-й и 10-й лабораторий создать 1-й филиал, который отвечал бы за общее проектирование ракет и разработку корпуса ракеты и двигателей; на базе 11-й, 12-й, 13-й, 14-й, 15-й лабораторий и Академии военной связи и электроники организовать 2-й филиал Пятой академии, который был бы ответственным за разработку систем управления ракетами. 16 ноября Чжоу Энлай назначил Цянь Сюэсэня директором Пятой академии и директором 1-го филиала по совместительству; Ван Чжэна — заместителем директора Пятой академии и директором 2-го филиала по совмести-

* Чжан Яньпу. Воспоминания начального периода образования Пятой академии // 30 лет развития космонавтики. — Пекин: Мин-во космической промышленности Китая, 1988. — С. 223 (на кит. яз.).

тельству. Потом этот день был назван днем рождения 1-го и 2-го филиалов Пятой академии. Впоследствии эти филиалы стали самостоятельными академиями. 1-й филиал стал Академией технологий РН и внес огромный вклад в разработку стратегических ракет первого поколения и РН в Китае.

9 января 1958 года Пятая академия представила план разработок на вторую пятилетку, в котором было предложено в течение 5 лет (1958–1962) вложить средства в разработку многих видов ракет класса «земля–земля», ракет класса «земля–воздух» и «земля–корабль», включая скопированную Р-2. 10 января академией были озвучены «Тезисы программы развития реактивных и ракетных технологий на десять лет (1958–1967)», в которых была поставлена задача разработать в ближайшие 10 лет три серии ракет: класса «земля–земля», «земля–воздух» и «земля–корабль». Ракеты класса «земля–земля» включают ракету средней дальности, межконтинентальную ракету и технологию ИСЗ, а также противоракету. Кроме того, в соответствии с соглашением между Китаем и СССР от 15 октября страны провели переговоры по вопросу предоставления Советским Союзом помощи в строительстве проектного института, опытного завода и т. д. В том же месяце Цянь Сюэсэнь, Чжао Цзючжан и другие ученые АН Китая составили проект программы развития ИСЗ. После того как 17 мая 1958 года Мао Цзэдун указал, что «мы тоже должны делать ИСЗ», Пятая академия и АН Китая ускорили работу по планированию разработки ИСЗ. Чтобы скоординировать все стороны вопроса, включая оборону, науку, технику и производство, в октябре 1958 года ЦК принял решение объединить 5-е управление Минобороны, отвечающее за научно-исследовательскую работу по обычному оружию, и Комитет авиационной промышленности, и основать Комитет оборонной науки и техники Минобороны КНР. Не Жунжэня назначили председателем, Чэнь Гэна, Лю Ялоу, Чжан Айпина и Вань И — заместителями председателя, Ань Дуна — ответственным секретарем.

«Большой скачок» заставил Пятую академию непрерывно повышать нормы по разработке моделей ракет, также привел к переходу 1-го и 2-го филиала к самостоятельной разработке моделей. 1-й филиал занялся воспроизводством Р-2, поэтому стал превращаться в Исследовательскую академию ракет класса «земля–земля»; 2-й филиал сначала занимался проектированием систем управления ракетами. Но из-за того, что задачу 1-го филиала по разработке ракеты класса «земля–земля» нужно было ускоренно выполнять, определенная работа по зенитной управляемой ракете в целом уже начала проводиться во 2-м филиале. Чтобы удовлетворить потребности в разработке моделей, 24 апреля 1959 года Пятая академия приняла решение расширить 3-ю лабораторию до НИИ аэродинамики. С 1960 года, чтобы усилить разработку твердотопливных ракет, разделить работу по проектированию и испытаниям и достичь специализации научно-технической системы, Пятой академией Минобороны были основаны Проектный институт твердотопливных ракетных двигателей и 3-й филиал, которые взяли на себя разработку твердотопливных двигателей и специальных тактических ракет. Также в Академию вошли завод № 211, подчиняющийся Институту авиационной промышленности (Завод по сборке ракет) и исследовательско-учебные подразделения артиллерии НОАК. 18 декабря 1959 года на заседании ПК парткома Пятой академии был принят «Проект программы исследований и проектирования ракет на 8 лет (1960–1967)», по которому в первые три года

планировалось закончить проектирование и опытное производство ракеты средней дальности класса «земля–земля», ракеты класса «земля–воздух» и ракеты класса «воздух–воздух», в последующие пять лет завершить разработку межконтинентальной ракеты, ракет класса «корабль–земля», «корабль–воздух», «воздух–земля», «воздух–корабль» и искусственного спутника.

Чтобы усилить управление ЦК КПК оборонной научно-технической промышленности, 30 октября 1962 года секретарь ЦК Лю Жуйляо представил доклад о создании специального комитета и 2 ноября он был одобрен Дэн Сяопином. 3 ноября председатель Мао Цзэдун наложил резолюцию: «Очень хорошо, так и делать. Нужно всеми силами скоординировать и хорошо выполнить эту работу». 17 ноября был основан Специальный комитет ЦК КПК (Спецком ЦК), состоявший из 15 человек. Его председателем был — Чжоу Эньлай, члены — Хэ Лун, Не Жунжэнь, Ли Фучунь, Ли Сяньнянь, Бо Ибо, Лу Диньи, Лю Жуйляо, Чжао Эрлу, Чжан Айпин, Ван Хэшоу, Лю Цзе, Сунь Чжиюань, Дуань Цзюньи, Гао Ян. Спецком ЦК сначала активно занялся разработкой атомной бомбы, а после 1965 года стал всесторонне заниматься ракетами, подводными лодками и спутниками. Будучи структурой с наивысшими полномочиями по разработке оборонного передового оружия в Китае, он принял много решений и выполнил большую организационную работу для проекта «Бомба, ракета и спутник».*

С марта 1960 года Пятая академия создала и взяла в свое подчинение несколько исследовательских предприятий. Кроме 1-го и 2-го филиала, НИИ аэродинамики и т. д., в 1960 году был создан НИИ процессов горения в двигателях, в 1961 году был основан 3-й филиал, в 1961 — НИИ твердотопливных двигателей и ракетный испытательный полигон.

С 1961 по 1964 год структура и режим работы Пятой академии Минобороны постоянно подвергались постепенным изменениям. 17 мая 1962 года было принято решение о создании управления общего проектирования ракет класса «земля–воздух» на базе 2-го управления проектирования 2-го филиала; 2-е управление проектирования 1-го филиала было переименовано в Управление проектирования конструкции корпуса ракет класса «земля–воздух». Поэтому произошли изменения в соответствующих структурах и составе сотрудников 1-го и 2-го филиалов. 1 января 1963 года к Пятой академии был присоединен Шанхайский электромеханический проектный институт АН Китая. 1 апреля 1964 года НИИ твердотопливных ракетных двигателей Пятой академии был расширен до Академии твердотопливных двигателей и стал 4-м филиалом Пятой академии. Из-за повышения требований к разработке разных моделей каждый филиал академии подвергся некоторым изменениям: произошло преобразование из специализированного филиала в модельный филиал. Это изменение, в конце концов, привело к большим переменам в режиме работы академии.

Благодаря созданию разных академий при Пятой академии были решены вопросы технической координации и управления. Однако проблема недостаточности производственных возможностей академии не решалась на протяжении долгого времени — многие задачи по обработке изделий распределялись по различным заводам страны, что создавало определенные трудности. Для создания

* Лю Байло. Спецком ЦК и проект «Бомба, ракета и спутник» // Бомба, ракета и спутник: монумент республики. — Пекин: Изд-во «Цзючжоу», 2001. — С. 96 (на кит. яз.).

единой ракетной промышленной системы было необходимо осуществить переход от академии к промышленному министерству. 23 ноября 1964 года ЦК КПК и Госсовет обнародовали «Сообщение о создании 7-го министерства машиностроения», в котором говорилось о решении выбрать несколько предприятий из 3-го, 4-го и 5-го министерств машиностроения и других соответствующих органов, а также провинций и городов, и создать 7-е министерство машиностроения на базе Пятой академии. Кроме того, организовать единое управление ракетной промышленностью и научно-исследовательской работой, проектированием, опытным и серийным производством, базовым строительством. 26 декабря на 1-й сессии ВСНП 3-го созыва было принято решение основать 7-е министерство машиностроения КНР. В январе 1965 года председатель Лю Шаоци назначил на должность министра Ван Бинчжана; в феврале Госсовет назначил Лю Югуана, Цянь Сюэсяня, Лю Бинъяня, Гу Гуаншаня, Чжан Фаня, Цао Гуанлиня заместителями министра. С 1 июня 1965 года военные сотрудники бывшей Пятой академии Минобороны переделались в гражданскую форму.* 4 января 1965 года 7-е министерство машиностроения приняло решение преобразовать четыре филиала в 1-ю, 2-ю, 3-ю и 4-ю академию.

Эти четыре академии распределили обязанности следующим образом: Первая академия отвечала за разработку ракет класса «земля–земля» и РН; Вторая академия — за разработку противоракеты; Третья академия — за разработку ракеты берегового ракетного комплекса; а Четвертая академия — за разработку твердотопливных ракетных двигателей; Шанхайское 2-е электромеханическое управление — за разработку РН и ракет класса «земля–воздух».**

Вскоре после основания 7-го министерства машиностроения в 1965 году началось широкомасштабное строительство по трем направлениям. Еще в 1958 году после основания Пятой академии, когда было принято решение о строительстве в Пекине базы для разработки ракеты, Не Жунжэнь указал, что строительство Пекинской базы нужно главным образом, для того, чтобы скорее овладеть ракетными технологиями. Этот вопрос решить легко, но необходимо как можно скорее обдумать строительство второй базы. В 1961 году Ван Бинчжан, Лю Бинъянь и другие ответственные лица Пятой академии начали искать подходящее место на западе страны. В 1965 году в соответствии с указаниями ЦК об усилении подготовки к войне, укреплении строительства по «трем линиям» и создании стратегического тыла, 7-е министерство машиностроения активизировало работу по поиску местоположения базы «трех линий». Ответственность за строительство базы «трех линий» была возложена на 1-ю, 2-ю, 3-ю и 4-ю академии.

В марте 1965 года ЦК утвердил доклад заместителя премьер-министра Ло Жуйляо «О проекте размещения новых объектов оборонной промышленности на второй и третьей линиях», а в отношении объектов 7-го министерства машиностроения утвердил строительство нескольких исследовательских, проектировочных

* Современная китайская космонавтика / Под ред. Чжан Цзюнь. — Пекин: Изд-во Китайской академии общественных наук, 1986. — С. 35–36 (на кит. яз.).

** История развития китайских структур космической науки, техники и промышленности // Путь молниеносного развития китайской космонавтики. — Пекин: Изд-во «История культуры Китая», 1999. — С. 701 (на кит. яз.).

и производственных ракетных баз «трех линий» по принципу «разработка моделей при помощи регионов». В ноябре заместитель премьера Госсовета Дэн Сяопин, Ли Фучунь, Бо Ибо и другие дали 7-му министерству машиностроения указания по выбору местоположения базы «трех линий». При поддержке соответствующих ведомств, провинций и автономных районов (АР) 7-е министерство начало широкомасштабное строительство трех линий.

1, 2 и 3 линия — понятие экономической географии, заимствованное для строительства национальной экономики Китая. Так называемая первая линия — это приморские провинции и города с хорошей промышленной базой; третья линия — районы, расположенные далеко от побережья, включая провинции Сычуань, Гуйчжоу, Юньнань, Шэньси, Ганьсу и запад провинций Хунань, Хубэй и Хэнань.*

В августе 1965 года Спецком ЦК утвердил доклад 7-го министерства «О проекте строительства тыла». По этому проекту масштаб строительства, площадь зданий, производственные возможности оборудования и передовой уровень техники баз на третьей линии превысили соответствующий уровень баз по разработке, существующих на первой линии. Учитывая потребности подготовки к военным действиям, принципом строительства на третьей линии стало — «Опора на горы, рассредоточение и скрытность».** Так, для строительства баз были выбраны глухие горные районы с отсталой экономикой и культурой, плохо развитой транспортной инфраструктурой, сложными климатическими и природными условиями. В условиях временных ограничений было очень трудно вести строительство широкомасштабных космических научно-исследовательских производственных баз. Учитывая стратегическое значение строительства базы третьей линии, было принято решение наряду с использованием сил 7-го министерства, задействовать возможности городов Пекин, Шанхай, Тяньцзинь и Шэньян. В местах расположения баз, включая провинции, города и автономные районы, были также предоставлены людские и материальные ресурсы.

Первая академия 7-го министерства отвечала за строительство базы «062» в провинции Сычуань и базы «067» в провинции Шэньси. Изучение и поиск местности для базы «062» начался в 1962 году. По окончании строительства в нее вошли более 30 предприятий, включая большой и средний заводы, проектный институт, НИИ, дочерние компании. База расположилась в городах Чэнду, Лучжоу и Чунцин. Количество сотрудников — 16 000 человек, из них 5 000 — инженеры-техники среднего и высшего уровней. На базе «062» (современное название — Сычуаньская корпорация космической промышленности) была создана научно-исследовательская производственная система, ведущая разработку комплектного оборудования, электронных приборов управления, сервомеханизмов, двигателей, взрывчатых веществ и т. д. База обладала большими возможностями в области таких новых высоких технологий, как электромеханика, технология распознавания, высокомолекулярные и экологически чистые материалы, строительные механизмы.

По прошествии почти сорокалетнего периода испытаний база «062» реализовала много государственных научно-исследовательских и производственных

* Современная китайская космонавтика / Под ред. Чжан Цзюнь. — Пекин: Изд-во Китайской академии общественных наук, 1986. — С. 37 (на кит. яз.).

** Там же. — С. 43

задач. В рамках выполнения государственных проектов разработала и произвела большое число ключевых космических систем и изделий. Созданные космические системы, оружие, РН и спутники, основные компоненты РН «Чанчжэн-2Е» и других РН, а также отдельные узлы пилотируемого корабля «Шэньчжоу» отвечали требованиям заказчиков. База «062» внесла важный вклад в развитие космонавтики и модернизированное оборонное строительство Китая.*

База «067» — главный строительный проект третьей линии, создание которого началось в 1965 году. Основная задача — формирование научно-исследовательской, производственной и испытательной базы для создания больших жидкостных ракетных двигателей. База «067» до настоящего времени продолжает оставаться важным звеном в области исследований, проектирования, производства и испытаний крупных жидкостных ракетных двигателей и инерциальных компонентов в Китае, за что получила почетное наименование «китайской родины космических двигателей». Спустя почти сорок лет развития база стала крупнейшей и важнейшей корпорацией космических высоких технологий, обладающей большой конкурентоспособностью в Китае и за границей.**

Вторая академия занялась строительством базы «061». Указанная структура расположилась в Гуйчжоу и в настоящее время является Цзяннаньской космической корпорацией Китайской корпорации космической науки и промышленности. В 1965 году в соответствии с указаниями ЦК КПК об укреплении военно-оборонного строительства, третьей линии, формировании стратегического тыла и в духе Цяньцзяньского рабочего совещания Госсовета КНР было принято решение о создании в Гуйчжоу научно-исследовательской производственной базы космических изделий, так называемой базы «061». Начало строительству было положено в 1966 году. В 1970 году было построено и сдано в эксплуатацию 14 заводов. В конце года произведена первая партия изделий. В конце 1971 года создана целостная производственная система, произведена первая партия наземного оборудования и машин, начались исследования и проектирование новых моделей.

После 1979 года Гуйчжоускую базу космической промышленности стали переводить с производства военно-промышленной техники на гражданскую продукцию. В этой связи наряду с выполнением научно-исследовательских и производственных задач по военной тематике началось освоение производства народно-хозяйственной продукции, которая постепенно стала ключевой. С течением времени было налажено масштабное экономическое производство. Ряд предприятий был размещен не только в Гуйчжоу, но и в провинциях Цзянсу, Гуандун, Цзянси и г. Шанхай. К 1990 году на базе «061» была завершена техническая модификация 23 ключевых проектов по созданию гражданской продукции, построено две линии производства холодильников, 10 линий — легковых автомобилей. В 1990 году валовая продукция составила 566 млн юаней, из них 88,6 % составили товары гражданского назначения. В 1998 году стоимость валовой продукции составила 1082,25 млн юаней.***

* <http://www.spacetalent.com.cn/>, с. базы 062.

** <http://www.spacetalent.com.cn/>, с. базы 067.

*** Сайт общей информации пров. Гуйчжоу: <http://www.guz.cei.gov.cn/jj fz/g0003-5-1.htm>

Третья академия взяла на себя строительство базы «064», расположившейся в северной части провинции Сычуань. В 1965 году после подбора места было начато создание объекта. Основными направлениями работ были выбраны научные и прикладные исследования, главным образом по ракете «Хайин-2». Общая площадь базы — 528 850 кв. м, число сотрудников — 12 860 человек. Строительство объекта завершено в 1973 году. Ввиду территориальной разобщенности структурных подразделений базы материальные и финансовые ресурсы использовались нерационально.

Начало строительства базы «066» было положено в 1969 году. Объект разместился в западной части провинции Хубэй. Окончание строительства было запланировано на 1972 год. В 1974 году Дэн Сяопин удовлетворил просьбу парткома ВМФ уменьшить размеры этих двух баз примерно на одну треть. По завершении строительства объекты стали работать по тематике Третьей академии — производство ракет класса «земля–корабль».

Четвертая академия занялась строительством базы «063», расположившейся в Нинся. Начало строительству было положено в июне 1965 года. Однако на 15-м заседании Спецкома ЦК, состоявшемся 11 марта 1966 года, было предложено перенести строительство базы разработки твердотопливных ракет из Нинся на юго-запад провинции Шэньси. После переезда Четвертой академии из провинции Сычуань во Внутреннюю Монголию база «063» превратилась в ее филиал.

19 июля 1961 года Шанхайский горком КПК принял решение о создании 2-го электромеханического промышленного управления, отвечающего за разработку ракет в Шанхае. После образования 7-го Министерства машиностроения Спецком ЦК решил объединить 2-е управление, 7-е Министерство и Вторую академию 7-го Министерства, образовав в Шанхае филиал Второй академии. В то же время за 2-м управлением были сохранены руководящие функции по разработке ракет в Шанхае.* В начале 1980-х годов 7-е министерство машиностроения отвечало за разработку РН, а 8-е министерство машиностроения — зенитных управляемых ракет. В этой связи заводы Шанхайского 2-го электромеханического промышленного управления подчинялись как 7-му, так и 8-му министерству машиностроения, а также, по территориальному принципу, городской администрации. В мае 1982 года 7-е министерство переименовали в Министерство космической промышленности. В июне того же года Шанхайское 2-е электромеханическое промышленное управление переименовали в Шанхайское космическое управление Министерства космической промышленности, которое подчинялось министерству и администрации города. В феврале 1988 года решением Министерства космической промышленности Шанхайское космическое управление было переименовано в Восьмую академию Министерства космической промышленности, называемую также Шанхайской исследовательской академией космической техники. Так окончательно сформировалась научно-исследовательская производственная система Шанхайской космической базы.

* История шанхайской космонавтики / Под ред. Лу Чжэнтин, Ван Дэхун. — Шанхай: Изд-во Шанхайской академии общественных наук, 1997. — С. 5 (книгу можно найти на сайте электронной библиотеки Чаосин).

**Научно-исследовательские производственные структуры
7-го министерства машиностроения в период с марта 1965 по январь 1975 года**

7-е министерство машиностроения	
Академии	1-я академия (разработка РН и ракет класса «земля–земля»)
	2-я академия (разработка противоракет)
	3-я академия (разработка ракеты для берегового ракетного комплекса)
	4-я академия (разработка твердотопливных ракетных двигателей)
	Шанхайское 2-е электромеханическое промышленное управление (разработка РН и ракет класса «земля–воздух»)
Базы третьей линии	База 061 (Цзяннаньская космическая корпорация)
	База 062 (Сычуаньская корпорация космической промышленности)
	База 063 (Шэньси)
	База 064 (Сычуань)
	База 066 (Хубэй, корпорация космической промышленности «Саныцзян»)
	База 067 (Шэньси, Академия космической химической динамики)
	База 068 (Хунань)
Заводы прямого подчинения	Завод 307, завод 349, завод 519, завод 289, завод 111, завод 139, завод 119, завод 254, завод 719, завод 824, завод 825

В сентябре 1965 года АН Китая приступила к созданию проектного института ИСЗ и составлению общего проекта первого китайского ИСЗ. В январе 1966 года начал свою работу Проектный институт № 651 (Проектный институт спутников). В соответствии с распределением функций АН отвечала за разработку ИСЗ, а 7-е министерство — за разработку РН. 27 июня 1967 года Военный совет ЦК поручил Комитету оборонной науки, техники и промышленности КНР (КОНТОП) формирование Китайской исследовательской академии космических технологий. Сформированный «подготовительный отдел института № 651 при КОНТОП» еще ранее предлагал проект создания Китайской исследовательской академии космических технологий. 20 февраля 1968 года была официально основана Китайская исследовательская академия космических технологий, директором которой по совместительству стал Цянь Сюэсэнь. Данная структура была сформирована из числа военных. 24 июля 1973 года Госсовет и Военный совет ЦК приняли решение отменить формирование академии за счет военных и присоединить ее к 7-му министерству. Академия получила наименование Пятой академии 7-го министерства машиностроения (ныне — Китайская исследовательская академия космических технологий).

18 сентября 1973 года партийная группа руководства 7-го министерства для ускорения строительства баз на третьей линии обратилась в ЦК КПК и председателю Мао с просьбой решить вопрос об организации двойного руководства (центральное и местное) базовыми предприятиями 2-го и 7-го министерства, расположенными за пределами Пекина. В то же время подчинение Министерству и местной администрации предоставило бы достаточно автономии от академий, организовавших их строительство. С июня 1975 года с расширением системы космической промышленности третьей линии стали повсеместно

создаваться управленческие структуры, включая Шэньсийское 7-е машиностроительное управление, Сычуаньское 7-е машиностроительное управление, Цзянсуское 7-е машиностроительное управление, Хунаньское 7-е машиностроительное управление и другие. Ранее Третья академия, базы «064» и «066» формировались из структур ВМС НОАК. Третья академия НОАК в 1975 году была присоединена к 8-му министерству машиностроения. Управление Шанхайским 2-м электромеханическим промышленным управлением и базой «061» взяло на себя командование ВВС НОАК. В результате в подчинении 7-го министерства машиностроения находились четыре академии (1-я, 2-я, 4-я и 5-я), базы «062», «063», «067» и «068», Шэньсийское космическое управление, Сычуаньское космическое управление, Цзянсуское космическое управление и Хунаньское космическое управление.

7 сентября 1981 года на 12-й сессии ПК ВСНП 4-го созыва было принято решение об объединении 7-го и 8-го министерств машиностроения «для успешного претворения в жизнь курса регулирования, реформирования, упорядочивания и повышения, усиления единого руководства, управления разработкой и производством ракет класса “земля–воздух”, ракет берегового ракетного комплекса и других стратегических ракет». После объединения было сохранено наименование 7-го министерства машиностроения. Так, Третья академия и другие предприятия вернулись в подчинение 7-го министерства. До этого события должность министра 7-го министерства занимали Ван Ян, Сун Жэньцюн, Чжэн Тяньсян.

9 апреля 1982 года ЦК КПК принял решение провести системную реформу государственных органов. В результате указанных мер 7-е министерство машиностроения было переформировано в Министерство космической промышленности Китая. Министром и секретарем партийной группы руководства был назначен Чжан Шао, а Ли Сюйэ — заместителем министра и заместителем секретаря партийной группы руководства, Жуй Синьвэнь, Сун Цзянь и Чэн Ляньчан — заместителями министра. Жэнь Синьминя назначили председателем Научно-технического комитета Министерства космической промышленности, Ту Шоуэ, Хуан Вэйлюя и Сунь Цяядуна — заместителями председателя. 1 мая на заседании ПК ВСНП 5-го созыва было оформлено назначение Чжан Шао министром космической промышленности.

К этому времени китайская космическая промышленность в своем развитии достигла небывалых масштабов. Исследовательские предприятия включали 1-ю, 2-ю, 3-ю, 4-ю и 5-ю академии, базы третьей линии — «061», «062», «064», «066», «067» и «068». К местным 7-м машиностроительным управлениям относились Сычуаньское, Шанхайское, Юньнаньское, Цзянсуское, Хэнаньское, Шэньсийское. Кроме того, насчитывался целый ряд предприятий прямого подчинения. В 1986 году, когда китайская космонавтика была готова выйти на мировой рынок, в системе космической промышленности прошли очередные реформы. В это время основана китайская компания «Великая стена», а 7-е машиностроительные управления преобразованы в космические управления, что должно было способствовать развитию внешних связей.

В 1988 году Министерство космической промышленности и Министерство авиационной промышленности были преобразованы в единое Министерство авиационной и космической промышленности. В 1993 году в оборонной промышленности Китая проходила большая перестройка: промышленные министерства и комитеты, принадлежащие правительственным руководящим структурам, превращались в

крупные государственные промышленные корпорации. Так, Министерство авиационной и космической промышленности было разделено на две корпорации — авиационной промышленности и космической промышленности. 6 июня 1993 года в Пекине было объявлено о создании Корпорации космической промышленности, которая также называлась Китайским космическим управлением. 1 июля 1999 года система оборонной промышленности снова подверглась изменениям. Было создано 10 крупных корпораций. Корпорация космической промышленности разделена на Китайскую корпорацию космической науки и техники и Китайскую корпорацию космического машиностроения и электроники (позже переименована в Китайскую корпорацию космической науки и промышленности).

Китайская корпорация космической науки и промышленности включила в себя более 130 компаний, располагающихся по всему Китаю, в их числе Китайская академия технологий РН (1-я академия), Китайская исследовательская академия космических технологий (5-я академия), Шанхайская академия космической техники (8-я академия), Академия космической динамики (6-я академия), Китайская академия космических электронных технологий (9-я академия), научно-исследовательские производственные базы — Сычуаньская компания космической промышленности и Сианьская компания космической науки и техники, ряд НИИ, заводов и компаний прямого подчинения. Общее число сотрудников корпорации составило 110 тыс. человек, среди которых 41 тыс. человек — квалифицированные технические сотрудники, 1300 научных сотрудников, 21 академик АН Китая и Китайской инженерной академии.*

Китайская корпорация космической науки и промышленности главным образом занимается производством ракетных систем. Она включает в себя четыре исследовательские академии: Китайская проектная академия электромеханической техники «Чанфэн» (2-я академия, ныне называется Академией оборонной техники), Китайская академия электромеханической техники «Хайин» (3-я академия, ныне называется Академией летных технологий), Китайская академия технологий твердотопливных ракетных двигателей (Китайская компания химической промышленности и механики «Хэси», 6-я академия Внутренней Монголии) и Китайская проектная академия космических сооружений (7-я академия), семь крупных научно-исследовательских производственных баз и внешнеторговых и инвестиционных компаний — Китайская Цзяннаньская корпорация космической промышленности (база «061»), Китайская корпорация космической промышленности «Санцзян» (база «066»), Хунаньская компания космической промышленности (база «068»), Юньнаньская корпорация космической промышленности, Китайская компания космической промышленности по снабжению и сбыту, Китайская промышленная компания «Великая стена» и Космическая инвестиционно-трастовая компания с ограниченной ответственностью, а также ряд НИИ, заводов, холдингов и акционерных компаний прямого подчинения. Число сотрудников составляет 120 тыс. человек, среди которых 40 % — квалифицированные технических кадры.**

* Структуры Китайской корпорации космической науки и техники // Китайская космонавтика. — 2002. — № 10 (на кит. яз.).

** Сайт Китайской корпорации космической науки и промышленности: www.casic.com.cn

Глава 2

Разработка баллистических ракет

Когда в Китае была создана организация по проектированию ракет, а именно Пятая академия Минобороны, мир еще не вступил в космическую эпоху. В этой связи главная задача академии заключалась в разработке различных типов ракет, среди которых главное место занимали баллистические ракеты. Баллистические ракеты по принципу радиуса действия делятся на ракеты малой, средней и большой дальности, а также межконтинентальные ракеты. Первое время после создания Пятой академии СССР оказывал помощь, поэтому ракетная индустрия в Китае началась с копирования ракеты средней дальности Р-2 — «1059», которую предоставил СССР. На этой базе были самостоятельно разработаны ракета средней и малой дальности «Дунфэн-2», ракета средней дальности «Дунфэн-3», ракета средней и большой дальности «Дунфэн-4» и Межконтинентальная ракета «Дунфэн-5». Позже ракету «Дунфэн-4» модифицировали в РН «Чанчжэн-1» и осуществили первый в Китае запуск ИСЗ. Затем на базе «Дунфэн-5» был создан РН «Чанчжэн-2».

2.1. Ракета малой дальности «Дунфэн-1»

«Дунфэн-1» (ранее называлась «1059») — китайская копия советской ракеты Р-2. Пятая академия начала с копирования и строительства производственной базы, ускорила подготовку кадров, чтобы как можно скорее начать самостоятельное проектирование. Это было очень важное политическое решение для сокращения первого этапа развития ракетного производства в Китае. С мая 1958 года развернулась работа по созданию «1059». При поддержке и согласованных действиях разных государственных органов и предприятий через 2,5 года усилий ракета «1059» наконец была запущена 5 ноября 1960 года. Успешный запуск первой китайской ракеты малой дальности означал, что Китай сделал начальный шаг в овладении ракетными технологиями и заложил основу для развития китайского ракетного дела.

2.1.1. Подготовка к копированию

После принятия в Китае решения о развитии ракет и строительстве соответствующих исследовательских структур с целью наиболее быстрого достижения прорыва в разработке ракетных технологий была выработана стратегия первоочередного получения помощи от иностранных государств и последующего постепенного перехода к самостоятельным разработкам.*

2 июля 1956 года 5-е управление Минобороны представило ЦК КПК доклад «О просьбе к СССР оказать помощь КНР в производстве, исследовании и использовании ракет», в котором излагалась просьба к СССР оказать разностороннюю помощь Китаю в ракетных технологиях. 17 августа Ли Фучунь в письме Председателю Совета министров СССР Н.А. Булганину официально высказал вышеуказанную просьбу. 13 сентября 1956 года ЦК КПСС телеграфировал ЦК КПК: мы хотели бы оказать помощь Китаю в строительстве ракет и согласны принять 50 иностранных студентов на ракетную специальность и предоставить ракету Р-1 для обучения. В этой связи Не Жунжэнь предложил ЦК и Военному совету ЦК, с одной стороны, самим предпринимать меры и активно готовить работу по ракетным исследованиям, а с другой стороны, стараться продолжать переговоры с СССР, чтобы добиться увеличения объемов помощи.**

В сентябре 1957 года по заданию ЦК КПК Не Жунжэнь, Чэнь Гэн и Сун Жэньлин отправились с большой правительственной делегацией в Москву, где провели переговоры с советскими специалистами. В результате 15 октября было подписано знаменитое соглашение «О производстве нового оружия и военного технического вооружения, а также о строительстве комплексной атомной промышленности в Китае». В отношении ракетных технологий в соглашении говорилось, что в период с 1957 по конец 1961 года СССР предоставит Китаю образцы нескольких видов ракет и соответствующие материалы; направит технических специалистов для оказания помощи в копировании ракет; предоставит инженерные разработки ракет и баз запуска; увеличит прием студентов на ракетную специальность.***

24 декабря 1957 года предоставленные СССР две ракеты Р-2 и комплект наземного оборудования были доставлены в Пекин. В то же время прибыло 102 советских военных — сокращенный ракетный расчет Р-2. 18 января 1958 года Пятая академия Минобороны обсудила с советской делегацией проектное задание для двух филиалов, которые СССР поможет строить, и организацию модельного производства. В результате были составлены весьма конструктивные документы по четырем проектам с кодовыми названиями 8102, 8103, 8108 и 8109. 8102 — условное наименование проекта создания 1-го филиала Пятой академии, 8103 — условное наименование проекта испытательного полигона, 8108 — условное наименование проекта создания НИИ аэродинамики, 8109 — условное наименование проекта создания 2-го филиала Пятой академии. В период с июля по октябрь того же года в Китай прибыли первая партия чертежных материалов

* Линь Шуан. Рождение первой китайской ракеты // Путь молниеносного развития китайской космонавтики. — Пекин: Изд-во «История культуры Китая», 1999. — С. 160 (на кит. яз.).

** Современная китайская космонавтика / Под ред. Чжан Цзюнь. — Пекин: Изд-во Китайской академии общественных наук, 1986. — С. 9 (на кит. яз.).

*** Там же. — С. 10

систем ракеты Р-2, технические специалисты, помогавшие в копировании ракеты, и закупленная Пятой академией первая партия из 6 ракет Р-2.

Процесс копирования ракеты Р-2 начался с разборки ракеты Р-1. Весной 1957 года две учебные ракеты Р-1, предоставленные СССР, прибыли в Пятую академию в Пекин. В академии почти все в первый раз видели такую громадину.* Хотя в СССР такая ракета уже устарела и вышла из использования, но для развития ракетного дела в Китае это действительно было редким учебным пособием. Поэтому Не Жунжэнь указал: необходимо в полной мере использовать эти две учебные ракеты, чтобы наши научно-технические сотрудники как можно скорее овладели ракетными технологиями и постарались быстрее сделать собственные ракеты.**

В учебных целях одна из ракет Р-1 была целая, а другая — в разрезе. Разбор обеих ракет был передан 6-й лаборатории Пятой академии Минобороны. Основной задачей являлась подготовка китайских специалистов, которые сначала должны были понять принципы функционирования, а затем по ним сделать обратное проектирование. В процессе разборки ключевые этапы выполняли только опытные работники. Таким образом, осторожно и по порядку была впервые разобрана на детали ракета Р-1. Данный процесс занял 10 дней.*** Затем каждая из сформированных специализированных групп проводила измерения и испытания отдельных частей. Структурная группа в зале разборки ракеты делала эскизы больших частей. Приборы и элементы системы управления, кабельная сеть измерялись группой управления в офисе, там же чертили и эскизы. Весь двигатель был передан группе двигателю для дальнейшей разборки. Впоследствии по каждой из деталей были назначены ответственные специалисты, которые один за другим сняли более 20 вентиля, редукторов и других составных элементов, и по ним были выполнены чертежи. Проектные документы включали в себя не только указание правильных форм и погрешностей в размерах, но и опись использованных при изготовлении ракеты материалов. На разборку и подготовку эскизов Р-1 потребовалось полгода. Затем те же специалисты снова собрали детали и восстановили изначальный вид ракеты. На эту работу понадобилось более 10 дней. Самым важным было то, что всё встало на свои места и не осталось ни одного лишнего болта или шайбы. Кроме трубы длиной около 2 метров, которая треснула из-за исправления формы, остальные детали повреждены не были.****

2.1.2. Копирование ракеты Р-2

9 сентября 1958 года Пятая академия Минобороны составила программу работ на период второго пятилетнего плана. 1-й филиал Пятой академии 10 января предложил главные пункты разработок на 1958 год, в которых было

* Сюэ Жун. Небесный путь: известный космический специалист Жэнь Синьминь. — Пекин: Изд-во НОАК, 1999. — С. 72 (на кит. яз.).

** Там же. — С. 72.

*** Сюэ Ланьжу. Воспоминание о старой Пятой академии // Путь молниеносного развития китайской космонавтики. — Пекин: Изд-во «История культуры Китая», 1999. — С. 71 (на кит. яз.).

**** Там же.

предписано изучить и овладеть материалами ракеты Р-2, выполнить всю подготовительную работу по копированию и производству ракеты. В случае наличия достаточных людских, физических и финансовых ресурсов приступить к научным исследованиям. 17 мая 1958 года совместными усилиями Пятой академии Минобороны и 1-го министерства машиностроения была подготовлена таблица распределения обязанностей по копированию Р-2, в соответствии с которой 1-й филиал отвечал за общее проектирование, создание корпуса ракеты и двигателя, а 2-й филиал — за разработку системы управления. Также были четко распределены обязанности между разными предприятиями и 1-м министерством машиностроения, выдвинуты требования по срокам разработки. С учетом сроков осуществления успешного запуска первой скопированной ракеты, до 1 октября 1959 года она получила условное наименование «1059». В июне того же года в рабочей программе, выдвинутой 1-м филиалом Пятой академии на период второй пятилетки, был сделан акцент на исследовательской и проектной работе, копировании «1059», а также содействии АН Китая в пробном производстве двух ракет-зондов, овладении ракетными технологиями, разработке ракеты средней дальности, «Дунфэн-5» и РН.

Первой проблемой, с которой столкнулись специалисты при копировании «1059», являлось отсутствие необходимых производственных мощностей при Пятой академии. В этой связи встала необходимость разработки производственного процесса по всей стране. Хотя делегация советских специалистов и Пятая академия ставили вопрос производства в одном месте и рассматривали гипотетический проект, он остался лишь на бумаге. Выполнение проекта потребовало большого труда. После отъезда советской делегации Пятая академия и соответствующие промышленные министерства решили сделать из завода № 211, ранее принадлежащего 4-му управлению 1-го министерства машиностроения (предшественник Управления авиационной промышленности министерства авиации), завод сборки ракет и отдать его в подчинение Пятой академии; за двигательную систему отвечало 4-е управление; за систему управления — 10-е управление 1-го министерства машиностроения (Управление электронной промышленности); разработку материалов передали министерству металлургии, министерству химической промышленности и министерству строительной промышленности. Так сформировалась всекитайская кооперация для копирования «1059».*

В сентябре 1958 года 1-е министерство машиностроения распределило задачи среди заводов, занимающихся копией «1059».** Так, заводу № 410 было поручено производство двигателей, заводу № 111 — производство турбонасоса, заводу № 114 — производство управляющего двигателя, заводу № 782 — ракетные приборы системы управления, заводу № 115 — обратный преобразователь и двигатель с регулируемой скоростью, заводу № 212 — гироскопы, заводу № 718 — электролитические элементы и втулки, заводу № 724 и заводу № 474 — запал

* Линь Шуан. Рождение первой китайской ракеты // Путь молниеносного развития китайской космонавтики. — Пекин: Изд-во «История культуры Китая», 1999. — С. 161 (на кит. яз.).

** Сяо Жун. Небесный путь: известный космический специалист Жэнь Синьминь. — Пекин: Изд-во НОАК, 1999. — С. 83 (на кит. яз.).

и запальная трубка, заводу № 123 — боевой заряд боеголовки и взрыватель, заводу № 307 — транспортировочные и заправочные машины. Заводу № 211 была поручена сборка ракеты «1059». В октябре 1958 года завод официально был закреплен за Пятой академией, а в феврале 1959 года — за 1-м филиалом Пятой академии. Впоследствии завод стал специализироваться на сборке китайских стратегических ракет и РН.

Отъезд советских специалистов усложнил процесс копирования ракеты «1059», поэтому ЦК КПК стал делать акцент на самостоятельной разработке ракеты «1059» и новых моделей ракет. 9 октября 1960 года Не Жунжэнь выступил в Пятой академии с большой речью по этому вопросу. Он сказал: «Китайский народ целеустремленный, а будучи целеустремленными и стойкими революционерами, мы обязательно сможем добиться самостоятельности. Надо решительно взяться за укрепление страны и под руководством ЦК КПК и Военного совета ЦК не покладая рук быстрыми темпами взять эту крепость».*

Он также отметил: «Опираясь на свои собственные силы, решительно взяться за укрепление страны, бороться с силами и сделать прорыв от копирования до самостоятельного проектирования, быстро развивать и строить нашу собственную высокотехнологичную систему ракетных технологий — это все сложные, но почетные задачи, которые стоят перед нами. Их выполнение не только усилит нашу оборонную мощь, но и остановит агрессию империализма и окажет влияние на мировую пролетарскую революцию. Как первые бойцы ракетной научно-технической команды, мы должны выполнить это боевое задание».**

Копирование «1059» выполнялось по чертежам Р-2, предоставленным СССР. В свою очередь Р-2 была создана и модернизирована на основе немецкой ракеты V-2. Однако дальность Р-2 была увеличена в 2 раза по сравнению с характеристикой ее предшественницы. Р-2 является ракетой малой дальности класса «земля-земля». Ее длина составляет 17,7 м, максимальный диаметр 1,65 м, в хвостовой части имеется 4 трапецевидных аэродинамических стабилизатора. Взлетная масса — 20,5 тонн, двигатель работает на жидком кислороде и спирте, развивает тягу в 37 тонн. Метод наведения смешанный — инерциальный с радиоуправлением боковым смещением. Максимальная дальность ракеты — 590 км, боевая головка — обычный боезаряд.

В процессе копирования проектные предприятия и подрядные заводы столкнулись с рядом трудностей.*** Так, например, завод сборки ракет столкнулся со следующими техническими проблемами. Во-первых, испытывался дефицит материалов. Неполный набор видов и наименований сырья являлся очень распространенной проблемой Китая тех времен. В связи с недостаточно развитой промышленной базой нельзя было наладить комплектное производство значительной части необходимых материалов для ракет. В связи с этим органы и ведомства промышленности организовали совместное пробное производство на

* Выступление на форуме высшей интеллигенции // Не Жунжэнь Сборник научно-технических работ. — Пекин: Изд-во «Оборонная промышленность», 1999. — С. 188 (на кит. яз.).

** Там же. — С. 189.

*** Современная китайская космонавтика / Под ред. Чжан Цзюнь. — Пекин: Изд-во Китайской академии общественных наук, 1986. — С. 106–109 (на кит. яз.).

нескольких заводах. Одновременно с этим проектные и исследовательские органы вели поиск материалов, способных заменить исходные. Эту проблему, ввиду предъявления достаточно высоких требований, удавалось решить далеко не всегда. Для решения сложившихся трудностей с нехваткой материалов 1-й филиал Пятой академии в конце 1959 года заключил соглашения о пробном производстве 153 видов металлических материалов с Харбинским северо-восточным заводом легких сплавов, Аньшаньским сталелитейным заводом, Фушуньским сталелитейным заводом, Даляньским сталелитейным заводом, Суцзятуньским заводом переработки цветных металлов, Академией железа и стали и подписал соглашения о пробном производстве 87 неметаллических материалов с более чем 20 предприятиями нефтяной, химической, отрасли строительных материалов и легкой промышленности.

Второй проблемой, вставшей перед китайскими специалистами, стала нехватка оборудования. Завод № 211, являющийся ведущим предприятием по опытному производству и ремонту самолетов, специализировался на технологии штамповки. В процессе копирования при производстве «1059» основным технологическим процессом является сварка. На заводе испытывали недостаток в сварочном оборудовании, сборочных приспособлениях, гидравлических прессах большой мощности, прецизионных станках, требуемых при производстве крупногабаритных модулей. Несмотря на то, что часть оборудования была импортирована из СССР, всё же большую часть нужно было проектировать и производить собственными силами. Столкнувшись с этими трудностями, завод № 211, мобилизовав все свои ресурсы, создал простое оборудование, частично удовлетворив потребности производства. Разные отрасли промышленности также оказали свою помощь. Ряд заводов городов Пекина, Шанхая, Тяньцзиня, Шэньяня, Фушуня, Харбина, Баотоу и Уханя предоставили разное производственное оборудование, выполнили часть работ по обработке и созданию некоторых сложных и крупных деталей, чтобы гарантировать успешное проведение работы по копированию.

Необходимым условием при проверке качества производства и достижения требуемых параметров функций двигателя являются успешные испытания рациональности и надежности. Для выполнения указанной задачи потребовалось наличие специального испытательного стенда. В начале 1959 года для удовлетворения потребностей испытаний двигателя ракеты «1059» проектное управление ракетных двигателей 1-го филиала Пятой академии приступило к изучению национальных и зарубежных наработок в данной области. Через два месяца НИОКР и расчетов был предложен проект испытательного стенда.

Летом 1959 года специалисты приступили к проводимым одновременно процессам проектирования и производства, и в феврале 1960 года стенд был сдан. После отладки 21 марта 1960 года двигатель Р-2 успешно прошел первый прожиг.

31 марта 1959 года Лян Шоупань был назначен главным конструктором проекта «1059». Пятой академией Минобороны и 1-м министерством машиностроения совместно было проведено заседание директоров подрядных заводов и секретарей парткомов, на котором основное внимание было уделено вопросам качества продукции, изучению имеющегося опыта, необходимости следовать мнению и советам советских ученых, соблюдения требований строгой технологической

дисциплины и принятия соответствующих мер. На проведенном заседании была четко определена связь конструкторских управлений и заводов в работе над проектом копирования, скорректирован имеющийся план, а время летных испытаний первой ракеты «1059» назначено на конец 1960 года.

2.1.3. Пусковые испытания

В марте 1960 года для проверки всей инженерно-технической инфраструктуры и оборудования, испытания комплекса систем и подготовки к испытаниям ракеты «1059» Ло Жуйляо утвердил решение провести пусковое испытание ракеты малой дальности Р-2 советского производства на испытательной базе в Цзюцюане. Это было первое летное испытание ракеты класса «земля-земля». В этой связи Военный совет ЦК уделил данному событию самое пристальное внимание. Не Жунжэнь указал: «Необходимо обеспечить безопасность, стабильность и гарантировать успешное выполнение задания. Лучше медленнее, но обязательно лучше».*

В конце августа 1960 года Военный совет ЦК принял решение запустить ракету с использованием топлива китайского производства. Более 20 молодых техников из отдела специальных видов топлива системного управления, используя как отечественные, так и иностранные методы, выполнили перелив топлива, химические анализы, техническую обработку и другие сопутствующие операции. После неоднократных опытов качество жидкого кислорода и спирта китайского производства стало полностью соответствовать требуемым стандартам. Топливо (жидкий кислород и спирт) и рабочее вещество турбонасоса (перекись) были продуктами опытного производства Ланьчжоуской химико-промышленной компании, Пекинского винного завода и Тяньцзиньского восточного завода химической промышленности.

Для проверки технических функций и технологического качества ракеты «1059» 18 октября 1960 года Чжан Айпин представил Военному совету ЦК доклад, в котором предлагалось в ноябре-декабре того же года провести первое пусковое испытание. Не Жунжэнь одобрил этот план и утвердил создание Комитета по пусковым испытаниям, председателем которого стал Чжан Айпин. 19 октября Лю Ялоу, Лю Югуан и Ван Бинчжан обнародовали, составленные ими «Правила пускового испытания “1059”». После данного события под руководством КОНТОП была организована подготовительная работа к испытанию.

Первая партия ракет «1059» для пускового испытания состояла из 3 экземпляров. Из них две были оснащены головными частями, а одна являлась зондирующей ракетой. На Цзюцюаньской ракетно-испытательной базе была создана испытательная канцелярия, отвечающая за организацию и проведение запуска. Ответственные лица канцелярии — заместитель командующего Лю Фуцзэ и начальник Управления испытаний ракет класса «земля-земля» Люй Линь. Для организации своевременного получения информации о запуске командование артиллерийскими войсками подключило своих представителей к испытаниям. В соответствии с указаниями КОНТОП испытательная база несла

* Современная оборонная наука и техника Китая / Под ред. Се Гуана. — Т. 1. — Пекин: Изд-во «Современный Китай», 1992. — С. 315 (на кит. яз.).

ответственность за испытание и запуск ракеты, измерение зоны полета и обеспечение технической поддержки, Пятая академия — за полетное испытание и проверку части новых узлов. Анализ результатов испытания возлагался на техников из структур, занимающихся разработкой, производством и испытаниями.*

19 октября 1960 года началась транспортировка трех ракет «1059» из Пекина, которые 27 числа были доставлены на Цзюцюаньскую испытательную базу. 5 ноября 1960 года утром температура воздуха достигла отметки в -20°C . Первая ракета «1059» китайского производства была установлена на стартовом столе Цзюцюаньской испытательной базы. В 9 утра она взмыла в воздух. Через несколько секунд после взлета ракета совершила разворот, постепенно набрала скорость и улетела в направлении запада, превратившись в маленькую яркую точку. Через 7 минут боеголовка упала в зоне цели в 550 км от стартового стола. Испытание прошло успешно. Не Жунжэнь на праздновании, проводимом на испытательной базе, взволнованно сказал: «Сегодня на горизонте Родины взлетела первая ракета нашего производства. Это важный поворотный момент в истории вооружения Китая. С этого момента у нас есть своя ракета».**

Все участники испытания продолжили работу. 6 и 16 декабря были успешно проведены еще два испытания. На одном из них была впервые запущена зондирующая ракета и получены телеметрические данные. Пусковые испытания первых трех ракет «1059» прошли идеально. Были достигнуты поставленные цели, полностью проверены функциональные показатели и технологические характеристики симитированной ракеты. Испытания показали, что Китай полностью овладел технологией производства ракеты малой дальности. Успешное копирование «1059» заложило основу для самостоятельной разработки ракеты класса «земля-земля»***.

После успешного запуска первой партии ракет «1059» для повышения уровня ракетных технологий Китая, обучения стратегических ракетных войск и проведения научных опытов была изготовлена очередная небольшая партия ракет. 11 октября 1963 года проведено два испытания. Успешное копирование ракеты малой дальности класса «земля-земля» «1059» заложило основу для перехода Китая к самостоятельным разработкам новых ракет. Данный шаг стал важной вехой в развитии китайских баллистических ракет и космонавтики.

2.2. Ракета средней и малой дальности «Дунфэн-2»

«Дунфэн-2» — первая китайская самостоятельно разработанная жидкостная ракета средней и малой дальности класса «земля-земля». Разработка новой модели, являющейся модификацией ракеты «1059», признано смелым и полезным вкладом в развитие ракетных технологий Китая. Страна прошла путь

* Современная оборонная наука и техника Китая / Под ред. Се Гуана. — Т. 1. — Пекин: Изд-во «Современный Китай», 1992. — С. 315 (на кит. яз.).

** Современная китайская космонавтика / Под ред. Чжан Цзюнь. — Пекин: Изд-во Китайской академии общественных наук, 1986. — С. 16 (на кит. яз.).

*** Современная оборонная наука и техника Китая / Под ред. Се Гуана. — Т. 1. — Пекин: Изд-во «Современный Китай», 1992. — С. 319 (на кит. яз.).

от поражения до успеха — подготовила команду разработчиков, овладела на начальном уровне методами исследования, проектирования и испытаний стратегических ракет, набором методов организации пробного производства ракеты, открыв путь к самостоятельным разработкам и заложив основу для научной организации и управления.

2.2.1. Постановка задачи разработки

В конце 1959 года в процессе глубокого изучения и всестороннего копирования ракеты «1059» специалистами был отмечен ее значительный потенциал. Третьим проектным управлением с использованием деталей двигателя «5Д52» проведено испытание на увеличение тяги, в ходе которого было подтверждено предположение, что с увеличением расхода топлива и повышением давления в камере сгорания можно повысить удельную тягу двигателя. В ходе анализа общего проекта ракеты, проведенного 1-м проектным управлением, специалисты пришли к выводу о возможности создания на базе ракеты «1059» модифицированной модели с увеличением дальности до 1000 км.

В этой связи, естественно, возник вопрос: «Как сделать первый шаг в самостоятельном проектировании? Сделать большой или маленький шаг? Разработать по изначально утвержденному плану и показателям ракету средней дальности 2000–2500 км (первоначальное наименование «Дунфэн-1»), или сделать модифицированную ракету средней и малой дальности до 1000 км на базе ракеты «1059»? В 1-м филиале по этим вопросам развернулась горячая полемика.* В марте 1960 года на расширенном заседании парткома Пятой академии Минобороны была поставлена задача — совершить переход от копирования к самостоятельному проектированию. Для ускорения завершения работ над «Дунфэн-1» было принято решение об использовании модифицированной «1059» (далее называемой «Дунфэн-2»). Проект «Дунфэн-2» был завершен в июле. Специалистами отмечено три улучшения: увеличение тяги и удельной тяги двигателя; замена конструкции кислородного бака на однокамерную тонкостенную конструкцию; замена материала конструкции хвостового отсека на алюминиевый сплав вместо стали, а также использование маленьких треугольных хвостовых стабилизаторов. Таким образом, дальность ракеты увеличилась в 2 раза. 1 августа в Пятой академии Минобороны обсудили и утвердили общий проект «Дунфэн-2», определили максимальную дальность ракеты в 1200 км и заявили о необходимости завершить предварительные конструкторские работы к концу года. 10 августа партком филиалов предложил парткому Пятой академии придать «Дунфэн-2» статус официальной разработки.

14 августа по завершении в Бэйдайхэ отчета Пятой академии было принято решение о придании проекту «Дунфэн-2» статуса разработки. Не Жунжэнь отметил: «Ключевые ступени нужно проходить одну за другой. Когда будет пройдена ступень в 1200 км («Дунфэн-2»), можно переходить к 2000 км («Дунфэн-1»)». Он также указал на необходимость проведения разработки ракеты

* Линь Шуан. Рождение первой китайской ракеты // Путь молниеносного развития китайской космонавтики. — Пекин: Изд-во «История культуры Китая», 1999. — С. 158–166 (на кит. яз.).

в 3 этапа — производство, разработка и предварительные исследования.* В августе на 6-м расширенном заседании парткома Пятой академии было принято решение о начале разработки «Дунфэн-2» на базе ракеты «1059». В сентябре был создан Комитет проектирования «Дунфэн-2», председателем которого был назначен Линь Шуан. 21 октября Военный совет ЦК утвердил главной задачей Пятой академии на ближнесрочную перспективу проектирование «Дунфэн-2». Так проект «Дунфэн-2» не только стал официальной разработкой, но и получил приоритет относительно «Дунфэн-1».

2.2.2. Попытка самостоятельного проектирования

В марте 1960 года 1-м проектным управлением 1-го филиала был предложен общий проект «Дунфэн-2». В соответствии с проектными планами длина ракеты должна составить 20,9 м, максимальный диаметр — 1,65 м, в хвостовой части — 4 треугольных стабилизатора, взлетная масса — 29,8 т, тяга двигателя — 46 т, в качестве топлива по-прежнему были взяты жидкий кислород и спирт, удельный импульс — 200 с, дальность — 1200 км. Система управления и наземное оборудование серьезных изменений не претерпели.**

С самого начала было определено, что для проекта ракеты «Дунфэн-2» будут использованы достижения копирования ракеты «1059». Ввиду четкости идейных указаний в выборе общего проекта больших разногласий не было. Главным противоречием, требующим разрешения, была названа необходимость повышения дальности. Метод увеличения дальности — повышение взлетной массы ракеты, увеличение тяги двигателя и времени работы двигателя на базе ракеты «1059». Для решения данного вопроса необходимо лишь повысить тягу двигателя и уменьшить вес ракетной конструкции. Так, только половина конструкторских изменений пришлось на двигатель и конструкцию корпуса ракеты.

Главными мерами по упрощению конструкции ракеты были выбраны: преобразование конструкции кислородного бака в однокамерную структуру, замена стальной конструкции хвостовой части на полумонок из алюминиевого сплава, а для удобства обработки хвостовую часть сделали в форме трубы. Удельный вес ракеты «Дунфэн-2» с 0,22 снизился до 0,14, вес структуры корпуса ракеты — с 0,063 до 0,043. Данные изменения отразились не только на повышении уровня проектирования, но и показали уровень развития производственных ракетных технологий в Китае. В 1960 году завод № 211 с помощью формовки взрывом произвел конусообразное отверстие крышки на дне бака с загибом переднего конца вверх, гофрированную крышку и другие особые детали необычной формы.

Принято условное наименование ракеты «Дунфэн-2» — «5Д60». Этап предварительного проектирования был начат 3-м проектным управлением 1-го филиала в марте 1960 года. Во время испытаний советского двигателя «5Д52» обнаружилась недостаточная прочность деталей и элементов, поэтому они были

* Цянь Чжэнь. От «карабканья по ступенькам» до самостоятельных разработок // Путь молниеносного развития Китая. — Пекин: Изд-во «История культуры Китая», 1999. — С. 135 (на кит. яз.).

** Современная оборонная наука и техника Китая / Под ред. Се Гуана. — Т. 1. — Пекин: Изд-во «Современный Китай», 1992. — С. 283 (на кит. яз.).

спроектированы заново. Чтобы еще больше повысить характеристики и надежность двигателя, были введены поправки в системное проектирование и использованы более передовые проекты по сравнению с двигателем «5Д52». Во-первых, для снижения веса пероксидный бак вместо углеродистой стали изготовили из алюминиевого сплава, с помощью регулятора давления управляли тягой. Во-вторых, увеличили давление в пероксидном баке, добавили редуктор давления; для повышения герметичности применили новые материалы уплотнений и главные жидкокислородные клапаны. В-третьих, была улучшена конструкция камеры двигателя, в результате чего повысились ее характеристики и надежность. В-четвертых, к турбинному насосу добавили пероксидный насос, заново спроектировали турбину, и мощность увеличилась на 35 %. В-пятых, топливопроводы и обратную магистраль заменили рукавами высокого давления, модернизировали зону охлаждения камеры двигателя. Кроме того, прошли соответствующую модернизацию рама двигателя, другие модули и агрегаты. В соответствии с реальными условиями и техническими возможностями были модифицированы, отремонтированы и заново спроектированы система управления, методы проведения испытаний, система боеголовки, телеметрическая система и наземное оборудование ракеты «Дунфэн-2».

В декабре 1960 года первоначальные конструкторские работы «Дунфэн-2» были полностью завершены. Проектные документы были доставлены на заводы, где приступили к производству макетов корпуса ракеты, двигателя, блоков управления и телеметрии. Конструкция ракеты прошла статическое испытание, система управления — наземное моделирующее испытание. Подверглись испытаниям большое количество элементов двигателя. С использованием модифицированной камеры ракетного двигателя «5Д52» проведены испытания полутрубной конструкции, холодное испытание полусистемы двигателя на случай возникновения произвольного увеличения давления в пероксидном баке, испытание вращением для проверки надежности работы шестерни и испытания подшипников, герметичности и регулятора давления. В марте 1961 года полутрубная конструкция двигателя «5Д60» успешно прошла первое термическое испытание. Время работы главного двигателя — 40 с, тяга — 43,8 т.

Весной 1961 года было завершено техническое проектирование системы ракеты «Дунфэн-2». 29 апреля Не Жунжэнь, выслушав отчет руководства Пятой академии, отметил необходимость концентрации усилий на разработке ракеты «Дунфэн-2». На проведенном 3 мая 1-м филиалом агитационном собрании был объявлен переход от производства макета к производству испытательного образца ракеты «Дунфэн-2».

20 февраля 1962 года собрана и испытана первая ракета «Дунфэн-2» партии «00». 26 февраля Пятая академия Минобороны созвала агитационное собрание по готовой к запуску первой партии «Дунфэн-2» и огласила «Правила испытаний “Дунфэн-2”». 27 февраля партком Пятой академии принял решение отложить начало транспортировки ракеты «Дунфэн-2» для проведения дополнительной общей проверки. 3 марта ракета покинула завод и отправилась на Северо-Западную стартовую базу. Группу испытателей возглавил заместитель директора Пятой академии Ван Чжэн. После того как ракета была доставлена на базу, ее подвергли предстартовым техническим испытаниям. Утром 21 марта в 09:05:33 было проведено летное испытание. Через несколько секунд после взлета ракета начала

сильно вибрировать и вращаться, что явно свидетельствовало о возможном отклонении от заданной траектории. Вскоре загорелся двигатель, в хвостовой части показалось пламя. Затем двигатель выключился. На 69 секунде полета ракета упала недалеко от стартовой площадки. Последовал взрыв, создавший яму глубиной 4 м и диаметром 22 м.*

2.2.3. Выявление причин аварии и изменение конструкции

Неудачное первое пусковое испытание «Дунфэн-2» было временной неудачей в самостоятельной разработке китайской ракеты. 9 апреля 1962 года Не Жунжэнь на встрече в КОНТОП указал: «Не нужно расстраиваться из-за того, что пробное испытание “Дунфэн-2” не достигло цели. Это не что-то непредсказуемое. Это нормальное явление для испытательной работы».**

С апреля 1962 года предприятия, занимающиеся разработкой «Дунфэн-2», начали анализ аварии и испытания по ее воспроизведению. 14 мая группа по испытанию «Дунфэн-2» представила парткому Пятой академии Минобороны «Предварительный отчет об испытаниях первой ракеты “Дунфэн-2”», в котором были указаны главные технические причины провала испытания: во-первых, в общем проекте корпус ракеты не рассматривался как упругая конструкция. В ходе полета из-за упругих колебаний корпуса ракеты нарушилось управление ориентацией, что привело к потере управления. Во-вторых, недостаточная прочность двигателя привела к повреждению конструкции и возгоранию.***

Кроме технических причин провал этого испытания указал на проблемы по многим другим направлениям. Во-первых, отсутствовало подробное предварительное обсуждение надежности проекта, не были проведены тщательные исследования особенностей силовой конструкции ракеты. Конструкторское упущение привело к провалу летного испытания. Это свидетельствовало также об отсутствии на данном этапе знаний об основных особенностях ракеты и ее полета. Во-вторых, не была в полной мере осознана важность наземных испытаний. Тяга двигателя «Дунфэн-2» была увеличена на 21 %, но вопрос реализуемости данного показателя не выносился на всестороннее обсуждение. Не было проведено достаточное число наземных испытаний, способствовавших выявлению скрытых проблем. В-третьих, в организации и управлении отсутствовало плановое выполнение программы разработки. Ввиду отсутствия базовых знаний по разработке подобных проектов общее проектирование было организовано, минуя этап предварительного изучения. Общее проектирование и проектирование отдельных систем, а также сборка ракеты и испытания отдельных систем велись одновременно. Макет и испытательный образец не были строго разделены. Кроме того, объединение разработки ракеты и испытаний

* Линь Шуан. Рождение первой китайской ракеты // Путь молниеносного развития китайской космонавтики. — Пекин: Изд-во «История культуры Китая», 1999. — С. 163 (на кит. яз.).

** Современная китайская космонавтика / Под ред. Чжан Цзюнь. — Пекин: Изд-во Китайской академии общественных наук, 1986. — С. 111 (на кит. яз.).

*** Ту Шоуэ. Опыт наземных испытаний // 30 лет развития космонавтики. — Пекин: Мин-во космической промышленности, 1988. — С. 20–27 (на кит. яз.).

в одну задачу привело к чрезмерной нагрузке 1-го филиала Пятой академии и его научно-исследовательских кадров.*

После глубокого анализа сложившейся ситуации был разработан и принят ряд мер по улучшению разработки «Дунфэн-2». Во-первых, было принято решение о снижении тяги двигателя, укреплении конструкции и корпуса ракеты. Во-вторых, была повышена ответственность исполнителей; проведено реформирование Комитета проектирования в аппарат главных конструкторов, создана многоуровневая система конструкторов. В-третьих, было указано на выполнение всех операций в строгом порядке: контроль установки на блоках и узлах элементов, отвечающих необходимым требованиям; сборка системы с применением только блоков и узлов, прошедших приемку, испытания и контроль качества. В-четвертых, было указано на необходимость повышения внимания к наземным испытаниям. Вся продукция должна была пройти все необходимые наземные испытания: от деталей, узлов, элементов, отдельных систем до ракеты — всё без исключения должно пройти испытания на воздействие окружающей среды, специальные испытания, испытания на совместимость, имитационные испытания и испытания всей ракеты, всего 17 видов наземных испытаний. В-пятых, претворялся в жизнь курс парткома Пятой академии «Не допускать ни единой ошибки», подвергнуть строгой проверке весь производственный процесс — от прихода сырья на завод до упаковки и пломбирования товара, усилить проверку качества проблемной в этом отношении продукции. В-шестых, постепенно совершенствовать управление системного проектирования. Общее управление утвердило схему работы. Филиалы и Пятая академия создали диспетчерскую службу, которая в соответствии с общим планом действий вносила коррективы и руководила конструкторами для координации процесса.

В мае 1962 года был составлен план разработки ракеты «Дунфэн-2». Теперь планирование, корректирование плана и ведение работы в соответствии с ним шло по распорядку.** В целях усиления роли наземных испытаний был подготовлен их развернутый проект. Для их проведения в июле 1962 года 1-й филиал созвал заседание для обсуждения первой партии исправлений в проекте ракеты «Дунфэн-2» и распорядка испытаний. На заседании утвержден общий проект, в соответствии с которым был принят ряд решений. В их числе: поставить приборостроительный отсек между спиртовым баком и баком жидкого кислорода, в баке жидкого кислорода заменить материал LF-3 на LF-6, в двигательной установке уменьшить колебания, увеличить мощность, сделать конец хвостовой части термостойким, добавить механизм самоликвидации. На заседании был определен порядок испытаний, отмечены требования по надежности. 27 августа 1-м филиалом было внесено уточнение, что проект «Дунфэн-2» вступил в этап сдачи в эксплуатацию и производства испытательного образца. В 1963 году главная задача наземных испытаний заключалась в проведении испытаний всей ракеты.

29 ноября 1962 года 1-й филиал принял решение в преддверии повторного летного испытания ракеты «Дунфэн-2» провести 17 испытаний четырех типов.

* Современная китайская космонавтика / Под ред. Чжан Цзюнь. — Пекин: Изд-во Китайской академии общественных наук, 1986. — С. 111 (на кит. яз.).

** Современная оборонная наука и техника Китая / Под ред. Се Гуана. — Т. 1. — Пекин: Изд-во «Современный Китай», 1992. — С. 284–286 (на кит. яз.).

Первый тип: 7 испытаний по проверке систем при приемке, включая статические испытания, моделирующие испытания системы стабилизации. Второй тип: 5 общих испытаний на совместимость систем, включая приемочные испытания измерительной системы, общие измерения. Третий тип: 2 испытания, включая испытание ракеты. Четвертый тип: 3 испытания, включая измерение параметров нештатной работы.

В период с мая 1962 по май 1964 года все предприятия прошли этапы исследований, проектирования, испытаний и опытного производства. Для обеспечения достаточной мощности двигателя «5Д60» 5-я академия распределила разработку двигателя на два этапа. Первый этап — снижение тяги с 46 до 40,5 т, снижение дальности с 1200 до 960 км. Второй этап — повышение тяги с 40,5 т до 46 т, повышение дальности с 960 до 1200 км. Для укрепления конструкции и повышения мощности двигателя было принято 10 мер, улучшены конструкции ломавшихся во время испытаний частей. В период с марта 1962 года по конец 1963 года двигатель прошел 82 испытания на термическую нагрузку, неоднократно принимались меры по усилению маленьких клапанов и сварочных швов вспомогательной системы охлаждения камеры двигателя. В конечном итоге проблема увеличения прочности структуры двигателя была решена.

С июля 1963 года, даты создания ракетного испытательного стенда, «Дунфэн-2» подверглась разнообразным испытаниям. 17 апреля 1964 года ракета успешно прошла комплексные испытания, включая испытания большой тяги на всем участке полета. Испытания показали, что двигательная, телеметрическая и система управления в имитационных условиях сильных колебаний и большой тяги на протяжении всего полета работают надежно. Это предопределило успех летного испытания. В период с 14 по 30 мая на «Дунфэн-2» провели испытания замкнутого контура ракеты, проверку стабильности системы управления ориентацией, измерили параметры особенностей колебаний структуры ракеты.

25 мая 1964 года, через два года доработок конструкции «Дунфэн-2», завершена сборка и испытания первой ракеты партии «01», по завершении которых она была отправлена на Северо-Западную стартовую площадку. В этот раз испытанием руководил заместитель председателя КОНТОП Чжан Айпин. 29 июня 1964 года состоялся успешный запуск доработанной ракеты «Дунфэн-2». 9 и 11 июля произведен успешный запуск еще двух ракет. С сентября по октябрь того же года проведено еще 5 успешных запусков. Полет ракет прошел по намеченной траектории, боеголовки точно попали в цель. Кроме того, была подтверждена максимальная дальность полета. Летные испытания 8 ракет партии «01» показали, что исправленный проект «Дунфэн-2» верный, все системы работают слаженно, а качество производства соответствует предъявляемым техническим требованиям.

2.2.4. Разработка «Дунфэн-2А»

Осенью 1964 года Чжоу Энлай дал указание увеличить дальность «Дунфэн-2» и сделать из нее оружие с реальной военной мощностью. В августе 1-м филиалом было указано, что в процессе модификации «Дунфэн-2» необходимо провести НИОКР и опытные испытания по повышению тяги и удельной тяги двигателя, разработать боеголовку с особым боезарядом и установку автоматической

дозаправки жидким кислородом, а также упростить вертикальные испытания. В ноябре, выполняя дальнейшие работы по «Дунфэн-2», Пятой академией было отмечено, что для увеличения дальности до 1200 км, тяги двигателя с 40,5 до 45,5 т и удельной тяги с 219 с до 223,3 с необходимо использовать инерциальный способ наведения. В феврале 1965 года Спецком ЦК принял официальное решение об увеличении дальности «Дунфэн-2» до 1200 км. В марте 1-й филиал внес это решение в «Программу развития ракет класса “земля-земля”» (1965–1972 гг.) и дал название модифицированной модели — «Дунфэн-2А».*

В целях удовлетворения требований по дальности «Дунфэн-2А» 3-е проектное управление приступило к решению задач по увеличению тяги до 45,5 т на базе двигателя «5Д60» при сохранении времени работы в 125 с.

В период с октября по ноябрь 1964 года двигатель ракеты «Дунфэн-2А» (условное наименование «YF-60A») 8 раз подряд прошел длительные испытания на надежность. В период с апреля по июль 1965 года завершено 4 испытания. 17 июня проведено высокотемпературное испытание, 25 июня — низкотемпературное испытание, 22 июля — испытание при увеличенной тяге. Подтверждено, что продукция отвечает всем конструкторским требованиям, функционирует при минимуме и максимуме температурных рабочих режимов, двигатель достигает стабильной тяги в 45,5 т.

В целях повышения боевых возможностей «Дунфэн-2» в ходе проектирования в системы управления были внесены значительные изменения. Так, вместо метода преобразования горизонтальных координат и продольного двойного компенсаторного метода использовали инерциальную систему наведения, что не только уменьшило количество радиосистем, наземного и бортового оборудования и оборудования связи, но и, что более важно, повысило боевую маневренность ракеты и ее надежность. 17 ноября 1965 года во время первого летного испытания ракеты «Дунфэн-2А» данная система прошла свою опытную эксплуатацию.

В сентябре 1965 года вышла с завода и поступила на полигон для комплексных испытаний ракета «Дунфэн-2А» с пристыкованной головной частью. Параллельно с испытаниями проходила настройка наземного пускового оборудования и подготовка к запуску. 13 ноября состоялся первый успешный запуск «Дунфэн-2А». В течение менее двух месяцев было проведено еще 7 летных испытаний, из которых 6 прошли успешно. Следствием неудачного испытания стали очередные меры по повышению надежности и улучшению характеристик ракеты.

Благодаря высокой надежности «Дунфэн-2А» стала первой китайской высокоэффективной баллистической ракетой. В целях разработки ракетного ядерного оружия еще в марте 1963 года КОНТОП спланировал соответствующую предварительную исследовательскую работу. 12 июня 1964 года Канцелярия Спецкома ЦК созвала заседание по координации сопряжения «Дунфэн-2» и атомной бомбы, на котором был принят ряд решений. Во-первых, увеличить число наземных моделирующих испытаний, способствующих решению насущных технических вопросов. Во-вторых, эффективно использовать благоприятные условия пускового испытания ракеты, организацию летных испытаний с целью

* Современная оборонная наука и техника Китая / Под ред. Се Гуана. — Т. 1. — Пекин: Изд-во «Современный Китай», 1992. — С. 285 (на кит. яз.).

повышения надежности «сопряжения ракеты и бомбы». В-третьих, выполнить посредством летного испытания зондирующей ракеты «Дунфэн-2А» отдельные испытания «сопряжения ракеты и бомбы».

15 октября 1964 года было проведено успешное испытание первой китайской атомной бомбы. Чтобы иностранные критики не высмеивали тот факт, что у китайского ядерного оружия «есть пуля, но нет ружья», ускорили работу по «сопряжению бомбы и ракеты». В ноябре 1-м филиалом были определены сроки разработки «сопряженных ракеты и бомбы» и организована необходимая работа. 14 декабря Пятой академией был предложен общий план «сопряжения ракеты и бомбы», а также представлен проект по внешним размерам боеголовки и системе нагрева.

В сентябре 1966 года была завершена подготовительная работа по испытанию «сопряженных ракеты и бомбы». Мао Цзэдун заслушал отчет Не Жунжэня и Цянь Сюэсэня о подготовке испытаний и радостно сказал: «Кто сказал, что мы, китайцы, не можем сделать ракетное ядерное оружие?». Премьер-министр Чжоу Эньлай уделил особое внимание этому испытанию и дал указания по всем направлениям деятельности: от идеологической работы до технической и материальной подготовки, от безопасности населения до возможного международного резонанса. 28 сентября Спецком ЦК прислал телеграмму, в которой говорилось о проведении ядерных испытаний с использованием ракеты на суше, чего раньше никто в мире не делал. (В 1956 г. СССР провел успешный запуск ракеты с ядерной боеголовкой. — *Прим.ред.*) В данной ситуации ни в коем случае нельзя было допустить провала, так как техническая проблема могла стать серьезным политическим вопросом.*

13 и 16 октября успешно завершились два «холодных» летных испытания ракет «Дунфэн-2А». Обе ракеты поднялись на заданную высоту, где произошел химический взрыв. 27 октября 1966 года в Китае успешно прошло совместное испытание «Дунфэн-2А» и ядерного груза. Полет ракеты прошел нормально. Ядерная боеголовка на заданном расстоянии точно попала в цель, произведя ядерный взрыв. Народ горячо приветствовал рождение первого ракетного ядерного оружия в Китае. Так, миру было наглядно продемонстрировано, что у Китая есть не только ядерное оружие, но и средство его доставки до цели. «Жэньминь жибао» в честь этого события издала спецвыпуск. Китай торжественно объявил всему миру: «Китай развивает ядерное оружие только для обороны. Китай ни в какое время и ни при каких обстоятельствах не воспользуется ядерным оружием первым».**

2.3. Ракета средней дальности «Дунфэн-3»

«Дунфэн-3» — ракета, самостоятельно разработанная Китаем. Процесс разработки прошел в три этапа. Первый этап — первоначальные исследования. Второй этап — предварительные исследования отдельных узлов. Третий этап — всесто-

* У Цзюньхуа. Первое незабываемое совместное испытание ракеты и бомбы // Бомба, ракета и спутник: монумент республики. — Пекин: Изд-во «Цзючжоу», 2001 (на кит. яз.).

** Современная китайская космонавтика / Под ред. Чжан Цзюнь. — Пекин: Изд-во Китайской академии общественных наук, 1986. — С. 113 (на кит. яз.).

ронная разработка. В ракете «Дунфэн-3» применено много новых технологий, включая новое топливо, двигатель большой тяги, параллельное соединение четырех двигателей и другие. Кроме того, использованы материалы и элементы только китайского производства, имеющие широкое практическое применение. Ракета стала прочной основой для разработки следующих моделей, включая «Дунфэн-4» и «Дунфэн-5».

2.3.1. Предварительные исследования

Поначалу «Дунфэн-3» имела наименование «Дунфэн-1». После создания Пятой академии в программу разработок сразу была внесена ракета средней дальности. На совещании в Пятой академии в августе 1958 года ее разработка, которую требовалось завершить до октября 1959 года, была названа в числе трех больших задач наряду с проектами «1059» и «Хунци-1». Все проектные управления и лаборатории 1-го филиала в соответствии со своим профилем развернули исследования новых материалов и технологий, начали подготовку к разработке новой модели. В ноябре 1958 года 1-й филиал представил основные боевые технические функциональные показатели «Дунфэн-1». Впоследствии началось обсуждение разных проектов, касающихся типов топлива, технических решений двигателя, системы управления, диаметра корпуса ракеты и др. Так как «Дунфэн-1» была технически намного сложнее ракеты «1059», было предложено разработать переходную модель «Дунфэн-2», что сильно замедлило разработку «Дунфэн-1».

В феврале 1960 года 1-й филиал провел заседание по проектированию «Дунфэн-1», на котором были поставлены задачи и создана группа проектирования начального эскиза. Затем на основе количественного анализа боевых технических показателей был завершён расчет траектории «Дунфэн-1», предложены предварительные требования к проектированию модели. В марте Пятая академия назначила Сюй Ланьжу генеральным конструктором «Дунфэн-1». В июне 1-е управление, исходя из общего предварительного анализа, выдвинуло технические требования ко всем отдельным системам «Дунфэн-1». Так, тяга одного двигателя (условное наименование «5D10») — 20 т, при параллельном соединении четырех двигателей, топливо — азотная кислота и смешанный амин. В то же время 1-й филиал выдал заводу № 211 заявку на производство корпуса ракеты и элементов двигателя.

В мае 1961 года по системе управления было выдвинуто четыре проекта на выбор: бесплатформенная компенсация, преобразование координат, радионаведение и инерциальная платформа. Затем тщательно проанализировали требования к принципам проекта, технической реализуемости, компонентам наведения и распределению погрешностей. Благодаря подробному обсуждению проекта был не только повышен уровень работ, но и найдено направление исследования метода наведения. Однако из-за слабой промышленной базы (включая снабжение сырьем) предложенные проекты не получили должного развития. Большая часть предварительных исследований проводилась лишь теоретически.

В сентябре 1961 года для повторной проверки качества проектирования 1-й филиал провел рабочую встречу по «Дунфэн-1». Лишь 16 ноября на собрании комитета «Дунфэн-1» 1-е проектное управление подвело итоги разработки и представило отчет о 10 больших технических трудностях, которые

оказывали сильное влияние на проведение проектной работы. Основными проблемами названы точность попадания в цель, эрозия газового руля, прицел, термостойкость боеголовки, горение хвостовой части, вибрация ракеты, площадь хвоста, безопасность, гидравлическая система и конечный разгонный блок. В связи с этим 1-й филиал и Комитет модельного проектирования предложили временно прекратить производство экспериментальных элементов для «Дунфэн-1» и принять меры для разрешения вышеизложенных трудностей. В конце года 1-й филиал составил план внесения первоначальных изменений в проект «Дунфэн-1». Для концентрации сил на разработке «Дунфэн-2» в мае 1962 года партком Пятой академии Минобороны принял решение, продолжая предварительные исследования по ключевым проектам, не заниматься общим проектированием «Дунфэн-1» до тех пор, пока не будет выяснен вопрос с «Дунфэн-2».

В августе 1963 года 1-й филиал провел обсуждение предложений 1-го управления по боевым показателям и техническим решениям «Дунфэн-1», предварительным исследовательским темам и комплектации модели. Двигательную установку «Дунфэн-1» было предложено сделать из 4 жидкостных ракетных двигателей. В качестве топлива используется диметилгидразин и азотная кислота. Исполнительная структура системы управления — двигатель на карданном подвесе, метод управления — двойной компенсаторный. Основные конструкционные материалы — алюминиевые сплавы, термостойкий материал боеголовки — стеклопластик, на конце — многослойный стеклопластик или упрочненная керамика. Диаметр корпуса ракеты 2,25 м. По данным предложениям были составлены предварительные проекты. В течение двух лет ключевые технологии «Дунфэн-2», в особенности двигатель «5Д10», получили значительное развитие. Особое внимание было привлечено к решению проблемы высокоточных инерциальных компонентов и варке днищ бака большого диаметра.

В октябре 1963 года Пятая академия предложила КОНТОП разработать ракету средней дальности с радиусом 2000–2500 км. После завершения обсуждения проекта в 1964 году были определены боевые технические показатели. В марте 1964 года Генштаб НОАК и КОНТОП приняли документ о методе наименования и кодирования ракет, утвержденный Военным советом ЦК. «Дунфэн-1» переименовали в «Дунфэн-3». 22 апреля Пятая академия назначила Линь Шуна генеральным конструктором. В июне 1965 года было завершено проектирование, на 1970 год запланировано окончание разработки. 25 января 1964 года Канцелярия оборонной промышленности согласилась внести разработку «Дунфэн-3» в государственный план.

2.3.2. Подготовка общего проекта

В начале 1964 года началось обсуждение общего проекта и проектов отдельных систем, по некоторым из них шли большие дискуссии. Во-первых, какой проект использовать в системе наведения — платформу-компьютер или бесплатформенную компенсацию? В середине 60-х годов XX века китайская компьютерная промышленность и промышленность высокоточной механики были плохо развиты. В этой связи, несмотря на признание метода платформы-

компьютера передовым, вероятность его успеха была весьма мала. В рамках реализации проекта бесплатформенной компенсации имелись хорошие наработки. В соответствии с учетом национальных условий был выбран метод бесплатформенной компенсации. Во-вторых, возник спор при выборе проекта управления ориентацией — современный двигатель на карданном подвесе или газовое рулевое управление. В итоге для сокращения срока разработки было решено использовать газовое рулевое управление. В-третьих, стоял вопрос по системе двигательной установки. В качестве топлива впервые использовали красную дымящую азотную кислоту и диметилгидразин. Двигательная установка представляла собой параллельное соединение четырех двигателей. В-четвертых, проблема выбора структуры корпуса ракеты. После долгих обсуждений было решено сделать корпус диаметром 2,25 м. Топливный бак изготовили из высокопрочных антикоррозийных плавких алюминиевых сплавов и химически фрезерованной мелкосетчатой каркасной конструкции. Данные меры позволили снизить вес на 25–30 %. В структуре разделения боеголовки и корпуса ракеты впервые применили срезной взрывной болт и пороховой заряд. Эта простая, надежная и очень удобная в использовании конструкция значительно сократила время соединения боеголовки с корпусом ракеты.*

В период с 29 июля по 3 августа 1964 года партком Пятой академии Минобороны и партком 1-го филиала провели совместное расширенное заседание на двух уровнях, в ходе которого были утверждены технические решения и общий проект ракеты средней дальности. На 1968 год было запланировано проведение летного испытания, а на 1970 год — принятие ракеты на вооружение. В марте 1965 года на 11-м заседании Спецкома ЦК был утвержден общий проект ракеты и боевые технические показатели. Длина ракеты — 20,97 м, максимальный диаметр — 2,25 м, взлетная масса — 65 т, топливо — азотная кислота и диметилгидразин, наземная тяга двигателя — 104 т.

2.3.3. Разработка и испытания

После утверждения общего проекта ракеты средней дальности «Дунфэн-3» Спецкомом ЦК Первая академия 7-го министерства машиностроения начала ее разработку. В ходе реализации данного процесса был решен целый ряд сложных технических задач.

Во-первых, разработка двигательной системы. Для выяснения возможных проблем при замене смешанного амина диметилгидразином было решено провести испытания на двигателе «5Д10». В марте 1965 года было проведено первое термическое испытание, в ходе которого возникла проблема нестабильного горения. Все последующие испытания пяти разных методов разделения бака на зоны газ–жидкость закончились провалом. С марта 1965 года в течение 11 месяцев было подготовлено более 30 проектов и проведено более 80 испытаний. Научные работники, занимавшиеся теоретическими изысканиями и проектированием конструкций, в ходе слаженной работы и неоднократных обсуждений предложили новый проект, объединявший методы разделения с помощью

* Современная китайская космонавтика / Под ред. Чжан Цзюнь. — Пекин: Изд-во Китайской академии общественных наук, 1986. — С. 115 (на кит. яз.).

жидкости и перегородок на зоны. Термические испытания показали, что предложенное решение эффективно. Так была решена трудная техническая задача нестабильного высокочастотного горения, что позволило ускорить процесс развития технологий жидкостного двигателя. Двигатель в проекте получил условное наименование «YF-1». В июле 1965 года прошло испытание параллельного соединения четырех двигателей при коротком и длительном времени работы. Двигатели заработали, переключились и выключились по заданной схеме. Все они работали слаженно и стабильно, что продемонстрировало реализуемость проекта.

С апреля по июнь 1966 года четыре параллельно соединенных двигателя (условное наименование «YF-2») прошли приемочные испытания при тяге 106 т общей продолжительностью 140 с. Двигатель был готов к сдаче. От предварительных исследований двигателя до сдачи и сборки ракеты прошло 6 лет (1960–1966), из которых два года ушло на «YF-2». В общей сложности было проведено 181 наземное испытание продолжительностью 10930 с. Успешная разработка двигателя на долговечных компонентах топлива сыграла важную роль в применении стратегической ракеты в военных целях, а также заложила хорошую техническую базу для развития двигателя с большой тягой.

Во-вторых, разработка системы управления. Вначале были проведены теоретические исследования линейного компенсаторного метода бесплатформенной системы наведения. В дальнейшем организованы исследования по влиянию помех на траекторию полета и на измерительный блок самой ракеты. На основе теории системного управления было выведено уравнение управления и предложена целая «теория линейной полной компенсации внешних помех автоматической системы управления при переменных параметрах». Так в Китае были найдены новые решения для компенсаторной технологии наведения.*

В-третьих, разработка системы управления ориентацией. Для определения скорости углового положения было решено использовать гироскоп изменения скорости. Для обеспечения совместимости всех приборов управления и сети приняты меры защиты сетей от помех. Кроме того, назначены комплексные и проверочные пусковые испытания и заключительное моделирующее летное испытание. Создан и использован транзисторный магнитный усилитель, все компоненты и элементы которого были разработаны в Китае. Практика доказала надежность конструкции, стабильность электрических характеристик и высокую надежность усилителя.**

Общий проект «Дунфэн-3» был утвержден в марте 1965 года. В конце года завершено опытное производство всех отдельных систем, начаты комплексные наземные испытания. С сентября по октябрь 1966 года успешно прошли термические испытания. Все подсистемы работали штатно. Проведены испытания колебаний топлива в топливном баке, вибрационное испытание на всем участке

* Современная китайская космонавтика / Под ред. Чжан Цзюнь. — Пекин: Изд-во Китайской академии общественных наук, 1986. — С. 115 (на кит. яз.).

** Ли Имин. Разработка китайской ракеты большой дальности // Путь молниеносного развития китайской космонавтики. — Пекин: Изд-во «История культуры Китая», 1999. — С. 175–178 (на кит. яз.).

полета, моделирующее испытание системы стабилизации углового положения, статические, динамические и другие испытания агрегатов и приборов конструкции корпуса ракеты, испытание топливной антикоррозийности агрегатов и материалов, сборка макета, испытания тяги двигателя, испытание параллельного соединения четырех двигателей и приемочное испытание перед установкой боевой части, наземное стендовое испытание ракеты, комплексные испытания всех отдельных систем, испытание на электрическую совместимость, стыковку ракеты и наземного оборудования и комплексное испытание на полигоне. После испытания ракеты с пристыкованной боевой частью началась подготовка к первому летному испытанию.

26 декабря 1966 года партия «01» «Дунфэн-3» успешно прошла летные испытания. В январе 1967 года была запущена вторая зондирующая ракета. Когда двигатель уже готов был выключиться (на 129,2 с), у второго двигателя началось сильное снижение тяги. Во время обоих испытаний были обнаружены проблемы с двигателем. Научно-технические сотрудники НИИ № 11 посредством предварительного анализа и наземных стендовых испытаний обнаружили, что внутренние стенки камеры сгорания двигателя после долгой работы деформировались и дали трещины. После внесения изменений в проект в мае 1967 года было проведено третье летное испытание, в ходе которого ракета летела по заданной программе, все системы работали нормально и слаженно, боеголовка попала в цель — испытание признано успешным.

18 декабря 1968 года с испытательной базы была запущена первая ракета-зонд «Дунфэн-3» партии «02». Весь полет прошел успешно. 30 мая 1969 года Канцелярия Военного совета ЦК утвердила план работ по принятию «Дунфэн-3» на вооружение. В октябре Госплан и Канцелярия оборонной промышленности дали задание изготовить небольшую партию «Дунфэн-3» для нужд армии. С сентября по октябрь 1969 года успешно прошло комплексное испытание двух ракет-зондов. В октябре 1970 года Комитет по принятию на вооружение ракет класса «земля-земля» изучил вопросы, касающиеся ракеты, двигателя, системы управления и наземного оборудования. В марте 1975 года этот Комитет пришел к выводу, что «Дунфэн-3» достигла необходимых стандартов и может использоваться в качестве стратегического оружия класса «земля-земля». 4 августа решением Госсовета и Военного совета ЦК была принята на вооружение ракета средней дальности — носитель ядерного оружия.

Для использования всех возможностей ракеты средней дальности с 1981 года начались работы по увеличению ее дальности. Модернизированная ракета успешно прошла два летных испытания в декабре 1985 и в январе 1986 года.*

«Дунфэн-3» — не только стратегическое оружие, но и основа для разработки последующих моделей. Это важная веха в совершенствовании китайских ракетных технологий и развитии ракет класса «земля-земля». Она стала базой для разработки ракеты большой дальности и межконтинентальной ракеты.**

* Современная оборонная наука и техника Китая / Под ред. Се Гуана. — Т. 1. — Пекин: Изд-во «Современный Китай», 1992. — С. 289 (на кит. яз.).

** Современная китайская космонавтика / Под ред. Чжан Цзюнь. — Пекин: Изд-во Китайской академии общественных наук, 1986. — С. 117 (на кит. яз.).

2.4. Ракета средней и большой дальности «Дунфэн-4»

«Дунфэн-4» — первая китайская двухступенчатая жидкостная ракета класса «земля-земля», используемая в качестве стратегического вооружения. Ее разработка началась после утверждения Спецкомом ЦК программы «Четыре ракеты за 8 лет». Успешная разработка «Дунфэн-4» сыграла важную роль в усилении стратегической оборонной мощи Китая, овладении технологиями многоступенчатой ракеты, разработке ракеты «Дунфэн-5», запуске ИСЗ и развитии космических технологий.

2.4.1. Проект разработки

В десятилетней программе развития оборонной науки и техники 1963 год был обозначен как год реализации второго этапа развития ракет класса «земля-земля», с акцентом на разработке многоступенчатой ракеты, а именно «Дунфэн-5». Во время исследований в рамках проекта «Дунфэн-5» конструкторы отметили, что между разработками ракеты средней дальности и «Дунфэн-5» существует большой технологический пробел. Данную переходную технологическую ступень было решено заполнить разработкой двухступенчатой испытательной ракеты, выполненной на базе ракеты средней дальности. С помощью небольшой модификации планировалось изготовить РН для запуска спутника. Это и должно было стать многоступенчатой испытательной ракетой (условное наименование SDF-4). В начале 1964 года Лю Сюань и Чжан Шао из 1-го филиала Пятой академии обсудили технические решения по ракете «Дунфэн-4» и предложили путем реализации проекта этой модели совершить прорыв в технологиях создания многоступенчатой ракеты. Реагируя на резкие изменения в международной обстановке, осенью 1964 года Спецком ЦК и Генштаб НОАК заявили о необходимости разработки стратегической ракеты большой дальности. Таким образом, произошел переход от разработки многоступенчатой испытательной ракеты к разработке новой стратегической ракеты средней и большой дальности.*

1-й филиал Пятой академии Минобороны провел тщательное исследование технических решений, и в конце 1964 года было предложено два проекта. Согласно первому проекту было предложено разработать двухступенчатую ракету. В качестве первой ступени выступала модифицированная ракета «Дунфэн-3», а в качестве второй — однокамерный двигатель «Дунфэн-3». Во втором проекте было решено сразу приступить к разработке ракеты большой дальности «Дунфэн-5». Изделие должно было представлять собой двухступенчатую ракету большого диаметра, способную нести боеголовки разного веса, чтобы охватить два радиуса действия — большой и межконтинентальный. В начале декабря того же года заместитель директора 1-го филиала Ту Шоуэ в отчете Пятой академии отметил, что при выборе первого проекта при наличии небольшого числа ключевых технологий можно в полной мере использовать достижения «Дунфэн-3» и тем самым быстрыми темпами достигнуть цели разработки ракеты большой дальности и запуска ИСЗ.

* Современная оборонная наука и техника Китая / Под ред. Се Гуана. — Т. 1. — Пекин: Изд-во «Современный Китай», 1992. — С. 289 (на кит. яз.).

3–4 февраля 1965 года на 10-м заседании Спецкома ЦК Пятой академии (уже ставшей к этому времени 7-м министерством машиностроения) было поручено организовать обсуждение проекта «Дунфэн-4». В результате 1-й филиал (ставший Первой академией 7-го министерства) провел обсуждение путей развития ракет класса «земля–земля», в ходе которого был предложен ряд технических решений и программа развития на несколько лет. Все согласились с необходимостью разработки испытательной ракеты средней и большой дальности. Однако по поводу представления ее в качестве отдельной модели возникли споры. 8–9 марта 1965 года партком Первой академии 7-го министерства принял решение внести «Дунфэн-4» в программу разработок в качестве отдельной модели. Данное решение было обосновано следующими факторами. Во-первых, в техническом плане с помощью данной модели можно было достичь прорыва, необходимого в разработке «Дунфэн-5». Во-вторых, в военном применении будет заполнен пробел между ракетой средней и большой дальности и «Дунфэн-5». Кроме того, после небольшой модификации ее можно было бы использовать для запуска ИСЗ. В-третьих, время разработки на два года короче периода работ по «Дунфэн-5».

11 марта 1965 года партком Первой академии представил «Программу развития ракет класса “земля–земля”» (то есть программу «4 ракеты за 8 лет»). В соответствии с ней «Дунфэн-4» состояла из двух ступеней: первая ступень — «Дунфэн-3», а вторая ступень — однокамерный двигатель. Ключевые технологии: межступенчатое разделение двухступенчатых ракет, зажигание двигателя второй ступени на высоте, повышение точности гироскопа и гироакселерометра. Также были перечислены данные по дальности, точности и другие боевые технические показатели «Дунфэн-4».

20 марта 1965 года на 11-м заседании Спецкома ЦК программа была утверждена. В 1969 году было запланировано начать летные испытания, а в 1971 году — принять ракету на вооружение. В мае 1965 года Спецком ЦК утвердил задание по разработке ракеты средней и большой дальности класса «земля–земля». 7-е министерство машиностроения утвердило Жэнь Синьминя руководителем этой работы.* С тех пор началась разработка «Дунфэн-4» как самостоятельной модели.

27 апреля 1965 года Первая академия предложила ключевые исследовательские проекты по разработке «Дунфэн-4», включая технологию разделения ступеней ракеты, теплозащитную технологию боеголовки, двигатель второй ступени, зажигание двигателя на высоте, высокоточные инерциальные компоненты, автоматизированное измерение, цифровую установку, крупногабаритное испытательное оборудование. 15 июля состоялось 1-е заседание главных конструкторов «Дунфэн-4», на котором было предложено разделить ход разработки на два этапа: 1. Использовать все технологические достижения по ракете средней дальности, постараться провести летные испытания во втором квартале 1967 года, не ускорять темпы, а сделать акцент на решении технических сложностей двухступенчатой ракеты; 2. Повысить точность и решить проблему комплектации наземного оборудования. 31 мая 1966 года был готов общий проект и проекты

* Современная оборонная наука и техника Китая / Под ред. Се Гуана. — Т. 1. — Пекин: Изд-во «Современный Китай», 1992. — С. 289 (на кит. яз.).

всех отдельных систем «Дунфэн-4»; составлен проект комплексных испытаний; определены темы предварительных исследований и испытаний.

В ходе обсуждения проекта «Дунфэн-4» главной темой была система наведения. В августе 1965 года Первая академия 7-го министерства созвала заседание по обсуждению проекта системы управления, где были тщательно проанализированы все за и против использования в «Дунфэн-4» метода бесплатформенной компенсации. В итоге, последовал вывод, что, если использовать систему наведения бесплатформенной компенсации плюс управление по горизонтали и стандартную систему управления, погрешность будет маленькая и можно достичь точных показателей. Для обеспечения меньшей погрешности наведения ракеты данный проект предполагал не только управление по горизонтали, но и стандартную систему управления. В разработке системы управления ориентацией главным было решить проблему стабильности вибраций и колебаний ракеты, а также влияния помех, возникающих при разделении первой и второй ступени, на стабильность управления второй ступени. Благодаря выбору правильного места установки гироскопа и смене корректирующего контура во время полета проблема упругих вибраций и колебаний была решена.*

2.4.2. Преодоление технических трудностей

«Дунфэн-4» — первая китайская двухступенчатая жидкостная ракета. С технической точки зрения, самая сложная задача — осуществить прорыв в технологии многоступенчатой ракеты. Одноступенчатая ракета в инженерно-техническом плане не сможет достичь необходимой для запуска спутника минимальной скорости — первой космической. Также из-за того, что максимальная скорость одноступенчатой ракеты невысокая, невозможно покрыть расстояние, требуемое для ракеты большой дальности. Поэтому для ракеты большой дальности и РН необходима многоступенчатая ракета.

Чтобы гарантировать надежность межступенчатого отделения, было решено применить высоконадежное разделение по горячей схеме, то есть сначала загорался двигатель второй ступени, а затем выключался двигатель первой ступени. Посредством подсчета кинематики разделения, межступенчатой аэродинамики и аэродинамического нагрева, а также испытаний в аэродинамической трубе и наземных испытаний выбрали самый рациональный метод разделения. Кроме того, конструкцию межступенчатого отсека сделали в виде фермы, чтобы пламя свободно выходило из двигателя второй ступени; верхнее дно топливного бака первой ступени покрыли термостойким слоем стеклопластика, чтобы защитить бак во время разделения ступеней.

Двигатель второй ступени «Дунфэн-4» по сравнению с двигателем первой ступени был во многом изменен и улучшен: турбонасос крепился на боковой части камеры двигателя; использовались аэродинамические клапаны, способные выдержать очень высокое давление; тяга передавалась на конусное дно топливного бака с помощью маленькой рамы; впервые было применено большое количество точных литых деталей, что повысило качество и характеристики,

* Современная оборонная наука и техника Китая / Под ред. Се Гуана. — Т. 1. — Пекин: Изд-во «Современный Китай», 1992. — С. 290 (на кит. яз.).

также с помощью технологии взрывной формовки изготовили изогнутые трубы сборника и др. узлы; использовали выдающиеся части стеклопластикового сопла большой удельной площади для охлаждения выхлопных газов турбины; перегородки регенеративного охлаждения в верхней части камеры двигателя поменяли на топливное охлаждение, окислитель стал полностью перетекать в основную часть камеры и т. д.

Двигатель второй ступени ракеты — первый китайский высокоатмосферный двигатель, работающий на высоте более 60 км. Большой технической сложностью стало обеспечение зажигания двигателя на такой высоте. Под руководством Чжан Гуйтяня научно-технические работники, занимающиеся исследованием жидкостного ракетного двигателя, принимая во внимание то, что при соединении двигательного топлива с окислителем происходило естественное возгорание, провели анализ и неоднократные опыты и предложили следующее решение: создать в верхних слоях атмосферы для двигателя второй ступени среду возгорания, сходную с наземной; улучшить соответствующие системы двигателя для обеспечения подходящей разницы во времени входа двух компонентов топлива в камеру горения; склеить и закрыть крышкой горловую часть камеры горения; и другие меры, чтобы обеспечить одно атмосферное давление во всех каналах, когда двигатель начнет работать. Так можно было избежать взрыва при возгорании топлива. В 1966 году впервые провели моделирующее испытание двигателя второй ступени на высоте. Посредством других испытаний, а также летного испытания была доказана надежность работы двигателя второй ступени и реализуемость выбранного проекта зажигания.*

Так как дальность «Дунфэн-4» очень сильно увеличилась по сравнению с ракетой средней дальности, требования к телеметрической системе сильно изменились. Чтобы повысить ее надежность, были использованы дополнительные средства и новые технические решения: в зондирующей боеголовке использовали жесткое возвращение, катапультируемое возвращение и радиотелеметрию средней скорости, испытания которых прошли успешно. После многочисленных исследований и испытаний для аппаратуры жесткого возвращения было решено использовать многослойную композитную конструкцию, что обеспечивало защиту магнитной пленки и ее повторное использование.

31 мая 1966 года КОНТОП, АН Китая и 7-е министерство машиностроения приняли решение изготовить для первого китайского ИСЗ РН «Чанчжэн-1» путем добавления третьей ступени к ракете «Дунфэн-4». Так план запуска ИСЗ оказался тесно связан с «Дунфэн-4», и поэтому оказался под пристальным вниманием ЦК. С 23–24 ноября 1967 года КОНТОП и Канцелярия оборонной промышленности приняли решение поручить Первой академии 7-го министерства провести с мая по июнь 1968 года испытание «Дунфэн-4» с пристыкованной боевой частью, в июле начать летные испытания и постараться запустить спутник до Дня образования КНР.

В ключевой период проведения масштабных испытаний «Дунфэн-4» Чжоу Эньлай 9 апреля, 7 мая и 10 мая 1969 года собрал ответственных за стендовые испытания «Дунфэн-4» из Первой академии 7-го министерства. Он четко указал,

* Современная оборонная наука и техника Китая / Под ред. Се Гуана. — Т. 1. — Пекин: Изд-во «Современный Китай», 1992. — С. 290 (на кит. яз.).

что стендовые испытания — великое событие, касающееся славы государства, поэтому никто не должен им помешать. Чтобы четко определить обязанности, гарантировать качество продукции и вести разработку по плану, он потребовал от людей, занимающихся разработкой, подчиняться указаниям и быть всегда на месте. Под четким руководством Чжоу Эньлая испытания первой и второй ступени «Дунфэн-4» 19 мая и 4 июня прошли успешно.

30 июля 1969 года Первая академия 7-го министерства выдвинула программу первой группы летных испытаний партии «01» «Дунфэн-4». 27 августа первый испытательный образец «Дунфэн-4» вышел с завода и был транспортирован на испытательную базу в Цзюцюане. Успех испытаний «Дунфэн-4» влиял не только на успех разработки самой ракеты, но и на то, сможет ли «Чанчжэн-1» успешно вывести на орбиту первый китайский ИСЗ. Кроме того, из-за увеличения дальности «Дунфэн-4» во время испытаний нужно было учитывать проблему потери управления и полета ракеты за пределами национальной территории. Поэтому до запуска Чжоу Эньлай специально заслушал отчет и подробно расспросил о качестве ракеты и принятых мерах безопасности полета.*

2.4.3. Пусковые испытания и модернизация

В августе 1969 года на испытательной базе начали проводить испытания «Дунфэн-4». Из соображений безопасности первое пусковое испытание было «общим испытанием на небольшую дальность»: на испытательной базе в Цзюцюане с целью проверки реализуемости общего проекта провели пуск с пилона для испытания разделения ступеней и зажигания двигателя второй ступени в атмосфере. В октябре 1969 года во время последней проверки ракеты на позиции запуска из-за случайного взрыва отсечного клапана двигателя первой ступени пришлось менять двигатель второй ступени. По результатам проверки причиной аварии оказалась плохо продуманная конструкция испытательной цепи. После смены двигателя второй ступени нужно было снова проводить технические испытания, поэтому эта ракета не принимала участие в первом летном испытании.**

16 ноября проходило испытание второй ракеты «Дунфэн-4». После запуска двигателя и взлета ракеты из-за поломки командной системы двигателя первой ступени не выключился в полете, а второй ступени — не запустился, поэтому отделения второй ступени не произошло, и испытание закончилось провалом. Причина — прекращение работы программного распределительного блока из-за плохого качества оборудования. У «Дунфэн-4» были недоработки технического и технологического характера, а также во время проверки на испытательной базе были ошибки в эксплуатации и обращении.***

* Современная оборонная наука и техника Китая / Под ред. Се Гуана. — Т. 1. — Пекин: Изд-во «Современный Китай», 1992. — С. 324 (на кит. яз.).

** Там же. — С. 325; Тропик Рака. С мечом в руке к небу: о летных испытаниях жидкостных ракет средней и большой дальности (1966–1986), см. военный портал «Цзылин»: www.armysky.com

*** Современная оборонная наука и техника Китая / Под ред. Се Гуана. — Т. 1. — Пекин: Изд-во «Современный Китай», 1992. — С. 325 (на кит. яз.).

30 января 1970 года успешно прошло испытание 1-й ракеты «Дунфэн-4» после смены двигателя, отделение ступеней прошло нормально. Прожиг двигателя второй ступени на высоте прошел удачно, приборы управления работали нормально, боеголовка упала рядом с заданным местом с очень маленьким отклонением. Результат испытания показал, что общий технический проект «Дунфэн-4» реализуем и все системы ракеты работают слаженно. Успешный запуск «Дунфэн-4» не только означает, что Китай овладел технологией двухступенчатой ракеты, но и что была заложена основа для запуска ИСЗ с помощью РН «Чанчжэн-1».

15 ноября 1971 года испытание «Дунфэн-4» на большую дальность прошло успешно. Все системы ракеты работали слаженно и надежно. В этом испытании также проверили метод запуска и получили материалы по условиям входа боеголовки в атмосферу и ее эрозии.* В итоге подтвердилось, что ракета «Дунфэн-4» может быть запущена на среднее и дальнее расстояние. Китай полностью решил задачу межступенчатого соединения двухступенчатой ракеты и отделения ступеней, зажигания двигателя на высоте, управления ориентацией ракеты и наведения. Итак, китайские ракетные технологии вышли на новую ступень развития.

После 1975 года дальность «Дунфэн-4» была увеличена, и были проведены разные летные испытания, показавшие, что модернизация осуществлена успешно. В ее процессе был значительно улучшен способ запуска, характеристики хранения, безопасность. В 1980–1983 гг. было завершено проектирование «Дунфэн-4», и ракета принята на вооружение. 29 июня 1983 года Госсовет и Военный совет ЦК утвердили принятие на вооружение «Дунфэн-4» с ядерной боеголовкой.** Благодаря разработке этой модели был накоплен ценный опыт для создания многоступенчатой ракеты.***

2.5. Межконтинентальная ракета «Дунфэн-5»

Межконтинентальная ракета «Дунфэн-5» — одна из первых стратегических ракет первого поколения в Китае. В марте 1965 года Спецком ЦК утвердил внесение данной модели в план разработок, что означало начало работ. В двигательной системе «Дунфэн-5» был использован жидкостный ракетный двигатель большой тяги и технология повышения давления в топливном баке; в системе управления — трехосная гиropлатформа и цифровая вычислительная технология наведения, точный электрогидравлический сервомеханизм и двигатели в карданном подвесе, чтобы реализовать технологию управления вектором тяги; в боеголовке — усиленная теплостойкая конструкция, управление ориентацией

* Современная оборонная наука и техника Китая / Под ред. Се Гуана. — Т. 1. — Пекин: Изд-во «Современный Китай», 1992. — С. 327 (на кит. яз.).

** Тропик Рака. С мечом в руке к небу: о летных испытаниях жидкостных ракет средней и большой дальности (1966–1986), см. военный портал «Цзылин»: www.armysky.com

*** Современная оборонная наука и техника Китая / Под ред. Се Гуана. — Т. 1. — Пекин: Изд-во «Современный Китай», 1992. — С. 327 (на кит. яз.); Тропик Рака. С мечом в руке к небу: о летных испытаниях жидкостных ракет средней и большой дальности (1966–1986), см. военный портал «Цзылин»: www.armysky.com

и кумулятивная технология; применили технологию запуска со стартовой позиции шахтного типа и др. 18 мая 1980 года успешно прошло первое летное испытание «Дунфэн-5» на максимальную дальность. С тех пор у Китая появилась первая межконтинентальная ракета. Разработанная на ее базе РН «Чанчжэн-2» до сих пор является базовой моделью для китайских РН.

2.5.1. Постановка задачи и выдвижение проекта

10 января 1958 года в «Тезисах десятилетней программы развития реактивных технологий (1958–1967)», составленных Пятой академией, было впервые предложено разработать межконтинентальную ракету. В 1959 году СССР приостановил помощь Китаю в ядерных и ракетных технологиях, поэтому Пятая академия снова стала решать проблему разработки новых ракет. 18 декабря партком академии принял «Восьмилетнюю программу исследования и проектирования ракет (1960–1967)», в которой было предложено через 5 лет завершить разработку межконтинентальной ракеты. 21 декабря 1960 года доклад был утвержден Военным советом ЦК.

В мае 1961 года во время обсуждения направлений развития двигателя 1-й филиал предложил разработать жидкостный ракетный двигатель большой тяги, то есть в 1963 году разработать двигатель тягой 75 т, удельной тягой 240 с, а в 1965 году осуществить параллельное соединение четырех двигателей. Тогда вся Пятая академия была занята модификацией «Дунфэн-2». Только более чем через 3 года раздумий, 15 января 1964 года академия издала «Проект программы развития ракетных технологий (1963–1980)», в котором было указано, что десятилетие с 1971 по 1980 год будет посвящено разработке «Дунфэн-5». Затем 1-е управление 1-го филиала Пятой академии и предприятия по разработке отдельных систем создали группы обсуждения проекта «Дунфэн-5», таким образом развернулись предварительные работы.

20 марта 1965 года 11-е заседание Спецкома ЦК одобрило разработку ракеты большой дальности — «Дунфэн-5». Было решено в 1971 году начать летные испытания, а в 1973 году — принять ракету на вооружение. Планирование и строительство стартовой площадки было отдано под ответственность КОНТОП, АН Китая отвечала за разработку ракетного компьютера (условное наименование — проект «156») и «плавающей платформы» (условное наименование — проект «157»). Основные характеристики «Дунфэн-5»: двухступенчатая структура, тяга двигателя первой ступени (параллельное соединение четырех двигателей) — 260 т, тяга двигателя второй ступени — 65 т, топливо — динитротетроксид и диметилгидразин (или смешанный гидразин), система управления — инерциальное наведение с использованием цифрового компьютера и «плавающей платформы».

Во время подготовки проекта «Дунфэн-5» были исследованы некоторые фундаментальные вопросы и составлены проекты. Серьезный спор разгорелся из-за выбора топлива. В программе развития ракет было решено в качестве окислителя использовать динитротетроксид, но не осталось под вопросом использование в качестве топлива диметилгидразина или смешанного гидразина. В марте 1965 года Первая академия 7-го министерства машиностроения приняла решение использовать в двигателе диметилгидразин. Что касается диаметра ракеты, исходя из того, что диаметр тоннелей большинства железных дорог не превышает 3,40 м,

решили сделать максимальный диаметр в размере 3,35 м.* Топливный бак первой и второй ступени «Дунфэн-5» имели большую длину, поэтому для эффективного увеличения дальности ракеты необходимо было уменьшить вес конструкции бака. Общее проектное управление Первой академии и другие предприятия, исходя из качества материалов и производственных возможностей, провели в июле 1966 года анализ и сравнительные исследования многих материалов и решили использовать алюминиевый сплав LD-10 в качестве конструкционного материала для топливного бака. Благодаря использованию ячеистой конструкции вес бака уменьшился на 30 %.

После этого Первая академия во главе с Общим проектным управлением и при помощи других предприятий-разработчиков снова организовала обсуждение конструкции корпуса ракеты, включая общую компоновку, определение расстояния между ступенями, термозащиты дна корпуса, разделение ступеней и т. д., в результате которого были выбраны соответствующие проекты.

Среди китайских жидкостных стратегических ракет класса «земля-земля» двигатель «Дунфэн-5» отличается самой большой тягой. В августе 1965 года Институт № 11 Первой академии закончил проектирование макета отдельного двигателя первой ступени ракеты «Дунфэн-5» (условное наименование YF-20). Чтобы определиться с проектом конструкции сопла верхней части камеры двигателя, использовали соединение турбонасосов двух двигателей «5D10» для снабжения топливом. В декабре провели первое огневое испытание камеры сгорания отдельного двигателя. В июле 1967 года провели 16 испытаний и доказали надежность проекта.

Чтобы получить соответствующие данные по двигателю с карданным подвесом, Первый филиал с помощью испытательного двигателя «А-1» — модифицированного «5D10» — в сентябре и декабре 1966 года провел отдельные и комплексные испытания, которые прошли успешно. В ноябре 1966 года было завершено общее проектирование двигателя. В декабре двигатель «YF-20» на испытательной станции 101 прошел первое стендовое испытание. Затем для проверки системного проекта двигателя, рабочих характеристик всех агрегатов и конструкций провели 5 испытаний. В июне 1966 года были предварительно выбраны общие конструкторские параметры «Дунфэн-5»: вторая ступень — один главный двигатель и четыре верньерных двигателя; у главного двигателя и двигателя первой ступени тяга одинаковая — 65 т, тяга одного верньерного двигателя — 1 т. В 1970 году было решено использовать в главном двигателе второй ступени систему впрыска, а в верньерных двигателях — снабжение топливом за счет маленького турбонасоса, метод повышения давления в топливном баке — самопроизвольный.

Для системы управления в ноябре 1964 года НИИ инерциальных компонентов 2-го филиала Пятой академии (позже стал относиться к Первой академии) разработал первый комплект макетов гиролатформ и проверил принципы стабильной работы платформы. В марте 1965 года Первая академия предварительно утвердила использование метода «платформа-компьютер» в системе управления. В апреле 7-е министерство машиностроения и Чанчуньский НИИ оптической механики утвердили проект и темпы разработки гидравлической платформы. В июле 13-й институт академии (НИИ инерциальных компонентов) начал

* Современная оборонная наука и техника Китая / Под ред. Се Гуана. — Т. 1. — Пекин: Изд-во «Современный Китай», 1992. — С. 292 (на кит. яз.).

разработку «платформы в воздушном подвесе». В июне 1967 года было решено использовать метод «платформы-компьютера», чтобы обеспечить удовлетворение требований к точности попадания в цель.*

Главным в системе наведения ракеты является компьютер. За его разработку отвечал 156-й инженерный отдел АН Китая. В июне 1965 года институт № 12 выдвинул требования к разработке и технический проект. В августе началась разработка. В ноябре Первая академия организовала обсуждение проекта системы управления, предложила проект компенсаторного наведения и выключения двигателя и решила использовать ракетный компьютер, чтобы вдвое уменьшить количество элементов электрической цепи и повысить надежность. Принимая во внимание ситуацию с разработкой интегральных схем, 156-й инженерный отдел принял решение заменить отдельные элементы интегральной схемой, чтобы уменьшить объем оборудования. Этот же отдел в конце 1960-х годов разработал первый ракетный микрокомпьютер, полностью состоявший из интегральных схем китайского производства.**

Более чем через два года обсуждений и проведения части испытаний, к июню 1967 года определились с топливом для двигателя «Дунфэн-5», методом увеличения давления в топливном баке, проектом системы наведения, управлением боеголовкой и т. д. Так общий технический проект «Дунфэн-5» был полностью утвержден. Одновременно с обсуждением технического проекта шло исследование нескольких отдельных тем, необходимых для утверждения проекта.

2.5.2. Разработка и испытания

После того как проект «Дунфэн-5» был полностью подготовлен в январе 1968 года, началось предварительное проектирование и переход к разработке макета. Так как на тот момент было еще много не полностью выясненных технических вопросов, на этапе разработки макета еще продолжалась подготовка проекта. Техническое проектирование завершилось в июне 1970 года, после чего началась разработка опытного образца. Из-за тогдашней особой обстановки, а также использования большого количества новых технологий в «Дунфэн-5» и недостаточности предварительных исследований темпы разработки были очень медленные.

25 июля 1967 года, исходя из того, что 17 июня успешно прошли испытания первой китайской водородной бомбы, 7-е министерство машиностроения предложило КОНТОП и Спецкому ЦК ускорить темпы разработки «Дунфэн-5». Так как базы третьей линии Первой академии не могли быть сданы в эксплуатацию к сроку, Первая академия дважды сообщала 7-му министерству о том, что остро нуждается в объектах капитального строительства в Пекине и их технической модернизации. 4 января 1968 года канцелярия Спецкома ЦК сообщила решение 19-го заседания Спецкома ЦК, в котором от 7-го министерства требовалось организовать разработку «Дунфэн-5». Приблизительно в 1969 году главным

* Современная оборонная наука и техника Китая / Под ред. Се Гуана. — Т. 1. — Пекин: Изд-во «Современный Китай», 1992. — С. 293 (на кит. яз.).

** Там же; Лян Сыли. Этапы разработки ракеты большой дальности // Путь молниеносного развития китайской космонавтики. — Пекин: Изд-во «История культуры Китая», 1999. — С. 194 (на кит. яз.).

заданием 7-го министерства стала ракета «Чанчжэн-1» и спутник «Дунфанхун-1». Чтобы гарантировать запуск первого спутника в 1970 году, Первая академия 7-го министерства сконцентрировала главные силы на разработке и испытаниях «Чанчжэн-1» и «Дунфэн-4», а выполнение задачи по «Дунфэн-5» было пущено на самотек.*

Предварительная работа по созданию двигателя для «Дунфэн-5» полностью проводилась в Пекине. После того как база 067 была построена в общем виде, в январе 1970 года Первая академия приняла решение о переводе опытного производства двигателя из Пекина на базу 067. Работники института № 11, отвечающие за проектирование двигателя и испытания, и соответствующее технологическое оборудование заводов-производителей были полностью передислоцированы на базу 067. С тех пор разработка двигателя «Дунфэн-5» шла на базе 067, где были решены такие сложные технологические задачи, как стабильность горения в камере сгорания, качаемый ракетный двигатель, разработка вертикального турбонасоса, амортизация и вибрационная стойкость двигателя.

В феврале 1968 года успешно прошло первое огневое испытание двигателя YF-20 на длительный период работы; в декабре успешно прошло такое же испытание на станции 101; реальная тяга — 67 т, время работы — 249 с. В период с декабря 1969 по май 1970 года было проведено 8 испытаний двигателя в карданном подвесе первой ступени, которые показали надежность двигателя и его карданного подвеса. Стендовое испытание параллельного соединения четырех двигателей первой ступени (условное наименование YF-21) прошло успешно в июне 1969 года. В июне 1970 года успешно провели первое испытание двигателя YF-21 в карданном подвесе, а в октябре — приемочное испытание. В сентябре двигатель прошел огневые стендовые испытания.

Для верньерных двигателей второй ступени (условное наименование YF-23) вначале провели огневые испытания отдельных камер двигателя, чтобы проверить надежность работы карданной структуры камеры двигателя и динамической вакуумной установки. В период с октября 1969 по июнь 1970 года было проведено 6 успешных стендовых испытаний. В сентябре 1970 года двигательная установка второй ступени, состоящая из параллельно соединенных пяти двигателей (условное наименование YF-24), прошла первое испытание всей системы. В ноябре и декабре были пройдены два приемочных испытания.

10 сентября 1971 года пристрелочная ракета «Дунфэн-5» впервые прошла научно-исследовательское летное испытание, в результате которого была проверена пригодность всех систем. Испытания показали, что общий проект и проект отдельных систем реализуем и все подсистемы работают слаженно. Чжоу Эньлай лично дал оценку испытания: летное испытание в целом прошло успешно, и его нельзя считать провалом.** Потом общее проектное управление Первой академии в отношении обнаруженных проблем во время испытания предложило

* Лян Сыли. Этапы разработки ракеты большой дальности // Путь молниеносного развития китайской космонавтики. — Пекин: Изд-во «История культуры Китая», 1999. — С. 195 (на кит. яз.).

** Ту Шоуэ. Десять тяжелых лет разработки ракеты большой дальности первого поколения // Бомба, ракета и спутник: монумент республики. — Пекин: Изд-во «Цзючжоу», 2001. — С. 180 (на кит. яз.).

10 мер улучшения изначального конструкторского проекта для устранения обнаруженных в ходе испытаний недоработок.

26 декабря 1972 года прошла летное испытание вторая пристрелочная ракета «Дунфэн-5». Из-за замыкания электрического детонатора разъем отделился раньше времени, не открылся клапан, первый и третий двигатель не зажглись, системы ракеты автоматически выключились, и запуск был прекращен. После ремонта двигателя первой ступени повторный запуск состоялся 8 апреля 1973 года. На 43-й секунде после взлета отключилось электропитание системы управления, и ракета из-за потери контроля саморазрушилась. Главные причины обих аварий — качество продукции и проблема надежности.*

4 января 1974 года после внесения 10 серьезных изменений в конструкцию началось предварительное проектирование второй партии «Дунфэн-5». В период с 21 июня по 30 августа была готова проектная схема конструкции корпуса ракеты второй партии «Дунфэн-5», и началось их изготовление. Восемь ракет из второй партии использовались для особых летных испытаний, а две — для испытания полета на максимальную дальность. В процессе сборки и производства испытательных образцов этой партии были получены важные результаты для РН «Чанчжэн-2», созданных на базе ракет «Дунфэн-4» из первой партии. В 1975, 1976 и 1978 годах «Чанчжэн-2» три раза подряд успешно вывела китайский спутник ДЗЗ возвращаемого типа на орбиту.

После изготовления второй партии «Дунфэн-5» были снова проведены многочисленные наземные испытания, и решена серия технологических задач. В сентябре 1977 года испытание «Дунфэн-5» на максимальную дальность вошло в число трех главных государственных задач. Затем темпы разработки заметно ускорились. 5 октября 1978 года первая пристрелочная ракета второй партии «Дунфэн-5» успешно прошла в Цзюцюане летное испытание по низкой траектории. 5 апреля 1979 года успешно прошло аналогичное испытание другой пристрелочной ракеты. 7 января 1979 года успехом закончилось первое летное испытание «Дунфэн-5» по высокой траектории. В период с июня по ноябрь того же года успешно прошли многочисленные летные испытания на высокой и низкой траекториях, которые создали условия для испытания ракеты на максимальную дальность.

2.5.3. Испытания «Дунфэн-5» на максимальную дальность

18 сентября 1976 года ЦК КПК потребовал до 1980 года завершить испытания на максимальную дальность и сдать армии опытный образец ракеты с пристыкованной боевой частью. 27 сентября Спецком ЦК утвердил «Задание на разработку межконтинентальной ядерной ракеты класса “земля-земля”», где были четко указаны функциональные показатели «Дунфэн-5», главные составляющие технического проекта, распределение работ и темпы разработки, ракету требовалось принять на вооружение до 1980 года.

В феврале 1978 года заседание Спецкома ЦК еще раз потребовало от соответствующих органов сконцентрировать силы для проведения испытания на максимальную дальность в 1980 году и завершить работу по принятию ракеты

* Современная оборонная наука и техника Китая / Под ред. Се Гуана. — Т. 1. — Пекин: Изд-во «Современный Китай», 1992. — С. 330 (на кит. яз.).

на вооружение. В июле того же года КОНТОП принял решение запустить «Дунфэн-5» на максимальную дальность с испытательной базы в Цзюцюане в направлении южной части Тихого океана. Место падения было задано в окружности радиусом 70 морских миль с центром в точке с координатами 171°33' восточной долготы и 7° южной широты. Кодовым наименованием пускового испытания было «580».

Особенностями летного испытания «Дунфэн-5» были следующие: большая дальность, новый район падения, сложные технологии, комплексность. Так как все подготовительные работы к испытанию шли успешно, в январе 1979 года Спецком ЦК принял решение провести его в подходящее время в 1980 году, необходимые приготовления требовалось завершить к концу 1979 года. В феврале канцелярия Спецкома ЦК созвала заседание по подготовке к испытанию на максимальную дальность, организовала и провела 71 вид важных работ. От предприятий требовалось принять эффективные меры для обеспечения качества и своевременного выполнения задания.*

В январе 1980 года ЦК КПК утвердил требование КОНТОП провести летное испытание на максимальную дальность в первой половине года. 12 февраля Спецком ЦК созвал первое заседание, на котором одобрил проект осуществления испытания. 9 марта 1980 года председатель КОНТОП Чжан Айпин и член Политбюро Ли Яовэнь подписали приказ о мобилизации на испытание и всесторонне им руководили.**

Когда технические позиционные измерения испытательного образца были завершены, агентство Синьхуа получило право 9 мая объявить всему миру:

Китайская Народная Республика в период с 12 мая по 10 июня 1980 года проведет пуск ракеты с территории Китая в акваторию Тихого океана в район, представляющий собой окружность радиусом 70 морских миль с центром в точке с координатами 7°0' южной широты и 171°33' восточной долготы. Китайские корабли будут находиться в данном районе морской акватории. Для безопасности судов и самолетов китайское правительство просит правительства соответствующих государств не допускать их входа в пределы указанного морского и воздушного пространства на время испытания.***

18 мая 1980 года в 2 часа ночи на стартовой площадке ракетной испытательной базы в Цзюцюане в 400 м друг от друга на южном и северном стартовом столе расположены были две ракеты «Дунфэн-5», пусковой расчет северного стартового стола проводил подготовку перед запуском. В 9:30 руководитель запуска Ши Жунци проверил отрывные штепсельные разъемы ракеты, разъемы чрезвычайного выключения, разъемы детонатора и др. и, убедившись, что никаких поломок нет, быстро занял руководящее место в подземном бункере управления, где заданная программа запуска выполнялась по командам руководителя запуска. Проверка системы телеметрии, управления, связи и др. показала, что оборудование находилось в нормальном рабочем состоянии. По прогнозу погоды в районе полигона, зоны полета и зоны падения соответствовала условиям

* Современная оборонная наука и техника Китая / Под ред. Се Гуана. — Т. 1. — Пекин: Изд-во «Современный Китай», 1992. — С. 335 (на кит. яз.).

** Там же.

*** Современная китайская космонавтика / Под ред. Чжан Цзюнь. — Пекин: Изд-во Китайской академии общественных наук, 1986. — С. 122 (на кит. яз.).

запуска. В это время от северо-запада Китая до южного района Тихого океана все участники испытания молча ждали наступления момента запуска.

Ровно в десять часов утра «Дунфэн-5» была запущена. Через несколько секунд ракета сделала разворот и полетела по заданной траектории в юго-восточном направлении. Ракета пролетела над городами Иньчуань, Тайюань, Шицзячжуан, Цзинань и т. д., затем полетела над западным Тихим океаном. Первое испытание «Дунфэн-5» на максимальную дальность с момента запуска с базы в Цзюцюане до приведения в южном Тихом океане длилось приблизительно полчаса, всё расстояние превысило 9000 км, максимально достигнутая высота 1000 км, максимальная скорость полета превысила 7000 м/с.* С момента запуска до приведения боеголовки управление и прием телеметрии проходили в штатном режиме, устройство записи данных было извлечено из воды. Это испытание показало, что первый шаг к цели разработки «Дунфэн-5» осуществлен: с этого момента у Китая появилась своя межконтинентальная ракета первого поколения.

Успешная разработка китайской ракеты «Дунфэн-5» имеет огромное военное, политическое, внешнеполитическое и научно-техническое значение. С первого летного испытания по низкой траектории до первого испытания на максимальную дальность ушло 8 лет, за которые было преодолено бесчисленное количество технических трудностей, и, в результате, была заложена прочная основа для разработки технологий китайских РН. «Чанчжэн-2», «Фэнбао-1», «Чанчжэн-3», «Чанчжэн-2Е», «Чанчжэн-3А», «Чанчжэн-2F» и другие модели — все созданы на базе модификации «Дунфэн-5».**

2.6. БРПЛ «Цзюйлан-1»

Твердотопливные ракеты отличаются простой структурой, малым объемом, высокой надежностью, короткими сроками подготовки к запуску, высоким плотностным удельным импульсом и другими незаменимыми преимуществами. Поэтому в конце 50-х годов XX века они стали стратегическим оружием, разрабатываемым в конкурентной борьбе с некоторыми развивающимися странами. Китай развивал технологии твердотопливных ракет, полностью опираясь на собственные силы. Через 10 лет исследований к концу 60-х годов на основе достижений в технологиях твердотопливных ракетных двигателей началась разработка китайских твердотопливных ракет.

2.6.1. Проект разработки «Цзюйлан-1»

После того как в августе 1965 года на 13-м заседании Спецкома ЦК было выдвинуто требование «постараться досрочно разработать твердотопливную ракету», Академия твердотопливных ракет (Четвертая академия) сразу же приступила

* Современная китайская космонавтика / Под ред. Чжан Цзюнь. — Пекин: Изд-во Китайской академии общественных наук, 1986. — С. 119 (на кит. яз.).

** Лян Сыли. Этапы разработки ракеты большой дальности // Путь молниеносного развития китайской космонавтики. — Пекин: Изд-во «История культуры Китая», 1999. — С. 198 (на кит. яз.).

к написанию программы развития твердотопливных ракет. Было принято решение сначала изготовить одноступенчатую твердотопливную ракету малой дальности класса «земля–земля». Однако, чтобы как можно скорее начать работу по разработке БРПЛ, в январе 1967 года КОНТОП принял решение не разрабатывать одноступенчатую ракету, а разработать БРПЛ «Цзюйлан–1» (в 1972 году получила официальное наименование «Цзюйлан–1»), которая станет частью системы ракеты и атомной подводной лодки. В результате развитие твердотопливной ракеты началось с разработки запускаемой с ПЛ двухступенчатой ракеты средней дальности без предварительных исследований, при слабой технической базе и в условиях политических волнений.

Через несколько месяцев напряженной работы в ноябре 1967 года КОНТОП и ВМС НОАК совместно провели заседание, на котором был принят предложенный Четвертой академией проект «Цзюйлан–1». По проекту реформирования системы оборонной науки и техники, утвержденному Мао Цзэдуном в октябре 1967 года, Четвертая академия 7-го министерства машиностроения из Академии твердотопливных ракет была преобразована в Академию ракетных двигателей, а задача разработки твердотопливной ракеты была передана Первой академии. В то же время КОНТОП принял решение передать Первой академии завод № 811 и институт № 43, построить НИИ и завод по производству систем управления твердотопливных ракет класса «земля–земля», в том числе запускаемых с ПЛ. В апреле 1968 года заместитель директора Первой академии Ту Шоуэ провел отчетное заседание по проекту «Цзюйлан–1», где был рассмотрен и утвержден общий проект и проекты отдельных систем.

В соответствии с требованиями к дальности полета «Цзюйлан–1» было решено сделать двухступенчатой ракетой; учитывая влияние повторного входа боеголовки в атмосферу и динамики потоков воды, остановили выбор на боеголовке, состоящей из конусной и цилиндрической частей; чтобы предотвратить воздействие высокой температуры и высокого давления при запуске ракеты, установили хвостовой обтекатель; из-за ограничений по длине ракеты и разности плотностей воздушной и водной сред использовали закрытое тепловое разделение ступеней; поскольку межступенчатому отсеку нужно было выдержать большой изгибающий момент, выбор остановили на вяжущем диатомите в качестве разделяющего элемента между ступенями.*

Во время обсуждения общего проекта наиболее остро стоял вопрос выбора метода испытания технологии запуска под водой. Из-за отсутствия в Китае предварительных исследований в данном вопросе пришлось обратиться к иностранному опыту. Как выяснилось, за границей для решения этой задачи были проведены многочисленные многоуровневые испытания в подземных бассейнах, на лодках на водной поверхности и под водой. Все это требовало больших затрат и времени, а в тогдашних условиях это было невозможно.

Чтобы сократить время разработки ракеты, научно-исследовательские работники после многих обсуждений и на основе иностранного опыта приняли решение: получить предварительные параметры движения ракеты под водой посредством пускового испытания и испытания уменьшенной модели ракеты

* Современная оборонная наука и техника Китая / Под ред. Се Гуана. — Т. 1. — Пекин: Изд-во «Современный Китай», 1992. — С. 298 (на кит. яз.).

в бассейне; после этого разработать полномасштабную модель ракеты, провести пусковое испытание запуска с ПЛ, двигающейся под водой, с помощью малого количества модельных ракет и малого количества испытаний исследовать подводную стартовую установку, параметры движения под водой, прочность конструкции ракеты и факторы воздействия подводной среды, проверить результаты испытаний уменьшенной модели и получить опорные данные для технического проектирования ракеты.

Другим важным вопросом в обсуждении общего проекта «Цзюйлан-1» было утверждение метода запуска ракеты. Ведь запустить крупную ракету из-под воды с глубины в несколько десятков метров, придать ей определенную скорость выхода из воды, сохранить стабильность первоначального положения и малое угловое отклонение при выходе из воды очень сложно. Кроме определенных технических мер в проектировании внешнего облика ракеты, было необходимо выбрать пусковой механизм, чтобы ракета в пусковом контейнере могла набрать достаточную скорость. В итоге научно-технические работники соответствующих органов утвердили использование для «Цзюйлан-1» подводного холодного запуска при горении под высоким давлением. При этом способе перегрузка у приборов, оборудования, двигателя и конструкции ракеты была небольшая. Холодный запуск было проще осуществить по сравнению с горячим, когда двигатель в пусковом контейнере загорался, и ракета выходила на поверхность воды.

Также провели исследования и испытания двигателя, системы управления, телеметрии, безопасности, конструкции корпуса ракеты и наземного оборудования.

В двухступенчатой двигательной установке «Цзюйлан-1» использованы твердотопливные ракетные двигатели. Тогда Китай добился прорыва в создании сложного титанового топлива, а новое полибутадиеновое топливо находилось в стадии разработки. Исходя из наличия хороших характеристик при высокой энергоэффективности, было принято решение использовать полибутадиен. Соответствующие органы занимались разработкой стеклопластиковых материалов. Хотя этот материал был предпочтителен для корпуса двигателя из-за своей легкости и высоких характеристик, с учетом фактора времени в двигателях обеих ступеней «Цзюйлан-1» пришлось использовать новоразработанную высокопрочную сталь с низким содержанием примесей.*

Для управления двигателем в первой ступени решили использовать форсунки в карданном подвесе, а во второй ступени — управление за счет двукратного впрыска жидкости. Этот метод управления в Китае использовался впервые. Чтобы повысить точность ракеты, контролировать выключение двигателя второй ступени точно по команде, на переднем конце двигателя второй ступени использовали три обратных форсунки. Чтобы гарантировать безопасность, в двигателе использовали новую систему поджига, оснащенную предохранительным устройством. Для улучшения качества топлива и технологии заправки Ланьчжоуская академия химической промышленности в 1966 году провела расширенные испытания полибутадиена и преодолела трудности, связанные с технологией твердого топлива.

Из-за жестких и сложных боевых условий к БРПЛ выдвинули ряд особых требований: в системе наведения необходимо было решить проблему выравнивания,

* Современная оборонная наука и техника Китая / Под ред. Се Гуана. — Т. 1. — Пекин: Изд-во «Современный Китай», 1992. — С. 298 (на кит. яз.).

прицеливания и попадания в цель; в системе управления ориентацией — проблему управления угловым положением ракеты после выхода из воды; от системы поджига требовалась гарантия безопасного зажигания двигателя ракеты после выхода из пускового контейнера; а от приборов и оборудования — минимизация. Хотя функции и принцип работы БРПЛ сходны с жидкостной ракетой, разработка встретила большие трудности.

Исходя из предварительно утвержденных технических параметров, метода запуска и сопряжения с пусковым контейнером, была предварительно завершена компоновка общей конструкции и проектирование внешних форм ракеты. Затем продолжилось обсуждение проектов разделения боеголовки и корпуса, межступенчатого разделения, отделения хвостового обтекателя и соответствующих разделяющих элементов. В течение пяти лет — с 1966 по 1970 год после многочисленных расчетов и опытов конструкционные проекты были утверждены.

Конструкция корпуса ракеты состоит из четырех частей: приборного отсека, межступенчатого отсека, хвостовой части и хвостового обтекателя. Приборный отсек — сложная конструкция из алюминиевого сплава с рамой посередине и продольной балкой, на корпусе которой имеются отверстия разного назначения, включая три отверстия для обратных форсунок и приборные окошки. Межступенчатый отсек — это тоже конструкция из алюминиевого сплава, на месте разделения первой и второй ступени имеется разделяющий взрыватель и защитный обтекатель. Рядом с местом разделения установлена термостойкая панель. Хвостовой отсек — твердая высокопрочная конструкция, приспособленная к большой нагрузке при подводном запуске.

Чтобы гарантировать герметичность, водонепроницаемость и прочность конструкции «Цзюйлан-1», лаборатория конструкции общего управления провела тщательный численный анализ и проектирование, а завод-производитель корпуса ракеты и твердотопливного двигателя гарантировал надежность производства. Из-за ограниченных размеров корпуса и малого объема приборной части НИИ ЭВМ уменьшил объем ЭВМ наполовину; НИИ управления объединил часть оборудования и еще раз спроектировал форму внешней оболочки по форме приборной части; НИИ телеметрии заменил отдельные элементы интегральной схемой, что в целом привело к заметному уменьшению объема оборудования. Из-за того, что твердотопливный двигатель не мог выключаться по команде, конструкторы решили эту проблему посредством установки трех отражательных экранов на переднем конце двигателя второй ступени.*

В октябре 1967 года КОНТОП и ВМС НОАК созвали заседание по рассмотрению и утверждению общего проекта атомной подводной лодки-ракетоносца, на котором был рассмотрен общий проект подводной лодки и ракеты. Было решено переделать одну обычную подводную лодку-ракетоносец в подводную лодку для испытаний «Цзюйлан-1» и согласованы организационные вопросы строительства наземных и морских испытательных баз и проведения испытаний. В 1968 году органы общего проектирования выдвинули предварительные технические требования по отдельным системам ракеты, и началась разработка макета.

* Хуан Вэйлюй. Разработка твердотопливной РН // Бомба, ракета и спутник: мемуары республики. — Пекин: Изд-во «Цзючжоу», 2001. — С. 201 (на кит. яз.).

2.6.2. Преодоление технических сложностей

19 мая 1970 года 7-е министерство машиностроения провело рабочую встречу по разработке «Цзюйлан-1», на которой была подтверждена реализуемость общего проекта и отдельных систем, принят курс на преодоление технических трудностей как главное направление работы и подтверждена готовность начать разработку макета. «Цзюйлан-1» — большая твердотопливная ракета с большим количеством новых технических решений, которых нет у жидкостных ракет класса «земля-земля». По этой и другим причинам темпы разработки снизились.

Во-первых, это касается технологии запуска под водой. Самая главная особенность «Цзюйлан-1» — подводный пуск. Метод пуска — холодный: после высокоскоростного движения в воде ракета вылетает из воды в воздух и запускается двигатель. Чтобы овладеть технологией движения ракеты под водой, учесть влияние среды на движение ракеты и контролировать изменения углового положения ракеты после выхода из воды, научно-технические сотрудники начали с анализа подводного движения ракеты: получали данные в ходе испытаний уменьшенной модели, анализировали их и вносили исправления в проект. В период с 1968 по 1978 год в Харбинском институте военной промышленности, НИИ корабельной гидродинамики 6-го министерства машиностроения и НИИ аэродинамики 7-го министерства машиностроения было проведено несколько сотен испытаний и экспериментов, в результате которых был накоплен богатый материал для анализа технологии подводного запуска, и эта техническая трудность была преодолена.

Во-вторых, был разработан модельный испытательный образец. На основе испытаний уменьшенной модели была спроектирована и создана полномасштабная модель для испытаний. Ее внешние размеры, вес, момент инерции, положение центра тяжести, механические характеристики и др. были идентичны реальному образцу, она могла выдержать воздействие внешней среды при катапультировании. В течение десяти лет — с 1968 года было изготовлено 3 разных испытательных модели: «JQM-1», «JQM-2» и «JQM-2A» (сокращенные названия ракеты I модели, ракеты II модели и ракеты III модели), они прошли разные испытания и также использовались при обучении личного состава ВМС НОАК. Местом испытаний некоторых ракет стал только что построенный Нанкинский мост через р. Янцзы.*

В-третьих, система управления ориентацией. С системой управления ориентацией «Цзюйлан-1» было три главные технические проблемы: 1. Точность наведения; 2. Адаптация системы управления к большому углу отклонения ракеты при определении точки выхода ракеты из воды; 3. Минимизация. Чтобы удовлетворить вышеизложенным требованиям, было решено использовать метод «компьютера-платформы». Для увеличения точности в качестве гиropлатформы взяли трехосную плавающую гиropлатформу. Из-за высоких требований к точности данной установки и особых требований к подводному запуску сложность разработки увеличилась. Путем многочисленных испытаний и теоретического анализа в 1976 году было разработано 4 комплекта макетов платформы.**

* Хуан Вэйлюй. Разработка твердотопливной РН // Бомба, ракета и спутник: мемуары республики. — Пекин: Изд-во «Цзючжоу», 2001. — С. 203 (на кит. яз.).

** Современная оборонная наука и техника Китая / Под ред. Се Гуана. — Т. 1. — Пекин: Изд-во «Современный Китай», 1992. — С. 372 (на кит. яз.).

В-четвертых, компактность боеголовки. БРПЛ и, соответственно, боеголовка для нее должны быть компактными. На последней устанавливается ядерный заряд для поражения цели противника, боеголовка является важной самостоятельной системой. При тесном содействии НИИ ядерного оружия 2-го министерства машиностроения и Первой академии 7-го министерства машиностроения выбрали внешнюю оболочку, конструкцию, решения для обеспечения термостойкости и технологии измерения параметров боеголовки. Так, была успешно разработана первая китайская легкая ядерная боеголовка, что ознаменовало достижение нового уровня в техническом проектировании боеголовки ракеты.*

Кроме вышеизложенных технических задач, в процессе разработки также были решены вопросы, связанные с конструкцией корпуса ракеты, герметичностью и водонепроницаемостью; боезарядом и проектированием его металлического защитного обтекателя; устранением воздействия высокой температуры, смешанных газов высокого давления и сильной внешней нагрузки на хвостовой обтекатель; телеметрией и безопасным саморазрушением и т. д.

После того как в 1967 году был предложен план разработки «Цзюйлан-1», из-за многочисленных изменений в базах разработки и предприятиях, занимавшихся разработкой твердотопливного ракетного двигателя и больших технических трудностей темпы разработки замедлились. Чтобы изменить эту ситуацию, КОНТОП в 1973 году представил Чжоу Эньляо доклад об организации разработки БРПЛ в районе Нанкина. 16 сентября 1974 года ведущая группа по атомной подводной лодке-ракетоносцу провела заседание, на котором предложила провести совместные испытания подводной лодки и «Цзюйлан-1» в 1977 году. 26 сентября Госсовет и Военный совет ЦК потребовали от 7-го министерства машиностроения ускорить разработку «Цзюйлан-1» и провести проверочные испытания всей системы в 1978 году.

2.6.3. Успешный запуск «Цзюйлан-1»

В 1977 году подводный запуск «Цзюйлан-1» с ПЛ был включен в список трех срочных задач. Была ускорена разработка макета, а затем в течение более полугода было завершено проектирование испытательного образца. Это стало прочной базой для пускового испытания «Цзюйлан-1» на море и разработки твердотопливной ракеты. В последний период разработки макета «Цзюйлан-1», с 1975 по 1977 год были проведены стыкочные испытания корпуса ракеты и наземного оборудования, вибрационные испытания, тепловое разделение, транспортировка, проверка термостойкости днища и испытание на совместимость.

После производства макета для проверки совместимости размеров провели стыкочные испытания корпуса ракеты и наземного оборудования. Затем прошло вибрационное испытание. Это было первым крупным наземным испытанием «Цзюйлан-1» для проверки особенностей упругих колебаний и вибраций ракеты, которое стало надежной опорой для проектирования стабильного управления ракетой и силовых элементов корпуса ракеты. Тепловое межступенчатое разделение три раза испытывали с помощью малого твердотопливного двигателя.

* Там же. — С. 371.

Подводное испытание «Цзюйлан-1» было запланировано на октябрь 1982 года. Для его проведения нужно было мобилизовать почти сто кораблей. Количество участников испытания составило около 10 тыс. человек. 1 октября 1982 года агентство Синьхуа объявило всему миру, что Китай осуществит запуск РН в район радиусом 35 морских миль с центром с координатами 28°13' северной широты и 123°52' восточной долготы. ЦК дал указание КОНТОП и ВМС НОАК организовать ведущую группу во главе с Чжан Айпином и завершить подготовку к испытаниям к полуночи 30 сентября 1982 года.* За это время были проведены испытания по сборке ракеты, проверка на герметичность, модернизация лодки и наплатнение твердотопливного двигателя, а также заключительные испытания.

7 октября 1982 года в 15:14:01 был проведен подводный пуск первой БРПЛ «Цзюйлан-1». Ракета нормально вышла из воды, но после запуска двигателя очень скоро потеряла управление, перевернулась и взорвалась в воздухе. Генеральный конструктор Хуан Вэйлюй организовал изучение и анализ причин взрыва ракеты в воздухе и предпринял необходимые меры для успешного запуска ракеты. 12 октября в 15:01 успешно прошел пуск второй ракеты «Цзюйлан-1». Успешное испытание БРПЛ — огромное достижение в истории китайских ВМС и ракетной отрасли.

С 8 марта по 28 апреля 1984 года с атомной подводной лодки в Бохайском заливе были запущены 4 макета ракеты «Цзюйлан-1». Результаты испытаний показали, что проект системы запуска сработал; характеристики управления атомной подводной лодкой удовлетворили требованиям запуска. 15 сентября 1987 года в 14 часов провели пусковое испытание «Цзюйлан-1» с атомной подводной лодки. Ракета поднялась из пускового контейнера атомной подводной лодки, прошла определенное расстояние в воде, вышла на поверхность, включился двигатель первой ступени. Экипажи морских судов системы управления и контроля «Юаньван-1» и «Юаньван-2» доложили командованию ВМС НОАК телеметрию ракеты. Очень скоро из облаков появилась боеголовка «Цзюйлан-1» и точно попала в намеченную точку в море. Второе пусковое испытание 27 сентября тоже прошло успешно. К тому времени все испытания по принятию на вооружение БРПЛ первого поколения были пройдены. Успешный запуск БРПЛ означает, что Китай овладел технологией подводного запуска ракеты с атомной подводной лодки и стал пятой страной в мире, обладающей атомной подводной лодкой-ракетоносцем.

По наработкам «Цзюйлан-1» Китай разработал модель данной ракеты, запускаемой с суши. 20 мая 1985 года первая китайская твердотопливная стратегическая ракета класса «земля-земля» была успешно запущена. Так у Китая появилась твердотопливная стратегическая ракета первого поколения, запускаемая с суши, что означало заметное усиление оборонной мощи страны.** Кроме того, Китай также разработал и оснастил армию твердотопливными стратегическими ракетами второго поколения, что еще больше усилило ядерную мощь страны.

* Хуан Вэйлюй. Разработка твердотопливной РН // Бомба, ракета и спутник: мону-мент республики. — Пекин: Изд-во «Цзючжоу», 2001. — С. 204 (на кит. яз.).

** Ли Шичжу. Вспомним первое пусковое испытание БРПЛ первого поколения // Путь молниеносного развития Китая. — Пекин: Изд-во «История культуры Китая», 1999. — С. 220 (на кит. яз.); Гао Чунъю. Прославление колыбели золотой космической медали // Китайская космонавтика. — 1999. — № 10. (на кит. яз.).

Глава 3

Разработка ракет-носителей

В конце 1960-х годов Китай успешно разработал семейство РН «Чанчжэн (Великий поход)–1», «Чанчжэн–2», «Чанчжэн–3» и «Чанчжэн–4». В конце 1980-х годов на базе этих моделей были успешно разработаны «Чанчжэн–2Е», «Чанчжэн–2F», «Чанчжэн–3А», «Чанчжэн–3В» и «Чанчжэн–4В», тем самым удовлетворив потребности по запуску различных спутников прикладного назначения и пилотируемых кораблей разной массы на различные орбиты.

3.1. Ракета-носитель «Чанчжэн–1»

«Чанчжэн–1» — РН разработана для запуска первого китайского ИСЗ. Она была создана на основе двухступенчатой ракеты среднего класса путем добавления третьей твердотопливной ступени. В апреле 1970 года «Чанчжэн–1» успешно вывела спутник «Дунфанхун–1» на околоземную орбиту, и КНР вступила в новую космическую эпоху. В марте следующего года был успешно запущен научно-испытательный спутник «Шицзянь–1». Эту РН запускали лишь 2 раза.

3.1.1. Постановка задачи и поиски проектов

В октябре 1957 года СССР запустил первый в мире ИСЗ, и с тех пор человечество вступило в космическую эпоху. АН Китая тогда же организовала исследования в области ИСЗ. В 1958 году Чжан Цзинфу во время участия в Учанском заседании ЦК доложил о просьбах китайских ученых разработать собственный ИСЗ. В мае 1958 года секретариат ЦК согласился поручить задачу разработки ИСЗ АН Китая. В июле партийная группа АН Китая представила Не Жунжэню трехэтапный план разработки спутника: 1. Разработка ракеты-зонда; 2. Запуск маленького спутника; 3. Запуск большого спутника. Распределение работ было следующим: РН поручили Пятой академии Минобороны при содействии АН; спутник — АН при содействии Пятой академии.* Через какое-то время непрерывных исследований

* Великие события в истории Академии наук Китая. См. сайт Академии наук Китая: www.cas.ac.cn

ЦК пришел к выводу, что разработка ИСЗ стране не по силам, и принял решение временно прекратить исследовательские работы.

В апреле 1965 года КОНТОП поставил задачи по развитию космических исследований в Китае на 10 лет. В июле АН Китая предложила проект программы развития ИСЗ. В августе на 13-м заседании Спецкома ЦК проект был утвержден, и запуск первого ИСЗ запланировали приблизительно на 1970 год.

Чтобы провести в жизнь указания Спецкома ЦК, 17 августа 1965 года АН Китая под руководством вице-президента Пэй Лишэна провела заседание по программе ИСЗ. На заседании было решено создать 3 группы: ведущую группу по разработке спутника, группу общего проектирования и канцелярию. От группы общего проектирования и канцелярии требовалось до 15 сентября выполнить следующую работу и предоставить ведущей группе, а затем парткому АН Китая отчет: составить проект ИСЗ; представить проект распределения работ в рамках и вне АН; предложить ряд организационных мер, необходимых для разработки и запуска первого спутника; составить организационный проект создания Академии разработки спутников.*

В октябре–ноябре 1965 года АН Китая по поручению КОНТОП провела обсуждение и предварительно утвердила общий проект первого спутника (условное наименование «651»). Тогда КОНТОП предложил поручить разработку ИСЗ АН Китая, а разработку РН — 7-му министерству машиностроения.

В связи с этим 27 января 1966 года 7-е министерство машиностроения поручило 8-му проектному институту отвечать за общие технологии, общий проект последней ступени РН первого спутника, а также сборку РН. В качестве первой и второй ступени РН решили использовать ракету средней дальности «Дунфэн-4», изменением траектории которой занималась Первая академия; разработку твердотопливного двигателя последней ступени поручили Четвертой академии; разработку сопловой системы управления — Второй академии. В августе РН получила официальное наименование «Чанчжэн-1» (условное наименование — CZ-1). В ноябре 8-й проектный институт начал общее проектирование при участии Первой академии. В марте 1967 года 7-е министерство машиностроения предложило объединить летное испытание «Чанчжэн-1» и летное испытание ракеты средней и большой дальности. Разработка РН в 8-м проектно-м институте не привела к дезорганизации в разработке ракеты класса «земля–земля», поскольку имела отдельную структуру, занимавшаяся спутником.**

В августе 1965 года Ван Сицзи начал вместе с научными сотрудниками 8-го института изучать технический проект РН, а в октябре 1965 года были предложены общие идеи о РН «Чанчжэн-1», создаваемой на основе разрабатываемой Первой академией жидкостной ракеты средней и большой дальности и еще неразработанного Четвертой академией 7-го министерства машиностроения

* Пэй Лишэн. Бросим силы на проект «Бомба, ракета и спутник» и сделаем нашу армию мощнее // Пусть их запомнит история. — Гуанчжоу: Изд-во Цзинаньского университета, 1999. — С. 88 (на кит. яз.).

** Не Жунжэнь. Указания по разработке и испытаниям ракеты и спутника // Сборник научно-технических работ. — Пекин: Изд-во «Оборонная промышленность», 1999. — С. 562 (на кит. яз.).

твердотопливного двигателя в качестве двигательной установки третьей ступени.* Этот проект объединил в себе ракетные технологии и технологии ракеты-зонда, жидкое и твердое топливо, в полной мере задействовал промышленную и технологическую базу Китая. Так как твердотопливный ракетный двигатель еще не был разработан, технические риски были очень большие.**

В марте 1966 года под руководством 7-го министерства машиностроения состоялось обсуждение проекта «Чанчжэн-1», в результате которого был сделан следующий вывод: проект, предложенный 8-м проектным институтом 7-го министерства, в полной мере задействовал результаты разработки ракет и мог удовлетворить требованиям к запуску спутника с точки зрения грузоподъемности и сроков запуска — приблизительно в 1970 году.*** Затем 8-й проектный институт решил технические задачи по проектированию схемы полета и др., завершил общее проектирование последней ступени ракеты и проделал много другой работы по проектированию и расчетам.

Во время проектирования грузоподъемность «Чанчжэн-1» была следующей: при высоте орбиты 400 км и наклоне 70° можно запустить спутник весом 300 кг. После утверждения технического проекта работа шла очень успешно. 8-му проектному институту было поручено общее проектирование, Первой академии — 1 и 2-я ступени, а Четвертой академии — твердотопливный ракетный двигатель третьей ступени. Тогда в стране были большие политические беспорядки, но работа над проектом шла хорошо. К 1967 году перешли к производству макета. 1 ноября 1967 года КОНТОП принял решение о переводе работ из 8-го института в Первую академию. В период с 23–24 ноября КОНТОП и Канцелярия оборонной промышленности приняли решение поручить Первой академии провести в апреле 1968 года стендовое испытание «Дунфэн-4», в июле начать летные испытания и запустить спутник ко дню образования КНР.****

Общее проектное управление Первой академии, исходя из опыта разработки баллистической ракеты средней и большой дальности, внесло изменения в начальный проект. Теперь взлетная масса «Чанчжэн-1» составила 81,5 т, взлетная тяга — 104 т, длина ракеты — 29,46 м, максимальный диаметр — 2,25 м. Первая и вторая ступень ракеты и система управления были получены после соответствующих изменений ракеты средней и большой дальности, плюс была добавлена третья ступень, система управления ориентацией и двигательная система были вполне самостоятельными разработками. Твердотопливный ракетный двигатель третьей ступени был новой разработкой, масса топлива была увеличена с 0,9 до 1,8 т. Принудительное вращение трех ступеней заменило громоздкий вращающийся стенд. С момента начала закрутки и зажигания после разделения третьей и второй ступени третья ступень могла закручиваться со скоростью до 180 оборотов в минуту.

* Ли Даяо. Ван Сици // Биографии основоположников проекта «Бомба, ракета и спутник». — Пекин: Изд-во Университета Цинхуа, 1999. — С. 153 (на кит. яз.).

** Чжу Цзин. Ван Сици. — Шицзячжуан: Детское изд-во пров. Хэбэй, 2001. — С. 183 (на кит. яз.).

*** Там же. — С. 153.

**** Ли Миншэн. Выход в глобальную деревню: записки о запуске первого китайского ИСЗ. — Пекин: Изд-во НОАК, 2001. — С. 241 (на кит. яз.).

Был использован новый способ разделения ступеней. Спутник и пружинные толкатели устанавливались на приборном отсеке. Парашютная система была установлена над приборным отсеком. Посредством этих модификаций проект «Чанчжэн-1» стал более простым и надежным.

3.1.2. Разработка и преодоление технических трудностей

«Чанчжэн-1» — трехступенчатая РН, включающая четыре больших системы: двигатели, конструкцию, управление и летные измерения. Разработка заняла более 4 лет. При поддержке соответствующих научно-исследовательских и производственных предприятий были решены проблемы с новыми материалами и новыми технологиями в общей и отдельных системах, некоторые проекты приблизились или достигли мирового уровня. Двигатель ракеты, конструкция, система управления и система летных измерений вышли на новый уровень.*

В первой и второй ступенях «Чанчжэн-1» был использован жидкостный ракетный двигатель, который проектировали в НИИ жидкостных ракетных двигателей Первой академии и производили на заводе по сборке РН. Двигатель первой ступени — это YF-2A, полученный путем модернизации двигателя YF-2 первой ступени ракеты «Дунфан-4», в последней использовано параллельное соединение четырех двигателей, топливо — азотная кислота и диметилгидразин, тяга на уровне моря — 104 т, удельный импульс — 240 с. В процессе разработки были следующие технические трудности: нестабильное горение двигателя, проектирование высокоскоростного турбонасоса с высокими характеристиками, технология параллельного соединения четырех двигателей, герметичная пайка камеры двигателя, формовка, плазменное напыление, исследование совместимости материалов и т. д. Эти технические задачи были решены во время разработки ракеты средней дальности. Также были решены вопросы, связанные с частью громоздкого испытательного оборудования, например большим испытательным стендом, рассчитанным на тягу 100 т, насосным стендом на 2,5 МВт. Так были созданы условия для разработки двигателя YF-2A.

Двигатель YF-3 второй ступени, как и отдельный двигатель первой ступени, предназначен для работы в верхних слоях атмосферы в условиях, близких к критическим. Его разработка началась в 1965 и завершилась в 1968 году, то есть потребовалось менее 3 лет. Из-за того, что зажигание двигателя второй ступени происходило на высоте более 60 км, при разработке двигателя YF-3 необходимо было решить вопрос, как гарантировать его зажигание и работу при соответствующей плотности воздуха и давлении примерно 0,0003 атмосфер, а также как измерить с Земли характеристики двигателя в условиях верхних слоев атмосферы.**

* Хань Хоуцзянь. РН «Чанчжэн-1» // Китайская космонавтика. — 1997. — № 5 (на кит. яз.).

** Чжан Гуйтянь. Пусть спутник «Дунфанхун-1» поднимется в космос // Путь молниеносного развития Китая. — Пекин: Изд-во «История культуры Китая», 1999. — С. 328–335 (на кит. яз.).

Трудность горения двигателя на высоте заключается в том, что низкие плотность воздуха и давление сказываются на передаче и смещении топлива, а следовательно, могут повлиять на успешный запуск двигателя. После неоднократных испытаний с использованием схожей среды на земле вопрос зажигания двигателя в верхних слоях атмосферы был решен. В испытаниях характеристик двигателя в верхних слоях атмосферы было решено использовать метод снижения давления инжекторного газа. Главная сложность данного способа заключается в проектировании и создании испытательного откачиваемого отсека, где за счет выведения газа достигается вакуум, близкий к условиям верхних слоев атмосферы. От обсуждения проекта в апреле 1964 года до создания двигателя прошло всего лишь 14 месяцев*, первое стендовое испытание состоялось в ноябре 1966 года. Этот проект был гораздо экономичнее и требовал меньше времени по сравнению с необходимостью создания крупного стенда для проведения испытаний в верхних слоях атмосферы, однако достигнутый уровень разработок был недостаточно высоким. Впоследствии в Китае появился стенд мирового уровня для испытаний двигателя в условиях верхних слоев атмосферы.**

Расширение газов за счет увеличения соотношения площадей форсунок — одна из эффективных мер повышения характеристик двигателя, работающего в верхних слоях атмосферы. Для увеличения удельного импульса двигателя YF-3 на нем установили выступающую часть из стеклопластика. За счет увеличения соотношения площадей удельный импульс двигателя второй ступени увеличился до 270 с.

Разработка твердотопливного двигателя третьей ступени с кодовым наименованием GF-2 была поручена Четвертой академии 7-го министерства машиностроения (нынешняя Шестая академия — Академия технологий твердотопливных двигателей Китайской корпорации космической науки и техники). В конце 1965 года началось обсуждение проекта, в апреле 1967 — опытное производство, далее были преодолены такие технические трудности, как формовка оболочки, непрочный контакт отдельных деталей, скопление алюминиевого порошка и др. В начале 1970 года было проведено 19 стендовых испытаний двигателя, включая вертикальное, горизонтальное и вращающееся испытание. Во второй половине 1969 года успешно прошло 7 стендовых испытаний. Все технические показатели достигли проектных требований, и двигатель вышел на этап приемосдаточных испытаний. Тяга в вакууме GF-2 — 11,3 т, удельный импульс в вакууме — 252 с. За 5 лет от обсуждения проекта до сдачи готовой продукции были выполнены задачи по проектированию, производству и испытаниям. 24 апреля 1970 года трехступенчатая ракета, разработанная с участием Четвертой академией, вывела первый ИСЗ на орбиту, что ознаменовало вступление Китая в число космических держав.***

* Современная китайская космонавтика / Под ред. Чжан Цзюнь. — Пекин: Изд-во Китайской академии общественных наук, 1986. — С. 159 (на кит. яз.).

** О базе 067 Китайской корпорации космической науки и техники, см. сайт космических талантов Китая: <http://www.spacetalent.com.cn/>

*** Гао Чунъю. Прославление колыбели золотой космической медали // Китайская космонавтика. — 1999. — № 10 (на кит. яз.).

Конструкция ракеты «Чанчжэн-1» включает обтекатель, приборную панель, переходной конус крепления твердотопливного двигателя, отсек с приборами управления и телеметрии, четыре топливных бака, конструкцию межступенчатого разделения, два хвостовых отсека, термopочное днище, а также трубопроводы, баллоны, ряд автоматизированных приборов и пиротехнических устройств. Проектирование общей конструкции ракеты поручили общему проектному управлению Первой академии, а производство большей части составляющих — заводу сборки РН Первой академии.*

Для разделения ступеней научно-технические работники общего проектного управления предложили использовать высоконадежный способ «горячего» разделения, при котором зажигание двигателя второй ступени происходит еще при работающем двигателе первой ступени, и разделение ступеней происходит еще до достижения состояния невесомости. Для предотвращения разрушения ракетной конструкции из-за высокой температуры в 2000 °С и высокой скорости истечения горячих газов в начале работы двигателя второй ступени между первой и второй ступенью установили ферменную конструкцию. На верхнем конце топливного бака первой ступени поставили стеклопластиковое жаропрочное днище во избежание разрушения бака первой ступени из-за контакта с пламенем. В конце 1965 года НИИ аэродинамики провел аэродинамические испытания макета межступенчатой конструкции, а также измерение величины и уровня давления в выбрасываемом из двигателя потоке горячих газов. В период с декабря 1965 по октябрь 1966 года на испытательной станции жидкостных ракетных двигателей были проведены три огневых стендовых испытания, испытания конструкции межступенчатого разделения, эрозии жаропрочного днища. По результатам испытаний было одобрено использование ферменного межступенчатого переходника, стеклопластикового жаропрочного днища для верхнего торца топливного бака, пиротехнического способа разделения ступеней.**

Особенно сложно было разрабатывать систему управления «Чанчжэн-1». Не только из-за того, что был сложным предмет управления, но и из-за плохой элементной базы: номенклатура электронных компонентов и деталей, которые могли поставить предприятия китайской промышленности электроники и точного приборостроения, была очень ограниченной.

В процессе разработки системы управления разработчики постепенно овладели технологией «подвешивания в газовой среде», изготовили высокоточные инерциальные приборы и осуществили переход на транзисторы в электроцепях. У третьей ступени не было системы наведения и системы стабилизации в связи с использованием метода произвольной закрутки и применения твердого топлива, но была электрическая схема запуска часового механизма, выдающего команды на начало закрутки, отделение спутника и раскрытие устройства наведения.

Кроме вышеизложенных сложных технических задач, в процессе разработки «Чанчжэн-1» были решены вопросы, связанные с системой телеметрии, оценки

* Современная китайская космонавтика / Под ред. Чжан Цзюнь. — Пекин: Изд-во Китайской академии общественных наук, 1986. — С. 160 (на кит. яз.).

** Там же. — С. 161.

неисправностей, безопасным автоподрывом, а также с обеспечением необходимыми материалами, компонентами и технологиями обработки. В «Чанчжэн-1» было использовано много высокопрочных алюминиево-магнелиевых сплавов, титановых сплавов, стали, высокопрочных стальных сплавов и других новых материалов. Для этого министерства металлургии, химической промышленности и строительных материалов привлекли команду высококвалифицированных специалистов, мобилизовали самое лучшее оборудование и за 2–3 года, в кратчайшие сроки, поставили лучшие новые материалы разной номенклатуры с необходимыми техническими характеристиками.*

В «Чанчжэн-1» были широко применены новые технологии. В производстве корпуса ракеты и двигателя были применены технологии формовки взрывом, аргоновой и аргоно-гелиевой дуговой сварки, аргонодуговой сварки сверхтонких панелей, электровакуумной, микроволновой плазменной и ультразвуковой сварки, сварки взрывом, плазменного высокотемпературного напыления, плазменной резки, химической фрезеровки, получения тонкостенных тянутых конструкций из нержавеющей стали, стеклопластиковой формовки и др. новые технологии. В производстве инерциальных компонентов системы управления широко применили методы по повышению точности обработки, например растровую обработку, алмазную резку и правку и др. В соединительных разъемах приборов и устройств широко применяли технологию силиконовой заделки. Эти работы по преодолению технических сложностей не только создали условия для разработки «Чанчжэн-1», но и стимулировали технический прогресс и техническую модернизацию смежных отраслей китайской промышленности.**

3.1.3. Испытания и запуск спутника

22 августа 1969 года были проведены стендовые испытания второй и третьей ступеней «Чанчжэн-1». 6 сентября успешно прошло очередное стендовое испытание третьей ступени. В конце провели испытание разворачивания устройства наблюдения. В феврале 1970 года ракету «Чанчжэн-1» транспортировали на полигон в Цзюцюань для проведения испытаний. В марте 1970 года после выпуска ракеты с завода премьер-министр Чжоу Эньлай отметил, что нельзя считать, что работа выполнена, необходимо провести тщательную доработку, сделать прогнозы возможных нештатных ситуаций и быть готовыми к любым возможным ситуациям. 14 апреля закончились технические позиционные испытания «Чанчжэн-1», и Чжоу Эньлай заслушал по ним отчет в зале «Фуцзянь» Дома народных собраний.*** 16 апреля премьер согласился на снятие блокировочного выключателя при сверхнормативных перегрузках и утвердил транспортировку ракеты на стартовую площадку. Там был полный порядок, и вся работа шла по строгому графику. 20 апреля Чжоу Эньлай телеграфиро-

* Там же. — С. 155 (на кит. яз.).

** Современная китайская космонавтика / Под ред. Чжан Цзюнь. — Пекин: Изд-во Китайской академии общественных наук, 1986. — С. 157 (на кит. яз.).

*** Ци Фажэнь. Премьер Чжоу и первый китайский спутник // Космос. — 1990. — № 3 (на кит. яз.).

вал в КОНТОП: «Нужны безопасность, надежность, предсказуемость и точный выход спутника на орбиту».

23 апреля 1970 года ракета и спутник прошли последние предстартовые проверки. Метеорологическая служба разрешила запуск, время запуска было назначено на 21:30 24 апреля 1970 года. Цянь Сюэсэнь торжественно расписался в пусковом задании и попросил Военный совет ЦК и Мао Цзэдуна его утвердить. В последний день подготовки к запуску «Дунфанхун-1» оставалось получить только окончательное утверждение Мао Цзэдуна.*

Утром 24 апреля 1970 года заправочная команда заправила топливом первую и вторую ступень РН, и началась восьмичасовая предстартовая подготовка. В 15:50 зазвенел красный секретный телефон спецсвязи с Чжуннаньхаем. Цянь Сюэсэнь взял трубку и услышал голос Чжоу Эньлая: «Председатель Мао утвердил запуск. Надеюсь, что все будут старательно и внимательно работать. Надо добиться успеха и принести славу стране!». Вскоре в работе наземного радара системы слежения появилась нестабильность, измерение параметров также шло не синхронно. Эта неполадка была очень быстро устранена. В 17:30 после беседы с начальником полигона Цянь Сюэсэнь доложил Пекину об устранении поломки и предварительном времени запуска — 24 апреля в 21:21:30.**

24 апреля 1970 года в 21:05 руководитель объявил тридцатиминутную предстартовую готовность. Сразу же по громкоговорящей связи был отдан приказ: «Очистить площадку!». В 21:35 ракета «Чанчжэн-1» взмыла в воздух. Через 18 секунд она начала разворот, полетела в юго-восточном направлении и очень скоро исчезла в ночном небе. Через 10 минут — в 21:45 — со станции слежения, расположенной в нескольких тысячах километров от старта поступило волнующее сообщение: «Спутник отделился от ракеты! Спутник вышел на орбиту!». В 21:50 позвонили из Центрального радиоуправления КНР: «Мы уже получили спутниковый сигнал — музыку “Алест восток”. Звук очень четкий и звонкий». Первый китайский спутник «Дунфанхун» наконец был запущен. «Жэньминь жибао» опубликовала передовицу по этому поводу: Китай стал пятой страной после СССР, США, Франции и Японии, самостоятельно разрабатывающей и запускающей спутники.

1 мая 1970 года председатель Мао Цзэдун, премьер Чжоу Эньлай, партийное и государственное руководство на трибуне Тяньаньмэнь приняли представителей участников запуска «Чанчжэн-1» и «Дунфанхун-1». Запуск «Чанчжэн-1» ознаменовал начало космической деятельности Китая, и ракета вошла в историю как средство выведения первого китайского спутника.***

После запуска «Дунфанхун-1» с помощью РН «Чанчжэн-1» 3 марта 1971 года в космос был запущен научно-исследовательский спутник «Шицзянь-1» весом 250 кг. Из-за низкой грузоподъемности данную модификацию ракеты для космических запусков больше не использовали.

* Ци Фажэнь. Мао Цзэдун и спутник «Дунфанхун» // Путь молниеносного развития Китая. — Пекин: Изд-во «История культуры Китая», 1999. — С. 11–13 (на кит. яз.).

** Ли Миншэн. Выход в глобальную деревню: записки о запуске первого китайского ИСЗ. — Пекин: Изд-во НОАК, 2001. — С. 353 (на кит. яз.).

*** Сю Дачжэ. Полет спутника и ракеты стимулировали развитие Китая: в честь 30-летнего юбилея со дня успешного запуска спутника «Дунфанхун-1» РН «Чанчжэн-1» / Сю Дачжэ, Ван Цзуньинь // Гуанмин Жибао. — 2000. — 24 апреля (на кит. яз.).

3.2. Ракета-носитель «Чанчжэн–2»

РН «Чанчжэн–2» — это средство выведения на околоземную орбиту, разработка которого началась в 1970 году. В настоящее время семейство РН «Чанчжэн–2» состоит из 5 моделей: «Чанчжэн–2» (первый запуск в 1974 году), «Чанчжэн–2С» (первый запуск в 1982 году), «Чанчжэн–2Е» (первый запуск в 1990 году), «Чанчжэн–2Д» (первый запуск в 1992 году) и «Чанчжэн–2F». РН семейства «Чанчжэн–2» могут выводить спутники на околоземные, солнечно-синхронные и переходные к геостационарной орбите, а также использоваться для запуска пилотируемых космических кораблей. Эти РН занимают очень важное место в семействе РН «Чанчжэн».

3.2.1. Постановка задачи

РН «Чанчжэн–2» разработана на основе межконтинентальной ракеты «Дунфэн–5», ее главная задача — запуск тяжелых возвращаемых спутников, масса выводимой на околоземную орбиту полезной нагрузки составляет 1800 кг.

Еще в августе 1965 года на 13-м заседании Спецкома ЦК была утверждена программа развития ИСЗ и курс на развитие прикладных спутников, особенно спутников ДЗЗ.* В январе 1966 года Восьмая академия 7-го министерства машиностроения начала обсуждение общего проекта спутника ДЗЗ возвращаемого типа. В сентябре 1967 года было согласовано распределение работ и сроки разработки. За основу РН решили взять модернизированную межконтинентальную ракету, разработку которой поручили Первой академии. Спутник планировали запустить в 1969 году в день 20-летнего юбилея со дня образования КНР. Вопрос массы спутника (1500 или 1800 кг) был временно отложен.

5 июня 1970 года премьер Чжоу Эньлай провел заседание Спецкома ЦК, на котором заслушал отчет о разработке спутника возвращаемого типа. С этого времени проект стал ключевым государственным проектом. 13 июня КОНТОП приказал 7-му министерству машиностроения и Китайской исследовательской академии космических технологий организовать коллективы для разработки и поручил общий проект 7-му министерству. В ноябре 1973 года Первая академия назвала ракету «Чанчжэн–2» (условное наименование — CZ–2).

4 мая 1970 года по результатам комплексного анализа общего проекта «Чанчжэн–2» 1-е управление Первой академии предложило продлить время работы верньерного двигателя второй ступени. Исходя из этого, НИИ № 11 предложил модернизировать двигатель YF–23 таким образом, чтобы после выключения главного двигателя второй ступени осуществить выход на орбиту с малой тягой. Так можно было увеличить грузоподъемность на 500–800 кг. В ноябре 1970 г. Первая академия приняла решение разрабатывать двигатель тягой 55 т (условное наименование — YF–25). 3 июня 1971 г. план разработки был готов. В течение последующих 8 лет работа велась над двумя проектами. В ноябре 1979 г. YF–25 успешно прошел стендовое испытание общей продолжительностью 130 с,

* У Кайлинь. Возвращение спутника ДЗЗ на Землю // Путь молниеносного развития китайской космонавтики. — Пекин: Изд-во «История культуры Китая», 1999. — С. 344 (на кит. яз.).

но из-за того что в итоге был выбран другой вариант, разработки YF-25 были прекращены.*

Для увеличения грузоподъемности «Чанчжэн-2» исследовали различные варианты вывода на орбиту. Первым из рассматриваемых было использование баллистической паузы между периодами работы ступеней, благодаря которой грузоподъемность можно было увеличить на 100 кг, но из-за усложнения системы и утяжеления конструкции это не давало ожидаемого результата. Исходя из этого, посредством многочисленных подсчетов и анализа нашли способ изменения тяги и повышения грузоподъемности: главный двигатель и верньерные двигатели второй ступени сначала работали одновременно, потом главный двигатель выключался, и верньерные двигатели работали до выхода спутника на орбиту. Благодаря этому способу, получившему наименование «выход на орбиту при малой мощности», грузоподъемность увеличилась приблизительно на 500 кг. Его недостатком, правда, была более протяженная траектория выхода на орбиту.

3.2.2. Разработка, запуск и использование

В апреле 1971 года 7-е министерство машиностроения создало рабочую группу по общей координации проекта спутника возвращаемого типа, провело координационное совещание по техническим вопросам и поставило цель запустить спутник весной 1972, а еще лучше в конце 1971 года, вывести его на орбиту, провести фотографирование объектов на земной поверхности и обеспечить возвращение; общий вес спутниковой конструкции определен в 1800 кг, высота орбиты — 185 ± 5 км, период обращения — 5418 ± 8 с, наклонение орбиты — 65° , время полета — 5–6 суток. Учитывая реальные условия разработки, в апреле 1972 года КОНТОП принял решение перенести первый запуск на конец первого или начало второго квартала 1973 года.

В январе 1973 года Первая академия решила сделать третью межконтинентальную ракету партии «01» средством выведения первого спутника возвращаемого типа; в июле четвертая и пятая ракета партии «01» были также определены в качестве средств выведения спутника. 5 ноября 1974 года с помощью «Чанчжэн-2» с полигона в Цзюцюане был запущен первый возвращаемый спутник. После взлета ракеты была нарушена стабилизация, и через 20 с произошел взрыв. Затем выяснилось, что причиной аварии было то, что порвался электрический провод в одном из каналов системы управления.**

После этого пускового испытания Первая академия развернула работу по улучшению качества продукции, подробно проанализировала причину аварии, а также замеченные в процессе разработки другие замечания. В отношении выявленных замечаний были приняты соответствующие меры.

В октябре 1975 года Мао Цзэдун утвердил запуск второго спутника возвращаемого типа. 26 ноября с полигона в Цзюцюане РН «Чанчжэн-2» успешно

* Современная китайская космонавтика / Под ред. Чжан Цзюнь. — Пекин: Изд-во Китайской академии общественных наук, 1986. — С. 175 (на кит. яз.).

** У Кайлинь. Возвращение спутника ДЗЗ на Землю // Путь молниеносного развития китайской космонавтики. — Пекин: Изд-во «История культуры Китая», 1999. — С. 350 (на кит. яз.).

вывела спутник на намеченную орбиту. Последующие запуски спутников с помощью РН «Чанчжэн-2» были успешными.*

В декабре 1976 и в январе 1978 года запуски спутников с помощью «Чанчжэн-2» в Цзюцюане прошли успешно. С приближением даты завершения разработки межконтинентальной ракеты необходимость запуска спутников стала еще более актуальной. Так, в марте 1979 года КОНТОП решил изготовить еще 6 РН «Чанчжэн-2» для запуска возвращаемых спутников массой 1865 кг на орбиту высотой 175 ± 5 км и наклоном $63 \pm 0,3^\circ$. Период обращения спутников — 5418 ± 8 с. Первая академия в соответствии с требованиями к запуску спутника внесла несколько важных технических изменений в ракеты партии «02». В 1980 г. были утверждены технические параметры модернизированной «Чанчжэн-2», которая получила наименование «Чанчжэн-2С2» (условное наименование — CZ-2C). Ее грузоподъемность при выводе на околоземную орбиту с 2000 кг постепенно увеличилась до 2500 кг.

После летных испытаний межконтинентальной ракеты на максимальную дальность в Первой академии началась разработка «Чанчжэн-2С». В июне 1981 года по указанию Госплана и требованию органов гражданского и военного управления 7-е министерство машиностроения приняло решение в последующие несколько лет разработать и запустить 5–6 возвращаемых и модернизированных спутников. Разработку необходимых для запуска этих двух спутников РН поручили Первой академии, их должны были создать путем модернизации оставшихся межконтинентальных ракет партии «02».

В феврале 1982 года Госсовет и Военный совет ЦК решили принять на вооружение систему в составе спутника возвращаемого типа и РН. Затраты на изготовление спутника и РН брало на себя Управление вооружения ГШ НОАК, а затраты на запуск — КОНТОП. В ноябре КОНТОП определил количество запускаемых спутников, а требования к характеристикам и срокам изготовления должны были быть определены в соответствии с заказами потребителей в адрес министерства космической промышленности, включены в план Управления вооружения ГШ НОАК и план исследований, производства и запусков КОНТОП, который должен был обеспечить их исполнение.

9 сентября 1982 года с космодрома Цзюцюань первая РН «Чанчжэн-2С», разработанная Первой академией, успешно вывела возвращаемый спутник на заданную орбиту. Затем вторая, третья, четвертая и пятая РН «Чанчжэн-2С» с возвращаемыми спутниками в 1983, 1984, 1985 и 1986 годах также были запущены с космодрома Цзюцюань. Запущенная в августе 1987 года шестая РН вывела в космос две микрогравитационных испытательных установки для французской компании «Матра». Итак, Китай в первый раз обеспечил запуск полезной нагрузки для иностранной компании, что означало, что китайские РН вышли на международный рынок космических запусков.

В начале 80-х годов XX века, чтобы соответствовать новым потребностям строительства народного хозяйства и соответствующих военных и гражданских структур, 7-е министерство машиностроения готовилось к разработке но-

* У Кайлинь. Возвращение спутника ДЗЗ на Землю // Путь молниеносного развития китайской космонавтики. — Пекин: Изд-во «История культуры Китая», 1999. — С. 353 (на кит. яз.).

вого спутника возвращаемого типа весом 2100 кг и продолжительностью полета 8 дней. Так как вес спутника увеличился, «Чанчжэн-2С» не могла вывести его на орбиту, поэтому нужно было разрабатывать новое средство выведения.

Впоследствии Первая академия предложила сделать на базе партии «02» РН «Чанчжэн-2С» новое средство выведения возвращаемых спутников. Главным различием в технических показателях и проектировании было то, что в изначальный проект «Чанчжэн-2С» для соответствия новым требованиям были внесены частичные изменения. В апреле 1985 года министерство космической промышленности официально утвердило проект и потребовало, чтобы партия «02» «Чанчжэн-2С» обязательно удовлетворяла техническим требованиям по запуску новых спутников. В сентябре 1987 года в Цзюцюане состоялся первый запуск «Чанчжэн-2С» партии «02», разработанной Первой академией, и новый возвращаемый спутник был успешно выведен на заданную орбиту.

Общие характеристики «Чанчжэн-2С»: общая длина — 31,170 м (с головным обтекателем типа А), взлетная масса приблизительно 192 т, взлетная тяга — 2786 кН, тяговооруженность — 1,48, грузоподъемность 2400 кг (на околоземные орбиты высотой 200–470 км), точность выведения на данные орбиты: отклонение большой полуоси эллипса — 1,3 км, отклонения эксцентриситета — 0,00023; отклонение наклона орбиты — 0,05°, отклонение аргумента перигея — 1,7°, отклонение долготы восходящего узла — 0,1°. Использовались два вида головных обтекателей: типа А — длиной 3,144 м, диаметром 2,2 м, объемом 3,6 м³ и типа В — длиной 7,125 м, диаметром 3,350 м, эффективным объемом 27 м³.

«Чанчжэн-2» и «Чанчжэн-2С» внесли огромный вклад в развитие китайской космонавтики: они были взяты за основу в разработке «Чанчжэн-2Д», «Чанчжэн-2С модифицированный», «Чанчжэн-2Е» и «Чанчжэн-2F», а также семейств РН «Чанчжэн-3» и «Чанчжэн-4». Поэтому они являются базовыми моделями для всего семейства РН «Чанчжэн».

«Чанчжэн-2Д» была разработана на базе «Чанчжэн-2С» посредством частичной технической модернизации: 1) к главному и верньерным двигателям первой и второй ступени добавили форсунки для использования в верхних слоях атмосферы; 2) установлена система рационального использования топлива; увеличена длина корпуса второй ступени ракеты на 2 м, заправка топливом увеличена на 20 т. 9 августа 1992 г. состоялся первый пуск данной ракеты.

3.2.3. Ракета «Чанчжэн-2Е»

После начала реализации политики реформ и открытости для ведения внешнеэкономической деятельности в области космической промышленности 16 октября 1980 года была создана промышленная компания «Великая стена». 26 октября 1985 года правительство Китая заявило о выходе ракет «Чанчжэн» на международный рынок. За освоение рынка отвечала компания «Великая стена», которая впоследствии получила эксклюзивные права на запуск международных коммерческих спутников и международное сотрудничество в области спутников.* Новость

* Чжан Чжицян. Выход китайских ракет на международный рынок // Китайская космонавтика. — 2000. — № 4 (на кит. яз.).

● том, что «РН «Чанчжэн–2» и «Чанчжэн–3» выходят на рынок коммерческих запусков спутников для зарубежных заказчиков» потрясла не только Китай, но и весь мир.*

То, что тогда в мире произошло несколько аварий с РН, дало Китаю шанс закрепиться на мировом рынке. 1 февраля 1986 года ракета «Чанчжэн–3» успешно вывела на орбиту спутник связи, повысив таким образом свою конкурентоспособность.** В марте 1986 года министерство космической промышленности приняло решение направить небольшую группу специалистов по обслуживанию коммерческих запусков в большие американские компании по производству спутников. У группы было три задачи: 1) выяснить реальную обстановку и провести широкое исследование американского спутникового рынка; 2) продвигать ракету «Чанчжэн–3» и прозондировать возможность использования для запусков РН «Чанчжэн–2Е»; 3) при наличии условий подписать соглашение по предоставлению пусковых услуг.***

Идея «Чанчжэн–2Е», выдвинутая Первой академией весной того года, заключалась в следующем: присоединить к «Чанчжэн–2» четыре стартовых ракетных ускорителя и постараться в кратчайшие сроки разработать ракету большой грузоподъемности и тяги (условное наименование «Чанчжэн–2Е»). Говоря более конкретно, предполагалось взять в качестве центрального блока РН «Чанчжэн–2С», подсоединить четыре жидкостных стартовых ракетных ускорителя длиной 15,3 и диаметром 2,25 м, верхнюю ступень, а спутник установить под обтекателем диаметром 4,2 и высотой 10,5 м. Длина всей ракеты при этом составит 50 м, диаметр центрального блока — 3,35 м, общая тяга двигателя 5880 кН. При этом грузоподъемность при выводе на низкие орбиты повышается с 2,5 до 9,2 т. При использовании твердотопливной верхней ступени на геосинхронную переходную орбиту можно было вывести полезную нагрузку массой 3 т; а если заправить верхнюю ступень жидким кислородно-водородным топливом, грузоподъемность при выводе на такие орбиты достигла бы приблизительно 4,8 т.****

В марте 1986 года министерство космической промышленности направило группу из десяти человек во главе с Хуан Цзои с чертежами «Чанчжэн–2Е» в США для рекламы новой китайской ракеты. Задачей группы являлось подписание контракта на запуск спутника. Новый проект обратил на себя внимание производителей спутников и спутниковых операторов. В сентябре 1987 года австралийская компания «Оптус» проводила в Сиднее тендер на создание государственной спутниковой системы связи второго поколения, в котором при-

* Сы Сюэу. Первый этап международных коммерческих запусков в Китае // Путь молниеносного развития китайской космонавтики. — Пекин: Изд-во «История культуры Китая», 1999. — С. 577–587 (на кит. яз.).

** Шэнь Синьсунь. «Чанчжэн–3» открыла двери в мир // Путь молниеносного развития китайской космонавтики. — Пекин: Изд-во «История культуры Китая», 1999. — С. 471 (на кит. яз.).

*** Сы Сюэу. Первый этап международных коммерческих запусков в Китае // Китайская космонавтика. — 2000. — № 6 (на кит. яз.).

**** Ван Дэчэнь. Рождение РН «Чанчжэн–2Е» // Путь молниеносного развития китайской космонавтики. — Пекин: Изд-во «История культуры Китая», 1999. — С. 393 (на кит. яз.).

няли участие 4 большие корпорации. Китайская промышленная компания «Великая стена» приняла участие в тендере как самостоятельный участник. 16 июня 1988 года итог очень сильно шокировал Запад: победил проект вывода на орбиту двух спутников HS-601 американской компании «Хьюз» с помощью китайской РН «Чанчжэн-2Е».

Из-за быстрых темпов разработки в «Чанчжэн-2Е» старались использовать только технологии, отработанные в процессе разработки других РН, особенно это касалось ракеты «Чанчжэн-2С». Для удовлетворения требований к запуску австралийского спутника были применены некоторые новые технологии: 1) увеличение длины корпуса центрального блока для увеличения времени работы двигателей двух ступеней. Из-за взлетной массы ракеты «Чанчжэн-2Е» в 460 т возникло много новых вопросов в отношении проектирования конструкции, материалов и кинетики; 2) применение «пакетной» технологии как самой эффективной меры для повышения грузоподъемности. Так, тяга первой ступени увеличилась с 280 до 600 т. Однако соединение отдельных блоков в пакет вызвала некоторые проблемы, связанные, например, с прочностью, конструкцией, пневматической системой, разделением и т. д.; 3) в двигателе второй ступени применили форсунку большего размера. Эта эффективная мера для повышения удельной тяги способствовала еще большему повышению грузоподъемности; 4) применение новой системы использования топлива, благодаря которой грузоподъемность повысилась еще на 600–700 кг; 5) разработка большого обтекателя диаметром 4,2 и длиной 10,5 м для совместимости с разной нагрузкой и запуска нескольких спутников с помощью одной ракеты; 6) применение в системе управления технических новшеств, включая разработку сложной системы программного обеспечения по стабильному наведению и комплексному управлению.*

Главные технические и функциональные параметры «Чанчжэн-2Е» следующие: две ступени, общая длина — 49,686 м, максимальный диаметр (включая стартовые ракетные ускорители) — 11,45 м, взлетная масса — 462,46 т, взлетная тяга — 5923,2 кН (604,4 т), тяговооруженность — 1,31. Грузоподъемность при выведении на близкую к круговой орбиту высотой 200 км и наклонением 28,5° — 9,2 т. Точность выведения: отклонение перигея — 2,0 км, отклонение эксцентриситета — 0,00022, угловое отклонение — 0,05°, отклонение аргумента перигея — 1,0°, точность положения на орбите — 0,5°.

В процессе разработки «Чанчжэн-2Е» большую поддержку оказали многие предприятия министерства космической промышленности и другие организации. Чтобы решить проблему острого дефицита материальных ресурсов, ответственные министерства и комитеты провели 3 заседания по выполнению специальных заказов на срочно требующиеся материальные ресурсы и, в результате, привлекли ресурсы свыше 300 предприятий 74 городов более 20 провинций, за полтора дня обеспечили выполнение 90 % контрактов на поставку ресурсов по приблизительно 5000 пунктам. Через 7 месяцев разбросанные по всему Китаю предприятия отправили более 7000 видов ресурсов, более 2000 т металлических материалов, более 1000 электромеханических изделий и приблизительно 600 тыс. электронных элементов и компонентов в Первую академию. За весь пе-

* Ван Юнчжи. Китайские космические технологии снова вышли на новый уровень // Космос. — 1990. — № 6. — С. 2–9 (на кит. яз.).

риод работы от ввоза австралийского спутника, перевозки ракеты, подготовки полигона до запуска государственные энергетические, транспортные, железнодорожное, авиационное ведомства, таможня, органы безопасности и городские власти проделали большую работу.* Первая академия работала с утра до ночи. Во время разработки в академии везде висел лозунг: «Мы ни в коем случае не станем причиной торможения разработки “Чанчжэн–2Е”».**

В течение всего процесса разработки параллельно шло 5 видов работ. Благодаря тесной взаимосвязи подготовки чертежей, ресурсов и материалов, проектирования и подготовки технологий, проверки технологий и подготовки к производству, производства и испытаний, разработки и подготовки полигона, было выиграно время. Раньше подготовка материалов просчитывалась по «синькам», а в этот раз заказ делали по «белому» плану. Раньше на проверку технологий затрачивалось много времени и сил. В этот раз проектирование было одним целым с технологиями и производством, которое началось даже когда еще не было полного комплекта «синек». Более 300 наземных испытаний показали, что процент успеха проектирования и производства с первого раза был 99 %***

После 18 месяцев напряженной разработки РН «Чанчжэн–2Е» была выпущена с завода 22 апреля 1990 года. 20 мая летный образец был доставлен на космодром, а 29 июня (на сутки раньше плана) он был установлен в вертикальном положении на стартовом столе в Сичанском центре запусков спутников. 16 июля 1990 года в 9:40 первая ракета «Чанчжэн–2Е» успешно вывела на орбиту макет австралийского спутника и малый научно-экспериментальный спутник Пакистана. Разработка ракеты и ее успешный запуск показали, что Китай способен осуществлять запуск тяжелых спутников, что имело очень большое значение.

22 марта 1992 года РН «Чанчжэн–2Е» впервые осуществила запуск австралийского спутника. Из-за того, что посторонние алюминиевые предметы привели к взрыву электрического детонатора стопорного клапана дополнительной системы окислителя двигателя первого и третьего стартовых ускорителей, первый и третий двигатель выключились, и запуск был прекращен. После обнаружения причины аварии были внесены исправления в конструкцию программного механизма и еще раз проверены все чертежи ракеты. 14 августа 1992 года вторая ракета «Чанчжэн–2Е» успешно вывела австралийский спутник на заданную орбиту. До конца 2002 года «Чанчжэн–2Е» была запущена 8 раз.

3.3. Ракета-носитель «Фэнбао–1»

«Фэнбао–1» (условное наименование F–1) — РН, разработанная на базе межконтинентальной ракеты «Дунфэн–5». Сначала Шанхайское 2-е электромеханическое управление приступило к проектированию «Фэнбао–1» в качестве межконтинен-

* Ван Дэчэнь. Рождение РН «Чанчжэн–2Е» // Путь молниеносного развития китайской космонавтики. — Пекин: Изд-во «История культуры Китая», 1999. — С. 396 (на кит. яз.).

** Там же.

*** Ван Юнчжи. Китайские космические технологии снова вышли на новый уровень // Космос. — 1990. — № 6. — С. 10 (на кит. яз.).

тальной ракеты. В 1979 и 1981 годах было проведено два запуска «Фэнбао-1» для вывода на орбиту 3 спутников с помощью одной ракеты, первый завершился аварией, а второй прошел удачно. Технические решения данной ракеты были использованы в РН «Чанчжэн-4». Разработкой «Фэнбао-1» занималось Шанхайское 2-е электромеханическое управление (ныне Шанхайская академия космической техники, также называемая Шанхайским космическим управлением).

3.3.1. Постановка задачи

Когда Шанхайское 2-е электромеханическое управление было только создано, его главной задачей были разработка и производство малых партий ракет класса «земля-воздух». 14 августа 1969 года Чжоу Эньлай во время встречи дал секретарю Шанхайского горкома Ма Тяньшюю следующие указания: поручить разработку ракет семейства «Дунфэн» и Пекину, и Шанхаю; то же касается и ИСЗ. Организация была поручена КОНТОП. 31 октября ЦК КПК, Госсовет и Военный совет ЦК дали Шанхаю задание по опытному производству ИСЗ, средств его выведения и межконтинентальной ракеты. Также в Шанхае начали строить соответствующую базу для их разработки.*

Осенью 1969 года в Шанхае была начата работа по мобилизации ресурсов для разработки РН «Фэнбао-1» и организации технических испытаний спутника. Этот проект получил наименование 701.** В качестве базы было выбрано шанхайское 2-е электромеханическое управление, с линии разработки боевых ракет была отобрана группа опытных технических специалистов, которые вскоре составили команду по разработке общей системы ракеты, двигателя, системы управления, системы измерения траектории полета и системы наземных испытаний. Благодаря хорошей промышленной базе Шанхая, технической мощи, широкой номенклатуре специалистов различных специальностей и другим благоприятным условиям при поддержке Канцелярии оборонной промышленности г. Шанхая к участию в разработке удалось привлечь 332 предприятия, которые в отдельности занимались разработкой или производством элементов и компонентов, новых материалов, технологий, а также части комплектующих деталей, двигателей и оборудования. В октябре того же года Шанхай направил учебную группу в Пекин в Первую академию, а в декабре началось общее проектирование. 8 декабря 1969 года Шанхайский ревком провел большое торжественное заседание по мобилизации на проект № 701, в котором приняли участие около 600 человек из более чем 180 предприятий, включая заводы, НИИ и университеты. Семь ответственных лиц из Шанхайского ревкома и Шанхайского гарнизона составили ведущую группу проекта № 701, также была создана Шанхайская канцелярия проекта № 701, которая отвечала за организацию и координацию разработки «Фэнбао-1» и спутника.*** 10 декабря

* Си Дэцюань. Разработка РН «Фэнбао-1» в Шанхае // Путь молниеносного развития китайской космонавтики. — Пекин: Изд-во «История культуры Китая», 1999. — С. 373 (на кит. яз.).

** Там же. — С. 374.

*** Лу Чжэнтин. История шанхайской космонавтики / Лу Чжэнтин, Ван Дэхун. — Шанхай: Изд-во Шанхайской академии общественных наук, 1997. — С. 148 (на кит. яз.).

2-е электромеханическое управление создало ведущую группу из 5 человек во главе с Чжан Юем, которая отвечала за разработку ракеты.

Шанхайское 2-е электромеханическое управление отобрало часть технических специалистов с подведомственных предприятий и с линии производства ракет класса «земля–воздух» для участия в разработке общей системы ракеты, конструкции, двигателей, системы управления, телеметрии, слежения, безопасности и наземной системы. 1-е электромеханическое управление Шанхая создало ведущую группу во главе с Цзян Тао, которая отвечала за разработку спутника, организацию разработки и содействия производству деталей ракеты, комплектующего оборудования и крупнотоннажного технологического оборудования. В проекте приняли участие Шанхайское приборостроительное, металлургическое, текстильное, химическое и другие 39 промышленных управлений, 284 НИИ, завода, университета и компании городского и местного подчинения.*

Основными предприятиями по разработке «Фэнбао–1» стали Шанхайский машиностроительный завод «Синьсинь» и НИИ № 20 (в 1979 года поменяли названия на Шанхайский механический завод «Синьцзян» и НИИ № 805), которые отвечали за общее проектирование ракеты, сборку, измерения и испытания, проектирование и производство конструкции, системы телеметрии, системы наддува и системы наведения. Завод «Синьсинь» и НИИ № 21 занимались проектированием и производством ракетного двигателя; Шанхайский приборостроительный завод — проектированием и производством системы управления, основного бортового оборудования управления, гироскопов, усилителей и сервомеханизмов; Шанхайский приборостроительный завод «Синьюэ» (НИИ № 803) — проектированием и производством сервомеханизмов; Шанхайский завод телеграфного оборудования «Синьгуан» (до 1980 года носил наименование завод № 822) — производством и проектированием магнитного устройства для записи телеметрии («черного ящика»). Шанхайский радиозавод «Синьхуа» и НИИ № 24 — проектированием и производством систем слежения и безопасности; Шанхайский завод радиоаппаратуры — проектированием и производством наземного автоматизированного испытательного оборудования и бортовых дублирующих источников питания; Шанхайский завод источников питания «Синьюй» — проектированием и производством аккумуляторных батарей; Шанхайский машиностроительный завод «Синьминь» — проектированием и производством наземного оборудования управления запуском; Шанхайский завод № 7013 — наземными огневыми стендовыми испытаниями двигателей; Шанхайский завод средств связи — проектированием и производством генератора сервомеханизма. Кроме исследовательских предприятий и предприятий, подчиненных 2-му электромеханическому управлению, в производстве «Фэнбао–1» были задействованы многие другие шанхайские предприятия.**

* Лу Чжэнтин. История шанхайской космонавтики / Лу Чжэнтин, Ван Дэхун. — Шанхай: Изд-во Шанхайской академии общественных наук, 1997. — С. 148 (на кит. яз.).

** Там же. — С. 149.

Когда в одном проекте принимает участие такое количество предприятий, очень важно координировать работу. Ключевую роль в этом сыграла Канцелярия проекта № 701, задачи которой заключались в следующих четырех аспектах: «1. Найти золотую середину, поощряя передовые начинания и критикуя отсталость, чтобы подстегнуть среднеразвитые предприятия; 2. Смело принимать решения, так как исследования построены на материалах из первых рук и ситуация четкая и ясная; 3. Правильно расставлять акценты: для предприятий по общему проектированию и комплексной сборке наиболее характерны конфликты, поэтому необходимо макрорегулирование и координация работы на уровне города; 4. В полной мере представлять реальную обстановку — это лучший способ для овладения ситуацией и материалами из первоисточника, а также предпосылка и гарантия правильных решений и организации».*

3.3.2. Проектирование и разработка ракеты

Общим проектированием «Фэнбао-1» занимался Шанхайский машиностроительный завод «Синьцзян» (НИИ № 20). В январе 1970 года первая академия передала в Шанхай большую часть чертежей межконтинентальной ракеты. Для выполнения задачи общего проектирования вместе с предприятиями по разработке отдельных систем на базе местных материалов, оборудования и технологий и использования в полной мере достижений в разработке уже имеющихся в Шанхае моделей боевых ракет было проведено обсуждение проекта «Фэнбао-1».** В марте того же года специалисты предложили внести изменения в проект: заново спроектировать головной обтекатель, объединить некоторые отсеки, изготовить конструкцию переходного отсека первой ступени из химически фрезерованного алюминиевого сплава LD10; увеличить тягу отдельного двигателя первой ступени с 637 до 686 кН, установить двигатель второй ступени на раму, ввести нагнетательную схему для верньерных двигателей второй ступени.

Технические показатели модифицированной двухступенчатой ракеты «Фэнбао-1» следующие: взлетная масса — 191,15 т, диаметр — 3,35 м, общая длина — 32,57 м. Из-за того что во время детального проектирования суммарная масса всех отдельных систем превысила заданные показатели, испытательный спутник массой 1 т было невозможно вывести на орбиту. В этой связи были реализованы следующие технические решения.

Во-первых, был уменьшен вес конструкции. Так как у топливного бака был большой запас прочности, решили уменьшить его толщину; убрали ненужные запасные системы; выбрали более легкие кабели и материалы конструкции; уменьшили вес и габариты некоторого оборудования и т. д. Во-вторых, увеличили точность регулировки двигателей, в двигателях второй ступени

* Си Дэцюань. Разработка РН «Фэнбао-1» в Шанхае // Путь молниеносного развития китайской космонавтики. — Пекин: Изд-во «История культуры Китая», 1999. — С. 377 (на кит. яз.).

** Современная китайская космонавтика / Под ред. Чжан Цзюнь. — Пекин: Изд-во Китайской академии общественных наук, 1986. — С. 196 (на кит. яз.).

применили кавитационные трубопроводы, которые могут точно регулировать изменения потоков; уменьшили отклонение коэффициента смешивания горючего и окислителя, снизили количество остающегося в баках во время полета топлива. В-третьих, в первой ступени использовали принцип отключения двигателей после израсходования топлива, что повысило эффективность его использования. В-четвертых, для уменьшения энергозатрат в схему выведения ввели баллистическую паузу. В-пятых, в системе наведения ввели дублирующую систему выключения, чтобы лучше адаптироваться к изменениям уровня помех в полете.*

У «Фэнбао-1» было три технических модификации: I (РН), II (МБР) и III (РН для одновременного запуска трех спутников). В процессе разработки опытного образца на шанхайской базе воспользовались техническими преимуществами Шанхая, объединив возможности города и всей страны. Хотя опытное производство большей части ракетной продукции было поручено соответствующим специализированным заводам и НИИ, оставалось немало трудноразрешимых задач. Шанхайский машиностроительный завод «Синьцзян» выделил дополнительно 320 кв. м на других производственных линиях для клепки крупногабаритных конструкций, так как чтобы клепать 7 отсеков диаметром 3,35 м по обычной технологии, требовалось как минимум 7 рабочих мест. Конструкторы спроектировали поднимающуюся и опускающуюся конструкцию для регулировки высоты верхнего и нижнего опорных дисков, чтобы одно приспособление подходило для клепки на разных высотах. Так, с помощью трех приспособлений можно было склепать весь корпус ракеты.**

Благодаря предпринятым усилиям не прошло и года, как был создан сборочный цех, лаборатория статических испытаний, пятитонный вибрационный стенд, насосная гидролаборатория, стенд для измерений расхода жидкостей в двигателе, лаборатория моделирования и испытательный стенд двигателей, а также ряд больших цехов, испытательной инфраструктуры, вулканизационная и плавильная печи и др. Так в короткие сроки в Шанхае была создана инфраструктура для проектирования, производства и испытаний РН. Двигатель для «Фэнбао-1» сначала разрабатывался в Шанхае, но затем по техническим причинам и из-за фактора времени было решено использовать двигатель, изготовленный на производственной базе 067.

Через 10 месяцев проектирования, подготовки к производству и опытного производства провели вибрационные стендовые испытания четырех двигателей, статическое испытание конструкции и испытание системы передачи. 8 декабря 1970 года на технической позиции провели испытания второй ступени. 2 февраля 1971 года на технической позиции № 138 провели стендовые испытания второй ступени. В процессе были выявлены 161 технологическая неисправность, 123 требующих согласования вопроса, 10 замечаний к характеристикам приборов и 6 вопросов по проектированию. Среди них особенно выделились такие проблемы, как плохая стабильность и слабая надежность работы компьютера системы наведения, плохие низкотемпературные характеристики и виброустойчи-

* Современная китайская космонавтика / Под ред. Чжан Цзюнь. — Пекин: Изд-во Китайской академии общественных наук, 1986. — С. 202 (на кит. яз.).

** Там же. — С. 197.

вость платформы, неполнота параметров системы телеметрии, помехи в работе телеметрического преобразователя частоты и др.*

Первую ступень ракеты на технической позиции испытывали 25 дней и обнаружили, что после установки обтекателя спутниковый радиопередатчик не функционирует из-за помех, поэтому во время стендовых испытаний обтекатель решили не устанавливать. 9 марта 1971 года «Фэнбао-1» (первая, вторая ступени и спутник) транспортировали на стартовую площадку и через 10 дней завершили все испытания. 23 марта провели испытание двигателей первой ступени, в ходе которого выяснилось, что при работе сервомеханизма четыре двигателя отклонились на предельный угол, встали на упоры и больше не реагировали на управляющие команды. После устранения дефекта в сервомеханизме проблема была решена. Во время испытаний также возникали следующие вопросы: тяга двигателя была слишком низкой, после выключения двигателя не выключался главный клапан второго двигателя, нестабильно работала система управления ориентацией, плохая виброустойчивость устройства сравнения кажущейся скорости автономной системы безопасности, плохо работал радиолокационный ответчик системы измерения внешней траектории, система телеметрии не могла измерить часть параметров или давала неполную запись, нерациональное размещение наземной станции и т. д. Решение всех вопросов, обнаруженных в ходе испытаний, создало условия для начала летных испытаний «Фэнбао-1».

3.3.3. Запуск «Фэнбао-1»

«Фэнбао-1» — двухступенчатая РН, техническая схема которой схожа с межконтинентальной ракетой и РН «Чанчжэн-2». Общая длина ракеты — 32,57 м, максимальный диаметр — 3,35 м, взлетная масса — 192 679 кг, взлетная тяга двигателя первой ступени — 2746 кН, время работы главных двигателей первой и второй ступеней составляет 128 и 117 с соответственно. Грузоподъемность при выведении на околоземную орбиту — 1500 кг.

14 апреля 1972 г. РН «Фэнбао-1» доставили в Цзюцюань для проведения проектных летных испытаний. В ходе испытаний на технической позиции, которые заняли более 90 дней, было устранено 136 неполадок.** 24 июля РН была доставлена на стартовую площадку, где за 13 дней были закончены испытания и устранено 53 дефекта.

По утверждению Спецкома ЦК первый испытательный образец РН «Фэнбао-1» должны были запускать 9 августа 1972 года, но, из-за того что возникли проблемы во внешнем контуре гироплатформы, запуск отложили до 10 августа. Запуск начали в 8:32. После запуска двигателей ракета вертикально пошла вверх, двигатели первой ступени отключились штатно, отделение первой ступени и сброс головного обтекателя прошли по намеченной схеме. Через 90–125 с после старта горизонтальная скорость резко увеличилась, и ракета

* Лу Чжэнтин. История шанхайской космонавтики / Лу Чжэнтин, Ван Дэхун. — Шанхай: Изд-во Шанхайской академии общественных наук, 1997. — С. 161 (на кит. яз.).

** Лу Чжэнтин. История шанхайской космонавтики / Лу Чжэнтин, Ван Дэхун. — Шанхай: Изд-во Шанхайской академии общественных наук, 1997. — С. 162 (на кит. яз.).

стала уходить вправо. После запуска верньерных двигателей начало постепенно снижаться давление на выходе топливного насоса, что привело к остановке работы верньерных двигателей, и продольное отклонение точки падения оказалось ближе расчетного на 63 и правее на 185 км. Хотя испытание было не совсем успешным, общая схема ракеты была полностью проверена.*

В 1974 году подразделение Шанхайского 2-го электромеханического управления, занимающееся общим проектированием, начало разработку МБР на базе «Фэнбао-1» I. Чтобы снизить вес конструкции ракеты и повысить грузоподъемность, РН «Фэнбао-1» подвергли модернизации: оставив общую длину ракеты прежней, удлинили топливный бак, убрали запасную систему, использовали две схемы выключения; улучшили аэродинамическое качество головной части — после обратной закрутки вход в атмосферу проходил при нулевом угле атаки, решили вопрос непрерывной подачи топлива при обратной закрутке; применили способ разделения головной части на три блока после закрутки; улучшили систему управления; применили системный сетевой подход. В 1977 и 1978 годах успешно прошло два испытания «Фэнбао-1» II на низкой траектории полета. Так была заложена основа для проектирования термостойкой боеголовки МБР.

Запуск первого опытного образца РН «Фэнбао-1» состоялся 10 августа 1972 года и завершился успешно. 18 сентября 1973 года в 20:12 в центре запусков спутников Цзюцюань было проведено первое летное испытание «Фэнбао-1» I с экспериментальным спутником. Первая ступень ракеты отработала нормально, но из-за неполадки в верньерных двигателях второй ступени ракета потеряла управление и на 154-й секунде сработала система автоматического подрыва. 12 июля 1974 года в 21:56 было проведено второе летное испытание. Из-за того что тяга главного двигателя второй ступени сильно снизилась, скорость полета ракеты не достигла значения первой космической, и спутник не вышел на орбиту. В данном испытании первую проверку прошла схема баллистической паузы при работе двигателя второй ступени на малой тяге.**

26 июля 1975 года в 21:29:40.5 в Цзюцюане прошел третий запуск РН «Фэнбао-1», благодаря которому на заданную орбиту был выведен первый технологический экспериментальный спутник Китая. Параметры его орбиты: перигей — 186 км, апогей — 464 км. Агентство Синьхуа по этому случаю опубликовало передовую статью. ЦК КПК, Госсовет и Военный совет ЦК горячо поздравили всех разработчиков и участников запуска спутника. Иностранные новостные агентства одно за другим тоже освещали и обсуждали это событие: «Успешный запуск спутника сделал Китай на шаг ближе к испытанию МБР»***.

После использования «Фэнбао-1» I для запуска технологического экспериментального спутника ее главной миссией стали летные испытания на низкой траектории для проверки термостойкости боеголовки. Это была уже модификация «Фэнбао-1» II. 14 сентября 1977 года в 8:15:31 был запущен первый опытный образец ракеты по низкой траектории для проверки термостойкости боеголовки и измерения параметров среды. Реальная дальность падения боеголовки

* Там же.

** Лу Чжэнтин. История шанхайской космонавтики / Лу Чжэнтин, Ван Дэхун. — Шанхай: Изд-во Шанхайской академии общественных наук, 1997. — С. 162 (на кит. яз.).

*** Там же. — С. 163.

составила 948,891 км, что дальше теоретической на 13,120 и левее на 0,516 км. Испытание прошло успешно. 16 апреля 1978 года в 00:30:54 вторая ракета для испытаний по низкой траектории штатно прошла активный участок траектории, и в точке отключения прошло отделение головной части. Данное летное испытание было признано успешным.

Всего было изготовлено 4 экземпляра «Фэнбао-1»II. Кроме запуска двух ракет для проведения летных испытаний по низкой траектории, еще остались две запасные ракеты, которые предполагалось использовать для запуска спутников «Шицзянь-2». Для этого были решены вопросы размещения под головным обтекателем двух спутников, стыковки и двукратного отделения спутников от РН, а также стабильности РН при обеспечении требуемой прочности переходника РН-спутник. В результате модификации «Фэнбао-1»II была создана «Фэнбао-1»III: над приборным отсеком были установлены спутники «Шицзянь-2» и «Шицзянь-2А», а на раме двигателя второй ступени — спутник «Шицзянь-2В». Посредством увеличения числа тормозящих ракет обеспечивалась требуемая скорость отделения спутников, была точно спроектирована схема отделения и отрегулировано расположение тормозящих ракет, перигей орбиты повысили с 190 до 240 км, а апогей — с 381 до 1610 км.*

28 июля 1979 года в Цзюцюане впервые был проведен запуск сразу трех спутников («Шицзянь-2», «Шицзянь-2А» и «Шицзянь-2В») одной РН («Фэнбао-1»III). На 195-й секунде полета произошел отказ верньерных двигателей, снизилась скорость вращения турбин вплоть до остановки вращения, и запуск закончился аварией. 4 марта 1981 года 7-е министерство машиностроения созвало заседание, на котором были заслушаны результаты экспертизы 40 возможных причин аварии, связанных с узлами, приборами и оборудованием ракеты.**

18 августа 1981 года вторая ракета «Фэнбао-1»III была доставлена в Цзюцюань. 17 сентября была завершена третья финальная проверка на стартовой площадке. Утром 20 сентября в 5:28 стартовала РН со второй группой из трех спутников «Шицзянь-2», на 7-й секунде ракета совершила разворот в юго-восточном направлении, и на 440-й секунде три спутника отделились от ракеты и вошли на заданную орбиту. Все китайские газеты написали, что впервые одна РН успешно запустила три спутника; иностранные новостные агентства писали: «Это важное достижение — одно из направлений технического развития космической программы, еще один большой прорыв в китайской космической науке и технике»***

Запуск трех спутников с помощью «Фэнбао-1» означал, что китайская космонавтика сделала еще один шаг вперед, и Китай стал четвертым после СССР, США и Европейского космического агентства членом «клуба запусков нескольких космических аппаратов одной РН», что это вызвало большой резонанс на международной арене.**** В иностранных газетах было сказано: «Нет сомнений

* Чжу Илин. Процесс разработки «одной РН и трех спутников» // Путь молниеносного развития Китая. — Пекин: Изд-во «История культуры Китая», 1999. — С. 388 (на кит. яз.).

** Там же. — С. 389.

*** Лу Чжэнтин. История шанхайской космонавтики / Лу Чжэнтин, Ван Дэхун. — Шанхай: Изд-во Шанхайской академии общественных наук, 1997. — С. 364 (на кит. яз.).

**** Чжу Илин. Процесс разработки «одной РН и трех спутников» // Путь молниеносного развития Китая. — Пекин: Изд-во «История культуры Китая», 1999. — С. 390

в том, что Китай и далее будет усиливать развитие космической науки в мирных и военных целях! Что касается МБР с разделяющейся ядерной головной частью, то поскольку основным принципом и технологиями Китай уже овладел, то появление их у КНР — это уже только вопрос времени». Американский специалист Пакс в газете «Лос Анджелес Таймс» 21 сентября опубликовал статью, в которой указал, что «вчерашний запуск спутника показал еще и то, что у Китая есть возможность установить несколько боеголовок на только что успешно разработанную межконтинентальную ракету».*

3.4. Ракета-носитель «Чанчжэн-3»

«Чанчжэн-3» (условное наименование CZ-3) — тяжелая РН с широкой областью применения, которая используется для запуска геостационарных спутников. Ее грузоподъемность варьируется в зависимости от орбиты: она может вывести спутник связи весом около 1500 кг на переходную к геостационарной орбиту с перигеем 200–400 км, апогеем — приблизительно 36000 км. Овладение технологией запуска спутников связи синхронного позиционирования — большой прорыв в технологиях РН Китая. РН «Чанчжэн-3», будучи одной из важнейших в числе 5 основных структур, образующих систему геостационарной спутниковой связи, в апреле 1984 года вывела первый китайский экспериментальный спутник связи на заданную орбиту. Это означало, что китайские технологии РН стали одними из самых передовых в мире.

3.4.1. Проект «331»

В 1965 году Спецком ЦК утвердил создание спутниковой системы. 21 февраля 1970 года КОНТОП информировал, что спутники связи, соответствующее измерительное, испытательное, приемное и другое оборудование будут разрабатываться в Шанхае. В июне того же года Первая академия 7-го министерства машиностроения и Китайская исследовательская академия космических технологий организовали коллективы для исследования новых технологий РН и спутников связи. 9 ноября 1970 года КОНТОП поручил 7-му министерству машиностроения созвать совещание для обсуждения общего проекта спутника связи «Дунфанхун-2». Из-за плотного графика выполнения других задач работа шла медленно.**

11 февраля 1974 года 7-е министерство машиностроения созвало плановое совещание на 1974 год, на котором была обозначена цель научных исследований и производства — «Пять ракет и три спутника», включая спутник связи «Дунфанхун-2». 19 мая Чжоу Эньлай утвердил разработку спутника связи:

(на кит. яз.).

* Влияние иностранных государств, Гонконга и Тайваня на оборонную технику, науку и промышленность Китая // Справочные материалы КОНТОП. — Пекин: Издательство НОАК, 1993. — С. 435 (на кит. яз.).

** Лу Чжэнтин. История шанхайской космонавтики / Лу Чжэнтин, Ван Дэхун. — Шанхай: Изд-во Шанхайской академии общественных наук, 1997. — С. 166 (на кит. яз.).

«Сначала надо утвердить курс на скоординированное производство спутника связи и его применение, затем распределить работы, составить программу и стимулировать скорейшее выполнение».* В июне Госплан созвал заседание, на котором были распределены работы по спутнику связи: строительство стартовой площадки и организацию системы управления и измерений поручили КОНТОП, разработку спутника — 7-му министерству машиностроения. В сентябре 7-е министерство машиностроения провело обсуждение проекта спутника связи. 17 февраля 1975 года Госплан и КОНТОП совместно представили «Доклад о вопросах развития спутников связи в Китае» на утверждение ЦК КПК. 31 марта на 8-м заседании ПК Военного совета ЦК вышеуказанный доклад был принят и передан в ЦК КПК. Мао Цзэдун и Чжоу Эньлай этот доклад одобрили. С тех пор проект системы спутниковой связи, включающей 5 больших систем: спутник связи, РН, стартовую площадку, систему управления и измерений и наземную станцию связи — официально включили в государственную программу и назвали проектом «331». Руководство проектом поручили КОНТОП. В сентябре 1977 года проект «331» был причислен к ключевым государственным задачам.

В октябре 1977 года КОНТОП и 7-е министерство машиностроения созвали совещание, в котором приняли участие представители из провинций Сычуань, Шэньси, Цзянсу, Хубэй, автономного района Внутренняя Монголия, городов Пекин и Шанхай. Было принято решение использовать в качестве РН жидкостную трехступенчатую ракету: первую и вторую ступень ракеты предполагалось проектировать на базе жидкостной ракеты дальнего радиуса действия, третью ступень также сделать жидкостной с использованием криогенного водородно-кислородного топлива. Разработку ракеты (тогда ее называли «Чанчжэн-2В») поручили Первой академии 7-го министерства машиностроения и Шанхайскому 2-му электромеханическому управлению, общее проектирование и разработку третьей ступени — Первой академии, разработку первой и второй ступени, большинства приборов системы управления, телеметрии, слежения, безопасности и наземных испытаний и управления — 2-му электромеханическому управлению. 3 декабря КОНТОП провел заседание в Пекине, на котором был рассмотрен общий проект РН, уточнено распределение задач и место производства.**

Проект «331» состоял из пяти систем: спутника связи «Дунфанхун-2», РН, а также систем измерения, управления, связи и запуска. Чтобы ускорить ход выполнения проекта, в декабре 1977 года 7-е министерство машиностроения приняло решение проводить общее проектирование РН «Чанчжэн-3» в Первой академии с участием Шанхайского 2-го электромеханического управления, производство первой и второй ступени поручить 2-му электромеханическому управлению, разработку третьей — Первой академии, а жидкостных двигателей первой и второй ступени — базе 067.

* Чжу Линьюань. Рождение кислородно-водородного двигателя / Чжу Линьюань, Чжу Наошуань // Путь молниеносного развития Китая. — Пекин: Изд-во «История культуры Китая», 1999. — С. 429 (на кит. яз.).

** Лу Чжэнтин. История шанхайской космонавтики / Лу Чжэнтин, Ван Дэхун. — Шанхай: Изд-во Шанхайской академии общественных наук, 1997. — С. 166 (на кит. яз.).

3.4.2. Обсуждение общего проекта

Еще в 1970 году КОНТОП поручил 7-му министерству машиностроения изучить проект «Три спутника и одна лодка» и утвердил, что РН для «Дунфанхун-2» будет представлять собой МБР с добавлением ступени или глобальную ракету. Чтобы увеличить грузоподъемность, 1-е управление Первой академии 7-го министерства машиностроения, НИИ № 11 и другие предприятия после глубокого исследования проекта предложили добавить к МБР третью криогенную кислородно-водородную ступень. Так было составлено два общих проекта.

По аналитическому докладу общего проектного управления Первой академии от июня 1973 года, если на МБР установить третью ступень с обычным топливом, то грузоподъемность для запуска спутника связи составит лишь 275 кг, а если создать криогенную третью ступень, то можно запустить спутник связи весом 550 кг. Разница очень существенная. Однако на программном совещании 7-го министерства машиностроения 6–13 августа в Таншане было предварительно решено использовать МБР + третья ступень на привычном долгохранимом жидком топливе.

В августе 1974 года 7-е министерство машиностроения провело заседание под условным наименованием «748», на котором еще более подробно обсуждали проект РН. По поводу первой и второй ступени споров практически не было, научно-технические работники спорили лишь насчет того, что использовать в двигательной установке третьей ступени: новый двигатель на жидком кислородно-водородном топливе или обычный ЖРД. Одни считали, что, так как в Китае еще нет кислородно-водородного двигателя и уровень криогенных технологий не очень высок, в процессе разработки возникнет много больших проблем с материалами, оборудованием и технологиями. Другие считали, что, хотя в разработке обычного ЖРД имеется большой опыт, технических сложностей мало и цикл разработки короткий, с точки зрения функций и перспектив у кислородно-водородного двигателя гораздо больше преимуществ.*

На заседании у обоих проектов были сторонники и противники, и никто не хотел уступать. В результате было решено вести одновременную работу по двум проектам.** 21 ноября 7-е министерство машиностроения назвало ракету, состоящую из МБР и обычной третьей ступени, «Чанчжэн-2А», а РН с водородно-кислородной третьей ступенью — «Чанчжэн-2В». В обычном проекте было меньше технических сложностей, временные затраты также были меньше, но из-за ограниченной грузоподъемности такая РН имела меньше перспектив; с низкотемпературным проектом все было наоборот. По времени обычный проект шел немного впереди.

Так как предварительные исследовательские работы по кислородно-водородного двигателя шли удачно, было проведено испытание камеры сгорания, клапанов и 4 стендовых испытания двигателя, поэтому на обсуждении проек-

* Чжу Линьюань. Рождение кислородно-водородного двигателя / Чжу Линьюань, Чжу Наошуань // Путь молниеносного развития Китая. — Пекин: Изд-во «История культуры Китая», 1999. — С. 429 (на кит. яз.).

** Сяо Жун. Небесный путь: известный космический специалист Жэнь Синьминь. — Пекин: Изд-во НОАК, 1999. — С. 175 (на кит. яз.).

та «331» 2 февраля 1976 года КОНТОП решил отдать приоритет проекту кислородно-водородного двигателя, а третья ступень на долгохранимых компонентах топлива стала запасным проектом. В период с 15 июля по 12 августа 1976 года на общем координационном собрании проекта «331» КОНТОП утвердил, что первая и вторая ступень РН будут созданы на базе модификации «Дунфэн-5», а в качестве двигательной установки третьей ступени будет взят новый кислородно-водородный двигатель с двукратным запуском. Так, на переходную к геостационарной орбиту можно будет вывести спутник связи весом 1300–1500 кг. Этот проект удовлетворял тогдашним требованиям и учитывал перспективы развития.

28 декабря 1977 года вышеуказанные РН были переименованы 7-м министерством машиностроения: «Чанчжэн-2В» переименовали в «Чанчжэн-3» (условное наименование — CZ-3); а «Чанчжэн-2А» — в «Чанчжэн-3А» (условное наименование — CZ-3А).

После того как кислородно-водородный проект был утвержден, снова возникли проблемы. В январе 1978 года во время стендового испытания кислородно-водородного двигателя произошел взрыв, в результате которого более десяти человек получили ранения. В марте того же года, когда регулировали испытательный стенд для насоса системы подачи водорода, снова случился большой пожар.* В связи с этим в Шанхайской гостинице «Яньань» провели рабочее совещание, протокол которого переделали в доклад руководству КОНТОП. В итоге основным проектом снова стала третья ступень на долгохранимых компонентах топлива, а кислородно-водородный двигатель стал второстепенным.

После того как Жэнь Синьминь, вернувшись из Японии, узнал эту новость, он сразу же прибыл в КОНТОП на встречу с заместителем председателя Ма Цзе. Он сказал: «И обычный двигатель, и кислородно-водородный двигатель могут запустить спутник связи. Но из-за непрерывного развития космических технологий кислородно-водородный двигатель рано или поздно придется разрабатывать. А раз придется, лучше сделать это как можно раньше. К тому же, у нас есть условия и возможности, мы обязательно сможем это сделать. Зачем держаться старого и не двигаться вперед!» После этого руководство КОНТОП приняло решение: сделать кислородно-водородный двигатель первым проектом, а проект обычного двигателя — вторым. Так определилась судьба кислородно-водородного двигателя. История про то, как Жэнь Синьмин спас судьбу кислородно-водородного двигателя, стала легендой в китайских космических кругах.**

Основные технические параметры «Чанчжэн-3»***: длина — 44,86 м, диаметр — 3,35 м, взлетная масса — 204,88 т, взлетная тяга — 2961,6 кН, грузоподъемность при выводе на геостационарную переходную орбиту — 1600 кг.

* Чжу Линьюань. Рождение кислородно-водородного двигателя / Чжу Линьюань, Чжу Наошуань // Путь молниеносного развития Китая. — Пекин: Изд-во «История культуры Китая», 1999. — С. 430 (на кит. яз.).

** Сяо Жун. Небесный путь: известный космический специалист Жэнь Синьминь. — Пекин: Изд-во НОАК, 1999. — С. 176–177 (на кит. яз.).

*** Чэнь Гохуа. РН «Чанчжэн-3» // Китайская космонавтика. — 1998. — № 3 (на кит. яз.).

3.4.3. Решение главных технических проблем

Первая и вторая ступени «Чанчжэн-3» так же, как и «Чанчжэн-2» и «Фэнбао-1», были разработаны на базе МБР, поэтому их технические характеристики были очень схожи с «Чанчжэн-2» и «Фэнбао-1». В третьей ступени использовали кислородно-водородный двигатель с передовыми характеристиками, но это вызвало большие технические сложности. В процессе разработки «Чанчжэн-3» самой сложной технической задачей стала разработка Кислородно-водородного двигателя.

Кислородно-водородный двигатель — новый жидкостный ракетный двигатель, который в мире начали разрабатывать в начале 60-х годов XX века. Он отличается лучшими характеристиками и применением передовых технологий: продукты горения не содержат ядов, удельный импульс в вакууме может достигать 420–470 с, что на 50 % больше по сравнению с ЖРД на долгохранимых компонентах топлива. НИИ механики АН Китая начал исследование, анализ и испытания кислородно-водородного двигателя еще в конце 50-х годов XX века. 24 ноября 1964 года успешно прошло первое испытание прожига ракетного двигателя с кислородно-водородным топливом тягой 500 кг продолжительностью более 20 с, что означало большой технический прорыв в разработке высокофункционального ракетного двигателя. В апреле 1964 года КОНТОП принял решение о передаче всех результатов исследований и технических материалов Пятой академии.* В 60-е годы НИИ № 11 Первой академии тоже начал исследования кислородно-водородного двигателя. В начале 70-х годов были начаты предварительные работы. В 1971 году провели испытания изготовленных камер сгорания кислородно-водородных ЖРД тягой 800 кг и 4 т. В мае 1975 года кислородно-водородный двигатель тягой 2,5 т прошел многократные стендовые испытания продолжительностью 20 с, продемонстрировавшие слаженную работу всех узлов, реализуемость проекта и предоставившие данные для формулирования общего проекта «Чанчжэн-3».**

Первая академия 7-го министерства машиностроения начала исследования кислородно-водородного двигателя в марте 1965 года. Тогда НИИ ЖРД, входящий в состав академии, создал исследовательскую группу для предварительного изучения кислородно-водородного двигателя. Главной задачей группы было изучение вопроса, сбор материалов и проведение некоторых исследовательских работ. После успешного запуска спутника «Дунфанхун-1» 13 июня 1970 года КОНТОП приказал 7-му министерству машиностроения быстро организовать группу для активного исследования кислородно-водородного двигателя. Заместитель директора Первой академии 7-го министерства машиностроения Лу Цинцзюнь, руководствуясь указаниями КОНТОП, поручил НИИ ЖРД (НИИ № 11) и экспериментальной станции № 101 заниматься предварительным изучением кислородно-водородного двигателя и планировать перестройку испытательного стенда № 2. 16 января 1971 года было проведено огневое испытание камеры сгорания кислородно-водородного ЖРД, прожиг прошел успешно, тяга

* Великие события в истории Академии наук Китая, 1961: www.cas.ac.cn/index/ou/index.htm

** Современная китайская космонавтика / Под ред. Чжан Цзюнь. — Пекин: Изд-во Китайской академии общественных наук, 1986. — С. 218 (на кит. яз.).

составила 7,84 кН. В начале 1973 года Первая академия предложила активно вернуть разработку кислородно-водородного двигателя.

Для изучения кислородно-водородного двигателя НИИ двигателей Первой академии разработал стендовый образец камеры сгорания тягой в несколько сотен килограммов и однетрубную камеру сгорания кислородно-водородного двигателя тягой несколько тонн, провел много испытаний и получил много ценных результатов. Это сильно подбодрило научно-технических работников и прибавило уверенности в успехе разработки двигателя.

В подготовительной работе возникла одна большая техническая проблема — турбонасос. Как и в других двигателях, разработка турбонасоса является неотъемлемой частью. Научно-технические сотрудники в короткие сроки создали на базе имеющегося стенда для испытаний турбонасосов криогенный высокоскоростной испытательный стенд. Что касается разработки водородного насоса, то сначала были опасения о чрезмерной сложности стоящих задач. После успешного проектирования появились проблемы с испытательным оборудованием. Главная сложность — вопросы проведения испытаний. Результатом долгих размышлений стало создание «полусистемы жидкого водорода». Если проводить испытания водородной системы с помощью этого стенда, можно не только измерить величину напора, но и проверить адиабатические характеристики, предварительное захлаживание, слаженность работы водородных клапанов и др. В период с марта по апрель 1974 года на этом стенде успешно прошло первое испытание насоса для системы подачи жидкого водорода.*

Криогенная технология — очень сложная технология, для полного овладения которой требовалось приложить огромные усилия, а иногда и рисковать жизнью. В январе 1978 года во время одного из испытаний произошел сильный взрыв. Из научно-технических работников, участвовавших в испытании, десять получили травмы. В марте того же года во время отладки испытательного стенда водородного насоса снова произошел сильный пожар — языки пламени достигали более десяти метров в высоту. Анализ причин аварии позволил получить информацию по технологиям безопасного обращения с жидким и газообразным водородом и предотвращению взрывов.**

В процессе разработки кислородно-водородного двигателя был решен ряд технических вопросов, касающихся турбонасоса, герметичности при низких температурах, вторичного синхронного резонанса турбонасоса, запуска двигателя под давлением. Также в области проектирования, производства, испытаний, измерений и материалов были получены существенные технические результаты: разработан высокоскоростной кислородно-водородный турбонасос, низкотемпературный высокоскоростной подшипник, отработаны технологии герметичности при низкой температуре и технологии «сухой» пленочной смазки турбины, использован метод колебаний противодействия, разработаны мягкие трубопроводы, применимые при колебаниях высокого и низкого давления и спроектировано их расположение; использован инжектор с зазорами между

* Чжу Линьюань. Рождение кислородно-водородного двигателя / Чжу Линьюань, Чжу Наошуань // Путь молниеносного развития Китая. — Пекин: Изд-во «История культуры Китая», 1999. — С. 428 (на кит. яз.).

** Там же. — С. 430.

концентрическими окружностями; спроектированы низкотемпературные автоматические устройства, отработаны технологии герметизации, разработан электропневматический клапан, который может работать в условиях низкой температуры; отработана технология запуска без предварительного захлаживания камеры сгорания. В области материалов использовали уплотненные панели из нержавеющей стали, решили проблему температурной деформации инжектора камеры двигателя; изготовили камеру из металлов с хорошими низкотемпературными характеристиками; разработали низкотемпературные герметичные конструкционные материалы, низкотемпературные статические герметичные и статические герметичные материалы, устойчивые к одновременному воздействию высокого давления, высокой и низкой температуры и т. д. Эти технологии создали прочную базу для разработки последующих моделей кислородно-водородного двигателя.*

3.4.4. Разработка и запуск

В марте 1978 года было завершено общее проектирование «Чанчжэн-3» и начато создание макета. Все системы ракеты были разработаны к концу 1980 года. В 1978 году завод № 211 начал производство отдельных систем макета двигателя. В конце года на испытательном образце провели пять стендовых испытаний небольшой продолжительности. Но из-за недостаточной прочности подшипника и шестерни успешно прошли только два испытания. После внесения изменений в конструкцию в период с 1979 по 1980 год были проведены испытания продолжительностью 500 и 800 с с двукратным включением и в условиях качания. После дополнительных изменений конструкции прошли испытания на большой тяге, в условиях качания, большой продолжительности, с двукратным включением (800 + 700 с). Посредством доработки макета были решены вопросы медленного зажигания двигателя, падения нижней крышки парогазогенератора и др. В итоге все требования по прочности двигателя были удовлетворены.

Успешно прошли взрывные испытания межбаковой сотовой перегородки на макете бака третьей ступени, бака с жидким кислородом и бака с жидким водородом, испытания при увеличении давления в баке с жидким водородом, взрыва бака с жидким водородом в условиях добавления водорода, испытания на герметичность бака жидкого водорода при добавлении жидкого водорода и межбаковой перегородки в условиях вакуума, исследования колебания жидкости в баке и характеристик демпфирования. В итоге проект доказал свою реализуемость.

В период с ноября 1978 по апрель 1979 года для проверки систем управления, телеметрии и слежения ракеты провели полусистемное испытание двигателя управления угловым положением (YF-80) и 3 стендовых испытания всей системы, все они закончились успехом. В сентябре 1979 года успешно прошло моделирующее испытание форсунок двигателя системы управления угловым положением третьей ступени на этапе баллистической паузы. В сентябре 1979 года комплект макета системы управления был готов, с февраля по август

* Современная китайская космонавтика / Под ред. Чжан Цзюнь. — Пекин: Изд-во Китайской академии общественных наук, 1986. — С. 220 (на кит. яз.).

1980 года проведены комплексные испытания макета и утверждены технические характеристики бортовых и наземных приборов. В феврале 1980 года начались комплексные испытания макета системы телеметрии, которые длились три месяца. В марте 1981 года во время проверки точности передачи параметров изменения скорости в системе телеметрии обнаружилось, что значения параметров делителя амплитудно-импульсной модуляции в комплексной системе телеметрии были слишком большими, что вызывало угловые ошибки. Для устранения погрешностей была проведена доработка делителя. В январе 1980 года прошли комплексные испытания макета системы слежения и безопасности, а в сентябре 1980 года в Шанхае — испытание на совместимость систем управления, телеметрии и слежения. В ноябре все испытания, которые длились два месяца, успешно завершились.*

Чтобы повысить надежность конструкции двигателя второй ступени, были проведены многочисленные стендовые испытания в поисках слабых мест конструкции, в результате совершенствовали кавитационные патрубки, увеличили прочность сварных швов камеры сгорания. Также сделаны сварными соединения трубопроводов двигателя. В процессе пяти успешных испытаний продолжительностью 600 с была значительно повышена надежность двигателя второй ступени.

В период с сентября 1980 по октябрь 1981 года прошли продольные, горизонтальные вибрационные испытания «Чанчжэн-3». Горизонтальное вибрационное испытание — это определение посредством технологии многоточечного моделирования максимальной величины резонанса и подробное изучение связей активной и мнимой составляющих, определение модели в соответствии с условиями фазового резонанса и получение данных из результатов моделирующего испытания с использованием подслащенной воды. В результате продольных вибрационных испытаний путем случайного и синусоидального ударного возбуждения был получен большой массив данных по упругой вибрации, частоте, углу наклона для проектирования системы стабилизации и данные для проектирования положения гиракселерометра, изучены продольные модельные параметры и свойства распространения колебаний по конструкции ракеты. Так была создана база данных для анализа стабилизации POGO и выбора параметров аккумулятора давления, что также помогло в решении проблемы низкочастотных колебаний.

В декабре 1980 года были проведены комплексные испытания осевой нагрузки, внутреннего давления и изгибающего момента для топливного бака реальных размеров в условиях жидкого водорода и разрушающие испытания в условиях жидкого азота, все они показали соответствие параметров проектным требованиям. В сентябре прошли статические испытания головного обтекателя. В июне 1981 года прошло 8 комплексных испытаний: 3 — на определение скорости и объема испарения; распределения температур, измерения коэффициента адиабаты, технологий заправки, отклонения положения и напряжений, которые показали, что метод изоляции реализуем и теплоизоляционные свойства межбаковой перегородки отвечают требованиям.

* Лу Чжэнтин. История шанхайской космонавтики / Лу Чжэнтин, Ван Дэхун. — Шанхай: Изд-во Шанхайской академии общественных наук, 1997. — С. 182 (на кит. яз.).

На этапе разработки опытного образца прошли стендовые испытания двигателей третьей ступени — испытание всей двигательной системы в условиях соединения двигателей третьей ступени с корпусом ракеты и трубопроводами. Всего таких испытаний прошло 4. Во время второго испытания из-за утечки газа в редукторе двигатель автоматически выключился на 366,7 с — испытание закончилось неудачей. Во время третьего и четвертого испытания в результате повышения давления произошло воспламенение. Впоследствии все возникшие проблемы были решены.

После данных испытаний для проверки скоординированности и надежности работы всех систем третьей ступени были проведены два испытания всей системы ракеты, при этом осуществлялся запуск двигателей только третьей ступени. В мае 1983 года во время первого испытания проблемы воспламенения при повышении давления не возникло. Но за 100 с до окончания испытания в приборостроительном отсеке и под обтекателем возникло сильное пламя, и двигатель пришлось срочно отключить. В результате исследований и испытаний пришли к выводу, что причиной стала плохая герметичность подшипника кислородного насоса двигателя: кислород проник в изолированное пространство, заполненное водородом, и случилось возгорание, что и привело к пожару в приборостроительном отсеке и под обтекателем. Для предотвращения подобной ситуации было решено разнести системы поступления водорода и кислорода. В августе второе испытание всей системы прошло успешно.*

Комплексное испытание первого комплекта макета системы управления, начатое в феврале 1982 года и продлившееся 154 дня, ознаменовало завершение общей проверки, трех циклов отладочных испытаний и 8 циклов испытаний на стабильность по 13 темам. Испытания показали рациональность проектирования бортовой и наземной систем, стабильность системных параметров и слаженность работы. В мае успешно прошли комплексные испытания макета системы слежения. После завершения вышеуказанных испытаний трех систем в июле 1982 года начались испытания на их совместимость, которые благополучно завершились в августе.

После завершения разработки опытного образца «Чанчжэн-3» развернулась работа по экспертизе проекта. Ее организовала группа конструкторов при помощи органов контроля качества. Предприятия-разработчики представили доклад и пригласили специалистов и работников предприятий, занимавшихся производством и испытаниями, чтобы совместно проверить и оценить качество продукции на данном этапе. В феврале 1981 года было создано 8 оценочных групп, которые должны были рассмотреть 42 конструкторских проекта. В процессе экспертизы большинство проектов, особенно проекты повышенной сложности, проекты, в которых полет нельзя было моделировать в наземных условиях, и проекты, требующие больших комплексных испытаний, лично оценивали генеральные конструкторы. Посредством оценки проекта опытного образца конструкторская работа была во многом улучшена. Экспертиза полностью завершилась в конце 1983 года.

Приемочные испытания всех систем первой ракеты «Чанчжэн-3» начались в мае 1983 года и завершились в июле. Продукция, прошедшая испытания, по-

* Современная китайская космонавтика / Под ред. Чжан Цзюнь. — Пекин: Изд-во Китайской академии общественных наук, 1986. — С. 226 (на кит. яз.).

ступила на комплексную сборку на завод № 211. В ходе приемочных испытаний в системе управления было обнаружено 8 дефектов, которые привели к замене 3 приборов на ракете; в системе телеметрии обнаружили 5 дефектов и заменили четыре прибора; в системе слежения и безопасности — 4 дефекта, заменили 2 прибора. Большая часть проблем, возникшая в процессе испытаний, была решена. Часть оставшихся проверок нужно было продолжать на космодроме.*

Испытания «Чанчжэн-3» со спутником (всего 2) проводили на космодроме Сичан. Первое испытание началось в марте 1982 года: провели комплексные испытания систем управления, телеметрии, слежения и безопасности и общую проверку, а также испытание систем дозаправки водорода и кислорода. Все прошло успешно. В сентябре 1983 года прошло второе испытание — комплексное испытание спутника, ракеты и наземного оборудования, а также станций приема телеметрии и слежения всего региона, центра управления, морских судов системы управления. Главным образом выполняли заправку топливом и сжатыми газами, проверяли утечку, осуществляли подъем РН, стыковку, вертикализацию, раскрытие ферм башни обслуживания, разъединение топливозаправочных и газовых магистралей, отработку схем работы и сверку команд, проверку системы управления, телеметрии и слежения, общую проверку трех полетных схем, моделирующий полет, сверку с мировым временем, связь и др. В октябре испытания завершились.

29 января 1984 года в 20:24 стартовала первая ракета «Чанчжэн-3». Первая и вторая ступени отработали штатно. Первое включение двигателя третьей ступени и его выключение тоже прошли нормально. Спутник вышел на промежуточную орбиту высотой 400 км. После баллистической паузы нужно было осуществить второе включение. После него повысилось давление в камере сгорания. Кривая давления продержалась на 90%-ном уровне 3 с, затем давление упало до нулевой отметки. Оценка приращения скорости полета ракеты показала, что двигатель потерял тягу, но система управления ориентацией работала нормально. На 1245-й секунде программно-временное устройство дало команду на разделение спутника и ракеты. В данной ситуации по программе испытаний нужно было переходить к плану В. Посредством системы управления осуществили зажигание апогейного двигателя, и спутник вышел на орбиту с апогеем 6480 и перигеем 400 км. Были осуществлены испытания систем измерения положения спутника, стабилизации, связи, радиовещания и телевещания. Хотя первый запуск прошел неудачно, но РН, спутник и система управления запуском прошли испытания, что заложило основы для успешного запуска экспериментального спутника связи.**

Летные испытания первой ракеты показали недоработки в проектировании. Посредством анализа, подсчетов, оценки и испытаний был найден корень всех проблем — во время второго включения кислородно-водородного двигателя произошла авария, причиной которой могла быть одна из двух: 1) из-за низкого давления в верхних слоях атмосферы была достигнута тройная точка состояния,

* Лу Чжэнтин. История шанхайской космонавтики / Лу Чжэнтин, Ван Дэхун. — Шанхай: Изд-во Шанхайской академии общественных наук, 1997. — С. 183 (на кит. яз.).

** Современная китайская космонавтика / Под ред. Чжан Цзюнь. — Пекин: Изд-во Китайской академии общественных наук, 1986. — С. 229 (на кит. яз.).

что привело к образованию твердых кислородных частиц, произошел взрыв и разрушение конструкции; 2) при баллистической паузе из-за низкой гравитации возникло двустороннее течение, приведшее к прогару и прекращению вращения турбины. Так как в апреле заканчивалось время «пускового окна», вся подготовка ко второму запуску «Чанчжэн-3», включая анализ аварии, модернизацию агрегатов, испытания, установку доработанного оборудования, измерения параметров и т. д., нужно было завершить к концу марта.* В ходе долгих обсуждений составили проект устранения дефектов конструкции. На подсистеме двигателей третьей ступени установили обходную систему, чтобы гарантировать неизменность коэффициента смещения во время обоих включений; увеличили время предварительного захлаживания двигателя третьей ступени перед включением, чтобы максимально снизить температуру нагреваемых элементов; к подсистеме двигателей добавили систему продувки гелием для очищения системы от газов.** Все эти изменения стали вносить одновременно в Пекине и Цзюцюане и завершили работу к 26 марта. В итоге было достигнуто полное соответствие параметров требуемым значениям.***

8 апреля 1984 года в 19:20 стартовала вторая ракета «Чанчжэн-3». Она летела по заданной схеме, все бортовые приборы работали нормально. Через 13 минут после старта спутник связи «Дунфанхун-2» точно вышел на переходную орбиту. В первые три часа нахождения спутника на данной орбите две станции слежения в Вэйнане и Миньси определили местоположение спутника и перевели его в состояние включения апогейного двигателя, бортовые системы работали нормально. 10 апреля в 8:47 была дана команда на запуск апогейного двигателя, в результате работы которого спутник вышел на квазистационарную орбиту. Затем была дана управляющая команда, и в соответствии с заданной скоростью спутник начал дрейф в сторону заданной орбитальной позиции. 16 апреля 1984 года в 18:27:57 первый китайский экспериментальный спутник связи «Дунфанхун-2» успешно достиг точки 125° восточной долготы. Бортовое оборудование работало хорошо, направленные антенны были развернуты в сторону Земли, бортовые транспондеры подготовлены к переходу в режим опытной эксплуатации.****

Запуск геостационарного спутника — важная веха в китайской космонавтике, которая ознаменовала вступление Китая в ряды стран, обладающих способностью запускать геостационарные спутники.***** Были достигнуты следующие прорывы: ракета смогла запустить спутник весом 1430 кг на геопереходную орбиту высотой 36 000 км; был использован высокофункциональный криогенный кислородно-водородный двигатель; была решена техническая задача второго включения кислородно-водородного двигателя в условиях невесомости. Все это показало высокий уровень китайских технологий РН.

* Шэнь Синьсунь. «Чанчжэн-3» открывает двери в мир // Путь молниеносного развития Китая. — Пекин: Изд-во «История культуры Китая», 1999. — С. 472–474 (на кит. яз.).

** Ван Чжижэнь. 70 суток разработки водородно-кислородного двигателя // Путь молниеносного развития Китая. — Пекин: Изд-во «История культуры Китая», 1999. — С. 535–536 (на кит. яз.).

*** Современная китайская космонавтика / Под ред. Чжан Цзюнь. — Пекин: Изд-во Китайской академии общественных наук, 1986. — С. 231 (на кит. яз.).

**** Там же. — С. 353.

***** Там же. — С. 232.

3.4.5. Модернизация «Чанчжэн-3»

После успешной разработки «Чанчжэн-3» была запущена шесть раз. 7 апреля 1990 года во время седьмого запуска «Чанчжэн-3» успешно вывела на заданную орбиту спутник «Синосат-1». Он стал первым изготовленным за рубежом спутником, запущенным Китаем, и ознаменовал выход китайских РН на международный рынок. Однако с увеличением емкости и ресурса спутников связи грузоподъемность «Чанчжэн-3» уже не могла удовлетворять потребностям заказчиков.

Еще после первого запуска «Чанчжэн-3» специалисты Первой академии начали обдумывать пути технического развития и конструкторский проект новой ракеты. Так, в начале 1985 года была предложена следующая концепция развития на основе «Чанчжэн-3»: заново спроектировать третью ступень; добавить жидкостные ускорители к первой ступени; сначала отработать базовый блок, а затем после успешных испытаний добавить связку из нескольких стартовых ускорителей.* Результат модернизации третьей ступени привел к рождению «Чанчжэн-3А». 31 марта 1986 года ЦК КПК утвердил начало разработки «Чанчжэн-3А». Но из-за того, что в 1988 году началась работа над «Чанчжэн-2Е», Первая академия направила основные силы на эту модель, и темпы разработки ракеты «Чанчжэн-3А» замедлились.**

Для ракеты «Чанчжэн-3А» была заимствована конструкция первой и второй ступени ракеты «Чанчжэн-3» с небольшими изменениями. Третья ступень была разработана заново с использованием многочисленных передовых технологий. Это цифровая компактная система управления, четырехрамная жесткая платформа, кислородно-водородный двигатель большой тяги, система наддува холодным гелием, система расхода топлива, приводимый в движение водородом сервомеханизм и т. д. Из-за увеличения длины ступеней и обтекателя общая длина ракеты увеличилась приблизительно на 8 м. Посредством модернизации грузоподъемность увеличилась до 2,6 т при выводе на переходную к геостационарной орбиту.

Двигатель третьей ступени — это новый кислородно-водородный двигатель YF-75. С 1989 года начались его стендовые испытания, общая продолжительность которых к январю 1993 года составила всего 22 065 с, включение было выполнено 67 раз, в результате время безаварийной работы увеличилось в 6 раз. Двигатель YF-75 состоит из двух отдельных параллельно соединенных двигателей. Каждый из двигателей представляет собой самостоятельно функционирующую систему с качанием в обе стороны. В двигателе использован метод парогазогенератора, когда два пневматических турбонасоса снабжают камеру двигателя жидким водородом и жидким кислородом. Двигатель может включаться два раза, для запуска турбонасоса используется твердый пороховой взрыватель, зажигание осуществляется за счет твердого пировоспламенителя, время баллистической паузы между включениями не ограничено. Двигатель состоит из камеры сгорания, парогазогенератора, турбонасоса, клапанов и сборочных элементов.

* Лун Лэхао. Вступающие в новый век РН «Чанчжэн-3А» // Путь молниеносного развития Китая. — Пекин: Изд-во «История культуры Китая», 1999. — С. 489 (на кит. яз.).

** Там же. — С. 490.

8 февраля 1994 года успешно прошло первое летное испытание «Чанчжэн-3А». Спутник связи «Дунфанхун-3» и экспериментальный спутник «Куафу-1» (KF-1) были выведены на заданную орбиту. Затем 30 ноября 1994 и 12 мая 1997 года с помощью данной ракеты были запущены второй и третий спутники связи DFH-3.

Грузоподъемность ракеты «Чанчжэн-3А» по-прежнему была недостаточна и не соответствовала ежедневно растущим потребностям по запуску тяжелых спутников. Для решения этой проблемы была проведена отработка навесных стартовых ускорителей. Когда «Чанчжэн-3А» еще находилась на стадии разработки, на международный рынок коммерческих запусков уже начали активно продвигать ракеты с навесными стартовыми ускорителями — «Чанчжэн-3В» и «Чанчжэн-3С», то есть, к РН «Чанчжэн-3А» подсоединяются четыре и два жидкостных стартовых ускорителя, что доводит грузоподъемность при выводе на переходную к геостационарной орбиту до 5 т и 3,7 т, соответственно. В апреле 1992 года в штаб-квартире Международной организации спутниковой связи в Вашингтоне Китайская промышленная компания «Великая стена» подписала с этой организацией контракт, по которому китайская ракета «Чанчжэн-3В» в конце 1995 года должна была запустить спутник связи «Интелсат 7А», произведенный американской компанией «Спейс системс — Лорал», на переходную к геостационарной орбиту. 1 февраля 1993 года КОНТОП официально утвердил разработку «Чанчжэн-3В». Через три года, 15 февраля 1996 года, был проведен первый запуск. 20 августа 1997 года ракета «Чанчжэн-3В» успешно вывела на орбиту филиппинский спутник связи «Мабухай». Затем были запущены два спутника связи, изготовленные в США, и один — во Франции.*

«Чанчжэн-3С» — ракета, полученная путем добавления к ракете «Чанчжэн-3А» двух жидкостных стартовых ускорителей. По сравнению с ракетой «Чанчжэн-3В» у «Чанчжэн-3С» было только два отличия: количество стартовых ускорителей уменьшено на два и у них отсутствуют хвостовые стабилизаторы. Функции и конструкция первой, второй и третьей ступени полностью совпадают с «Чанчжэн-3В». Так, ее взлетная масса и грузоподъемность находятся в интервале между «Чанчжэн-3А» и «Чанчжэн-3В». Общие технические параметры: максимальная длина — 54,838 м, максимальный диаметр (с учетом стартовых ускорителей) — 8,45 м, взлетная масса — 345 т, взлетная тяга — 4442,4 кН, тяговооруженность — 1,31, масса полезной нагрузки при запуске на переходную к геостационарной орбиту — 3,7 т.

3.5. Ракета-носитель «Чанчжэн-4»

«Чанчжэн-4» (условное наименование — CZ-4) — большая трехступенчатая РН широкого применения, разработанная Шанхайской академией космической техники. До 1982 года ракета называлась «Синь Чанчжэн-3» (XCZ-3). Первая и вторая ступени были доработаны на основе МБР «Дунфанхун-5», а третья

* Лун Лэхао. Вступающая в новый век РН «Чанчжэн-3А» // Путь молниеносного развития Китая. — Пекин: Изд-во «История культуры Китая», 1999. — С. 491 (на кит. яз.).

ступень — новая разработка. Во всех ступенях ракеты используется топливная пара азотный тетраоксид и диметилгидразин (АТ-НДМГ), двигатель разработан базой 067. 7 сентября 1988 года РН «Чанчжэн-4» впервые вывела на орбиту метеоспутник «Фэнъюнь-1».

3.5.1. Задача и цели разработки

Еще в июне 1973 года Первая академия 7-го министерства машиностроения в «Справке о программе развития ракет класса “земля-земля” в 1980 году» в целях запуска спутника связи на геостационарную орбиту предложила два проекта: добавить к МБР жидкостную третью ступень на долгохранимых компонентах топлива или создать кислородно-водородный двигатель. В сентябре 1974 года 7-е министерство машиностроения провело обсуждение проекта спутника связи в Таншане, в ходе которого был принят курс на одновременную разработку обоих вариантов третьей ступени. В феврале 1976 года во время обсуждения общего проекта спутника связи и на координационном собрании по общему проектированию в июле было принято решение использовать кислородно-водородный двигатель в качестве третьей ступени в качестве первоочередного проекта, а применение обычного топлива в третьей ступени считать запасным проектом. 3 декабря 1977 года КОНТОП провел в Пекине заседание, на котором обсудили общий проект РН и уточнили распределение задач и место производства.* Заседание предложило продолжить реализацию запасного проекта и поручить это Шанхайскому 2-му электромеханическому управлению. Это и был проект «Чанчжэн-4».

В том же году Китай начал работать над проектом метеоспутника. В период с 17 ноября по 2 декабря 1977 года КОНТОП, исходя из указаний о запуске метеоспутника, содержащихся в утвержденном ЦК КПК докладе «Об указаниях по организации разработки стратегических ракет и ИСЗ, а также РН до 1980 года», провел в Шанхае обсуждение общего проекта метеоспутника «Фэнъюнь-1» (заседание № 7711). На заседании было указано, что создание метеоспутника имеет очень большое значение для обороны, народного хозяйства и метеорологических исследований, поэтому было принято решение скорейшим образом разработать собственную систему метеоспутников и развивать спутниковые метеорологические технологии. Проект метеоспутника под наименованием «Проект № 711» состоял из пяти больших систем: метеоспутника, РН, стартового комплекса, системы телеметрии и управления, приема и обработки данных. По распределению обязанностей разработка РН была передана в Шанхай.

В третьей декаде августа 1978 года КОНТОП созвал заседание, на котором было предложено использовать отработанные технологии в разработке безопасной и надежной РН, чтобы соответствовать потребностям запуска спутника. Эта ракета тоже была трехступенчатая, но топливом для всех ступеней было АТ/НДМГ. Шанхайскому 2-му электромеханическому управлению было поручено провести обсуждение проекта такой трехступенчатой ракеты.

* Лу Чжэнтин. История шанхайской космонавтики / Лу Чжэнтин, Ван Дэхун. — Шанхай: Изд-во Шанхайской академии общественных наук, 1997. — С. 166 (на кит. яз.).

После заседания 7-е министерство машиностроения пришло к выводу, что техническая сложность создания кислородно-водородной третьей ступени «Чанчжэн-3» слишком велика, поэтому, чтобы обеспечить своевременный запуск «Дунфанхун-2», было решено поручить Шанхаю разработать трехступенчатую ракету «Чанчжэн-4» с топливом АТ/НДМГ. Этот проект стал одним из пяти проектов под наименованием проект № 331. 15 февраля 1979 года КОНТОП провел в Шанхае обсуждение общего проекта «Синь Чанчжэн-3» (заседание № 215), на котором было принято, что «Чанчжэн-4» и «Чанчжэн-3» вместе рассматриваются в качестве РН для запуска спутника связи на геостационарную орбиту. Запуск «Дунфанхун-2» планировался на 1981 год. Так как на это время пришлось реконструкция народного хозяйства, темпы разработки ракеты значительно снизились.*

В 1982 году в утвержденных 7-м министерством машиностроения тезисах программы развития стратегических ракет и космических технологий на 1981–1990 годы было четко указано, что «Чанчжэн-4» должна вывести на орбиту «Дунфанхун-2», а также метеоспутник, технологический экспериментальный спутник, спутник исследования природных ресурсов Земли и т. д. Для запуска «Фэньюнь-1» требовалось сделать соответствующие изменения в «Чанчжэн-4», которая после модификации получила наименование «Чанчжэн-4А», условное наименование — CZ-4A. В октябре на созванном КОНТОП в Шанхае рабочем совещании по разработке «Чанчжэн-4», «Чанчжэн-4А» и спутника «Фэньюнь-1» (совещание № 8210) было выдвинуто требование запустить метеоспутник «Фэньюнь-1» в 1986 году.

Вслед за успешной разработкой «Чанчжэн-3» и запуском в апреле 1984 года «Дунфанхун-2» миссия «Чанчжэн-4» как участника проекта № 331 закончилась. Так как 7-е министерство машиностроения откорректировало планы создания спутника «Фэньюнь-1», какое-то время было неясно направление разработки «Чанчжэн-4А». Во второй половине 1985 года запуск спутника «Фэньюнь-1» стал ключевым проектом государственного седьмого пятилетнего плана. В октябре того же года КОНТОП созвал второе большое общее координационное совещание по проекту № 711. В конце года министерство космической промышленности созвало совещание по оценке проекта макета ракеты «Чанчжэн-4А». В начале 1986 года Шанхайское космическое управление представило министерству космической промышленности доклад «О задании по разработке РН “Чанчжэн-4А”», в котором содержались полные технические параметры, эскизный проект, ключевые технологии, распределение работ, сроки и смета. Затем доклад был передан КОНТОП. В августе Госсовет, Военный совет ЦК КПК в сообщении «Об утверждении задачи разработки метеоспутника “Фэньюнь-1”» ясно указали, что спутник «Фэньюнь-1» будет запускать ракета «Чанчжэн-4А». В то же время КОНТОП также одобрил разработку «Чанчжэн-4А». Чтобы обеспечить запуск РН в 1988 году, Шанхайское космическое управление составило план-график и в соответствии с ним выполняло все задания.**

* Лу Чжэнтин. История шанхайской космонавтики / Лу Чжэнтин, Ван Дэхун. — Шанхай: Изд-во Шанхайской академии общественных наук, 1997. — С. 188 (на кит. яз.).

** Там же. — С. 189.

3.5.2. Разработка и технические трудности

Взяв на себя задачу создания «Чанчжэн-3», Шанхайское 2-е электромеханическое управление сразу начало создавать коллектив разработчиков. В сентябре 1978 года состоялось обсуждение проекта трехступенчатой РН «Фэнбао-1». После заседания № 215 в феврале 1979 года для разработки РН привлекли заводы и НИИ, входящие в структуру управления, а также Восточнокитайский НИИ компьютерных технологий, базу 067 и более 310 предприятий-смежников со всего города. Для более четкого распределения работ были приняты меры по уточнению специализации предприятий и комплектации производств. Например, Шанхайский машиностроительный завод «Синьцзян» отвечал за общую разработку, создание телеметрической системы, системы наддува и части оборудования системы управления, проектирование, опытное производство, производство корпуса ракеты, а также сборку и испытания всей ракеты. После сентября 1979 года завод отвечал только за производство и стыковку конструкций первой и второй ступеней, дублирующий комплект клапанов и часть трубопроводов двигательной системы. Шанхайский машиностроительный завод «Синьсинь» отвечал за разработку двигателей первой и второй ступени и двигательную систему стабилизации и орбитального маневрирования. Затем разработка основных двигателей первой и второй ступеней была передана базе 067. В сентябре 1979 года Шанхайскому машиностроительному заводу «Синь Чжунхуа» поручили разработку базовой схемы, телеметрической системы, системы наддува и части оборудования системы управления, наземного оборудования, проектирование корпуса ракеты, опытное производство, производство корпуса ракеты и комплексные испытания.*

Поскольку РН «Чанчжэн-4» предназначалась в качестве дублирующего средства выведения для спутника связи «Дунфанхун-2», при ее проектировании учитывались технические параметры данного спутника: вес — 900 кг, перигей орбиты — 400 км, апогей — 35786 км, наклонение — 31,5°. С октября 1982 года для «Чанчжэн-4А» ставится задача запуска спутника «Фэнъюнь-1» со следующими параметрами: масса — 675 кг, высота круговой орбиты — 901 км, наклонение — 99°, период обращения — 102,86 минут. Требования к точности запуска метеоспутника: отклонение высоты орбиты ± 40 км, отклонение эксцентриситета — менее 0.005, отклонение угла наклона орбиты $\pm 0,12^\circ$, отклонение периода обращения ± 12 с.**

РН «Чанчжэн-4» создана на базе МБР с добавлением третьей ступени на долгохранимых компонентах топлива, поэтому топливом для всех ступеней являются азотный тетраоксид и диметилгидразин. Но так как у верхней ступени ракеты удельный импульс достаточно низкий, главной проблемой было обеспечение необходимой для запуска «Дунфанхун-2» грузоподъемности. Для ее решения конструкторы выбрали следующую конструкцию: увеличили длину топливного бака первой ступени на 4 метра, что увеличило массу заливаемого топлива более чем на 40 т, в результате, общая тяга четырех двигателей с 2746 повысилась до 2942 кН, что сделало «Чанчжэн-4» китайской РН с самой большой тягой; на третьей ступени поместили топливный бак, вмещающий 14 т

* Лу Чжэнтин. История шанхайской космонавтики / Лу Чжэнтин, Ван Дэхун. — Шанхай: Изд-во Шанхайской академии общественных наук, 1997. — С. 189 (на кит. яз.).

** Там же. — С. 190.

топлива и два двигателя в карданном подвесе общей тягой 98 кН; уменьшили массу конструкции и оборудования. Для третьей ступени были спроектированы однослойный тонкостенный топливный бак диаметром 2,9 м с межбаковой перегородкой, легкий кожух для двигателя, двигатель в карданном подвесе и его сервомеханизм, цифровая система управления ориентацией, топливный бак для безводного гидразина и др. новые технологии. Благодаря этим разработкам РН смогла запустить спутник связи «Дунфанхун-2».*

Основные технические параметры РН «Чанчжэн-4» следующие: общая длина — 41,9 м, диаметр первой и второй ступеней — 3,35 м, диаметр третьей ступени — 2,9 м, взлетная масса — 249 т, взлетная тяга — 2942 кН, тяговооруженность — 1,24, грузоподъемность при выводе на орбиту высотой 910 км — 1500 кг. Длина головного обтекателя составляет 4,908 м, диаметр — 2,9 м, масса — 612 кг, эффективный объем — 10,5 м³. Грузоподъемность в зависимости от параметров орбиты следующая: на переходную к геостационарной наклонением 30,5° — 1250 кг; на околоземные высотой 200 км с наклонением 70° — 4590 кг, наклонением 90° — 4150 кг; на круговую высотой 750 км — 2200 кг; на солнечно-синхронную высотой 750 км с наклонением 99° — 2100 кг; на орбиту высотой 900 км — 1650 кг.**

8 октября 1982 года КОНТОП созвал совещание № 8210 в Шанхае, которое пришло к выводу о технической реализуемости и целесообразности проекта создания «Чанчжэн-4А» на базе «Чанчжэн-4». Так началось проектирование «Чанчжэн-4А»***. В 1985 году разработка РН «Чанчжэн-4А» была включена в список ключевых проектов седьмой пятилетки. Чтобы гарантировать запуск первого экспериментального метеоспутника «Фэнъюнь-1» в 1988 году, КОНТОП 27 октября 1985 года в Шанхае провел второе общее координационное совещание по проекту № 711, на котором были рассмотрены технические параметры ракеты и составлен план разработки всех больших систем. Затем 15 декабря состоялось общее заседание по оценке макета «Чанчжэн-4А», на котором пришли к мнению, что общий проект надежен, экономичен и современен, поэтому можно переходить к разработке опытного образца.

В процессе разработки и производства «Чанчжэн-4А» были преодолены следующие технические трудности.

Во-первых, топливный бак с межбаковой смежной перегородкой. В марте 1981 года в процессе производства такого топливного бака было установлено, что из-за малой толщины цилиндрической части и дна (1–2,1 мм при ранее использованных 2–7 мм), прочность панелей была плохая — они легко деформировались. Вследствие сложной структуры материала LD10, его высокой удельной прочности и плохой пластичности возникли трудности в пайке. Чтобы решить эти проблемы, на Шанхайском машиностроительном заводе «Синь Чжунхуа»

* Ли Сянжун. РН «Чанчжэн-4» // Космос. — 1989. — № 5. — С. 1–3 (на кит. яз.).

** Лу Чжэнтин. История шанхайской космонавтики / Лу Чжэнтин, Ван Дэхун. — Шанхай: Изд-во Шанхайской академии общественных наук, 1997. — С. 192 (на кит. яз.);

У Жуйхуа. О РН семейства «Чанчжэн»: «Чанчжэн-4» (3) / У Жуйхуа, Гу Жуйань // Китайская космонавтика. — 1999. — № 2 (на кит. яз.).

*** Лу Чжэнтин. История шанхайской космонавтики / Лу Чжэнтин, Ван Дэхун. — Шанхай: Изд-во Шанхайской академии общественных наук, 1997. — С. 193 (на кит. яз.).

решили использовать ручную аргодуговую сварку, посредством испытаний для разных узлов были выбраны конкретные технологические схемы. Для сварки тонких панелей LD10 был проведен сравнительный анализ механических свойств, микроструктуры мест разрушения сварного шва для двусторонних двойной и тройной сварки, сочетания для разных сторон одинарной и двойной сварки, который показал преимущество двойной двусторонней сварки. После экспертизы сварки копии уменьшенного масштаба с соединительным фланцем 17 марта 1983 года был изготовлен топливный бак с межбаковой смежной перегородкой, испытания которого после опрессовки показали, что коэффициент сварки швов соответствует требованиям.*

Во-вторых, топливный бак безводного гидразина. В 1983 году на Шанхайском машиностроительном заводе «Синьсинь» были начаты предварительные исследования топливного бака безводного гидразина для двигательной системы управления ориентацией. Конструкторы, исходя из летных особенностей РН и основываясь на теме предварительных исследований «Апогейные двигатели на жидком топливе», провели тщательное сравнение трех видов установок: с единым управлением подачей топлива, с отдельным управлением подачей топлива для различных компонентов и с управлением подачей топлива для одного из компонентов, в результате которого предпочтение было отдано третьему варианту, который предполагал разделение топливного бака на верхнюю часть без управления подачей топлива и нижнюю часть с управлением. Такая установка способствовала уменьшению колебаний топлива, повышению стойкости к агрессивному воздействию среды и безопасности. Однако конструкция нуждалась в доработке. На выходе топливного бака установили фильтр газовых пузырей, чтобы гарантировать непрерывную подачу топлива в камеру сгорания двигателя без газовых включений в условиях малых и нулевых перегрузок. В отношении важных и проблемных узлов применяли принцип «двойного запаса». Была также разработана технология производства топливного бака поверхностного напряжения, которая гарантировала качество сварки ячеек. После нескольких сотен испытаний вся продукция также успешно прошла и вибрационное испытание.

В-третьих, цифровые технологии управления ориентацией. Трудность данных технологий заключается в противоречии между сбором компьютерных данных с ракеты, расчетами и требованиями к управлению в реальном времени. Чтобы решить эту задачу, в 1978 году конструкторы системы управления ориентацией из Шанхайского приборостроительного завода и разработчики из Восточнокитайского НИИ компьютерных технологий создали совместную рабочую группу и провели испытания проекта системы цифрового управления с использованием бортового компьютера ракеты «Фэнбао-1», по результатам которого вычислили скорость расчетов, требуемый объем памяти, ключевые показатели и требования к точности аналого-цифрового преобразователя и др. Исходя из уровня китайских электронных технологий, Восточнокитайский НИИ компьютерных технологий разработал устройство сбора информации, отличавшееся высокой скоростью, высокой точностью межмодульного переключения и помехоустойчивостью, которое обеспечило решение проблемы нестыковки бортового

* Лу Чжэнтин. История шанхайской космонавтики / Лу Чжэнтин, Ван Дэхун. — Шанхай: Изд-во Шанхайской академии общественных наук, 1997. — С. 204 (на кит. яз.).

компьютера и управления в реальном масштабе времени. В конце года состоялось летное моделирование системы управления ориентацией, которое показало, что данная система может выполнить задачу управления ориентацией ракеты. В феврале 1979 года на заседании по оценке проекта «Чанчжэн-4» проект цифрового управления был официально утвержден.

В-четвертых, связывание контуров двустороннего качания. Когда в 1981 году Шанхайский приборостроительный завод проводил измерение частотных характеристик сервомеханизма двигателя в карданном подвесе на нагрузочном стенде, было обнаружено, что при качании контура сервомеханизма в пределах одного частотного цикла происходит связывание с другим контуром и иногда его отклик бывает больше возбуждения. Частота связывания контуров как раз попадает в интервал частоты вибрации одной из частей корпуса третьей ступени, что может создавать помехи для системы, в крайних случаях — привести к потере управления ориентацией ракеты. Для поиска путей решения этой проблемы в 1982 году на Шанхайском приборостроительном заводе, Шанхайском машиностроительном заводе «Синь Чжунхуа» и Шанхайском приборостроительном заводе «Синьюэ» были проведены испытания установки двигателя на различных опорах, прочности механических отсеков и опоры привода сервомеханизма, которые показали, что проблема связывания контуров происходит из-за асимметричности распределения массы двигателя и зазоров в карданном подвесе. Исходя из анализа данных испытаний, конструкторы создали математическую модель связывания контуров сервомеханизма двустороннего качания, определили частоту, провели отстройку от влияния размещенных рядом узлов и добились минимального значения величины связывания. Два огневых испытания двигателя в карданном подвесе в 1982 и 1983 годах и огневое испытание третьей ступени ракеты в 1984 году показали, что после запуска двигателя помехи, возникающие в системе из-за проблемы связывания контуров, значительно снизились и мало влияют на систему. Помимо решения технической проблемы в результате работы были также получены обширные знания по вопросу связывания контуров и отработана технология двустороннего качания.

3.5.3. Пусковое испытание и модернизация

На этапе проектирования «Чанчжэн-4» можно было лишь получить общие теоретические данные по аэродинамике на основе подсчетов по сходным математическим моделям и подобным китайским и зарубежным моделям. Но эти данные разнились с реальной обстановкой. Особенно трудно было рассчитать аэродинамические параметры при гиперзвуковой скорости. По ходу разработки ракеты для получения надежных практических данных было необходимо проводить испытания в аэродинамической трубе. С начала 1979 года состоялись многократные испытания общих аэродинамических характеристик ракеты, мощности конструкции, системы управления и статических характеристик узлов.

В 1982 году Шанхайский машиностроительный завод «Син Чжунхуа» поручил НИИ № 702 испытать продольные вибрационные характеристики ракеты «Чанчжэн-4». В ноябре 1983 года объем испытаний был расширен, и 18 мая 1984 года стороны подписали договор о сотрудничестве в проведении испытаний продольных вибрационных характеристик ракеты «Чанчжэн-4А». НИИ

№ 702 с 1 июля 1984 года в течение 3 месяцев на вибрационном испытательном пилоне проводил продольные вибрационные испытания РН «Чанчжэн-4» и «Чанчжэн-4А». Всё испытание делилось на две большие части: вибрационное испытание продольных характеристик и испытание свойств передачи продольной вибрации. В результате были получены параметры продольных вибрационных характеристик первой и второй ступени в состоянии полета, величина импульсного давления в топливных баках и трубопроводах при разной частоте, величины ускорений разных точек измерения, характеристики фазовой частоты и амплитудной частоты пульсирующего давления, продольной и круговой вибрации топливного бака. Испытания стали надежной основой для анализа стабильности POGO.

ЖРД третьей ступени «Чанчжэн-4» был новой разработкой, в которой применили подвесные форсунки для управления вектором тяги. Для проведения стендового испытания двигателя 30 мая 1983 года Шанхайский машиностроительный завод «Синь Чжунхуа» представил базе 067 требования к испытаниям двигателя в карданном подвесе третьей ступени РН «Чанчжэн-4». Целями испытаний были проверка свойств автономного и взаимного связывания в условиях наземных тепловых испытаний при изменении частоты качания двигателей; проверка синхронности и надежности работы двигателя в условиях высоких нагрузок, большой продолжительности и режиме качания; выяснение динамических особенностей сервомеханизма в карданном подвесе; измерение вибрационных и температурных параметров двигателя, рабочих характеристик двигателя стабилизации, а также данные по динамической деформации двигательного отсека и др. Всего было проведено три испытания двустороннего качания, все они проходили на станции 101 Первой академии министерства космической промышленности.

Первая партия «Чанчжэн-4А» состояла из двух ракет и необходимого запасного оборудования. В январе 1988 года начались почти ежедневные испытания синхронности работы модернизированного программного обеспечения, системы управления и системы наземных автоматических измерений и управления, совместимости программного обеспечения и оборудования и т. д. В то же время Шанхайский машиностроительный завод «Синь Чжунхуа» провел приемку и сборку всех приборов ракеты и соответствующего оборудования. 20 апреля начались комплексные испытания четырех больших систем на ракете в горизонтальном положении, в ходе которых было снято 23 замечания. Испытания закончились на 5 дней раньше запланированного срока — 27 мая. Кроме штатных испытаний и проверок провели ряд дополнительных испытаний: стыковочное испытание ракеты и спутника; общую проверку системы управления при задействовании системы телеметрии, имитационное летное испытание; проверку системы управления, четырех больших систем и адаптации к изменениям программного обеспечения в условиях запуска ракеты и спутника. Испытания показали, что все системы работают скоординированно, параметры соответствуют техническим показателям, наземное оборудование удовлетворяет требованиям.

7 сентября 1988 года утром в 4:30 стартовала РН «Чанчжэн-4А» с метеоспутником «Фэнъюнь-1А», который через 11 минут вышел на солнечно-синхронную орбиту. 3 сентября 1990 года на второй ракете «Чанчжэн-4А» был запущен

метеоспутник «Фэньюнь-1В». Через 11,8 с после отделения «Фэньюнь-1В» от него были отстрелены две надувные конструкции, которые в результате солнечного нагрева наполнились газом, медленно раздулись и превратились в надувные спутники диаметром 3 м.

Успешный запуск двух спутников «Фэньюнь-1» завершил этап отставания Китая в области спутниковой метеорологии и зависимости в прогнозировании погоды от иностранных спутников, который длился более двадцати лет, и ознаменовал продвижение Китая вперед в области космонавтики и метеорологических технологий. Очень большое влияние имел тот факт, что все материалы с метеоспутника были открытыми. Генеральный секретарь Всемирной метеорологической организации профессор Абаси сказал: «Успешный запуск “Чанчжэн-4” и “Фэньюнь-1” — вклад Китая в мировую метеорологию».*

Хотя «Чанчжэн-4» — трехступенчатая ракета на уже давно использовавшихся в Китае долгохранимых компонентах топлива, с точки зрения технологий в ней много инноваций. Во-первых, взлетная тяга ее первой ступени повысилась по сравнению с «Чанчжэн-3» на 196 кН, поэтому она стала ракетой с самой большой взлетной тягой в Китае; во-вторых, так как топливный бак первой ступени увеличился на 4 метра в длину, количество топлива увеличилось на 40 т, а грузоподъемность увеличилась на 230 кг; в-третьих, в двигателях третьей ступени применили метод параллельного соединения двух двигателей, что повысило грузоподъемность по сравнению с одним двигателем на 116 кг; в-четвертых, в конструкции использовали алюминиевый однослойный топливный бак с межбаковой смежной перегородкой, а используемый на третьей ступени укороченный отсек приклепали прямо к днищу топливного бака, что обеспечило компактность конструкции. Кроме того, вес первой ступени уменьшился на 300 кг, а вес второй — на 50 кг, что способствовало увеличению грузоподъемности; в-пятых, применили метод увеличения давления в двигательной установке третьей ступени за счет наддува гелием, что уменьшило массу конструкции на 87 кг по сравнению с использованием метода наддува азотом; в-шестых, минимизировали размеры систем управления, телеметрии и слежения. Номенклатура дублирующих источников питания системы управления уменьшилось на 5 видов, количество приборов — на 6 единиц, объем — приблизительно в 2 раза, вес — на 40 кг. Масса систем управления и слежения снизилась на 30 и 20 кг соответственно. Посредством этих мер грузоподъемность «Чанчжэн-4» при выводе на переходную к геостационарной орбиту достигла 1250 кг.**

Технологии «Чанчжэн-4А» получили применение в последующих моделях. Немного изменив «Чанчжэн-4А», добавив ко второй ступени систему расхода топлива, используя увеличенные форсунки и разработав обтекатель диаметром 3,35 и высотой 8,48 м, получили используемую для запуска спутников изучения природных ресурсов Земли РН «Чанчжэн-4В» с грузоподъемностью при выводе на солнечно-синхронную орбиту 2200 кг. С помощью первой и второй ступеней «Чанчжэн-4» и нового приборного отсека была создана РН «Чанчжэн-2Д», используемая для запуска возвращаемых спутников ДЗЗ нового поколения. Не-

* Лу Чжэнтин. История шанхайской космонавтики / Ли Чжэнтин, Ван Дэхун. — Шанхай: Изд-во Шанхайской академии общественных наук, 1997. — С. 214 (на кит. яз.).

** Ли Сянжун. РН «Чанчжэн-4» // Космос. — 1989. — № 5 (на кит. яз.).

которые отдельные технологии «Чанчжэн-4А» широко применяются в других моделях РН: выступающая часть форсунки из ниобиевого сплава используется в верньерных двигателях «Чанчжэн-2Е»; двигатель третьей ступени и сервомеханизм двустороннего двигателя в карданном подвесе — в двигательной установке ракеты новой модели; двигатель большой тяги первой ступени — в двигательной установке первой ступени «Чанчжэн-2Е» и «Чанчжэн-3А».*

Ракета «Чанчжэн-4В» главным образом используется для запуска спутников ДЗЗ на солнечно-синхронные орбиты с Тайюаньского центра запусков спутников. С ее помощью был осуществлен запуск спутника изучения природных ресурсов Земли, совместно разработанного Китаем и Бразилией. В 1999 и 2000 годах «Чанчжэн-4В» вывела на орбиту два спутника изучения природных ресурсов Земли, что ознаменовало новый этап в развитии китайских спутников и РН.**

* Лу Чжэнтин. История шанхайской космонавтики / Лу Чжэнтин, Ван Дэхун. — Шанхай: Изд-во Шанхайской академии общественных наук, 1997. — С. 214 (на кит. яз.). См. сайт электронной библиотеки «Чаосин»

** У Жуйхуа. О РН семейства «Чанчжэн»: «Чанчжэн-4» (6) / У Жуйхуа, Гу Жуйянь // Китайская космонавтика. — 1999. — № 5 (на кит. яз.).

Глава 4

Разработка спутников и зондов

Использование космоса — одна из целей развития космонавтики, а спутники — главное средство изучения космоса. С тех пор, как Китай в 1970 году успешно запустил первый спутник, началась их серийная разработка. Большое развитие получили спутники ДЗЗ, спутники связи, метеоспутники, спутники изучения природных ресурсов Земли, навигационные спутники и другие спутники прикладного назначения. Они внесли огромный вклад в народное хозяйство и оборонное строительство страны. Кроме того, Китай приложил немало усилий и достиг больших результатов в области научных спутников, технических экспериментальных спутников и зондов. В период до апреля 2009 года в Китае всего было разработано и запущено 103 КА — это третий результат после России (СССР) и США.

4.1. Спутник «Дунфанхун—1»

Спутник «Дунфанхун—1» — первый китайский ИСЗ, разработка которого началась в 1965 году в Спутниковом проектно-институте, созданном АН Китая. В 1968 году после создания Китайской исследовательской академии космических технологий, подчиняющейся КОНТОП, работа по разработке спутника была передана ей. 24 апреля 1970 года спутник «Дунфанхун—1» был успешно выведен на орбиту с помощью РН «Чанчжэн—1» и Китай стал пятой страной в мире, самостоятельно запускающей ИСЗ.

Еще в 1958 году АН Китая развернула исследование вопросов, касающихся ИСЗ. В июле и сентябре того же года вице-президент академии Чжан Цзинфу два раза представлял Не Жунжэню и ЦК КПК доклад о содействии АН передовым оборонным исследованиям и разработке ИСЗ. С 1959 года АН Китая создала в пригороде Пекина испытательную базу ракетных двигателей, построила аэродинамическую трубу на базе НИИ динамики, были организованы Шанхайский электромеханический проектный институт, завод № 581 в северном пригороде Пекина (приборы телеуправления) и завод № 109 (полупроводниковые элементы).*

* Гу Юй. Отдадим все силы обороне // Пусть их запомнит история. — Гуанчжоу: Изд-во Цзинаньского ун-та, 1999. — С. 95 (на кит. яз.).

На сессии ВСНП 3-го созыва в декабре 1964 года активно выступавший за разработку в Китае ИСЗ Чжао Цзючжан представил доклад премьеру Чжоу Эньлаю, в котором предложил начать разработку ИСЗ. Известный ученый Цянь Сюэсэнь тоже выступил с предложением ускорить развитие ИСЗ. В мае 1965 года премьер-министр Чжоу Эньлай дал указание АН представить конкретный проект первого ИСЗ. В июле 1965 года АН Китая представила ЦК доклад «Предложения по проекту программы развития ИСЗ в Китае». В докладе были предложены принципы развития космических технологий в Китае: 1. Опирайтесь на собственные силы, идти своим путем. Определять типы спутников и находить технические решения, исходя из потребностей и национальных условий Китая. Сокращая отставание от других стран, исходить из своих потребностей. 2. Все делать сообща, в полной мере использовать преимущества социализма. 3. Спутниковые проекты комплексные, сфера взаимодействия широкая, поэтому необходимо единое и сконцентрированное управление. Развивая ИСЗ, нужно идти от простого к сложному, постепенно поднимая планку. Начинать с серии прикладных спутников, потом перейти к научному экспериментальному спутнику, а затем разрабатывать возвращаемый спутник. Средства выведения спутника на начальном этапе разрабатывать на базе ракеты средней и большой дальности, внести необходимые изменения или добавить специально разработанный двигатель для последней ступени, в дальнейшем развивать РН большой мощности. Для запуска первых ИСЗ использовать имеющуюся испытательную базу, параллельно в подходящем месте организовать строительство космодрома. 4. Цикл разработки системы ДЗЗ очень длинный, поэтому необходимо разделить работы на несколько этапов.* В данном плане сделан акцент не только на военное и научное значение, но и политическое значение ИСЗ.**

2 августа 1965 года премьер Чжоу руководил 13-м заседанием Спецкома ЦК, на котором утвердили предложения АН Китая по проекту программы развития ИСЗ в Китае и внесли разработку ИСЗ в список главных задач по развитию передовых технологий. Организацию и координацию всего проекта поручили КОНТОП, за спутник и систему его наземных испытаний отвечала АН Китая, за РН — 7-е министерство машиностроения, за строительство стартовой площадки для запуска спутника — КОНТОП. Так как предложения были выдвинуты в январе, проекту присвоили индекс 651. Требования Спецкома ЦК к первому китайскому ИСЗ были следующие: принимая во внимание политическое значение, первый спутник должен был быть по технологическому уровню выше первого советского и американского спутников, то есть больше по массе, мощнее по ресурсу и новее по технологиями.

В сентябре 1965 года АН Китая создала Спутниковый проектный институт во главе с директором Чжао Цзючжаном, его заместителем Цянь Ижэнем и секретарем парткома Ян Ганьи (условное наименование — Проектный институт № 651), который начал готовить проект первого китайского ИС. 19 октября Пэй Лишэн провел предварительное заседание № 651, на котором были приняты следующие

* Ли Миншэн. Выход в глобальную деревню: записки о запуске первого китайского ИСЗ. — Пекин: Изд-во НОАК, 2001. — С. 122 (на кит. яз.).

** Великие события в истории Академии наук Китая. См. сайт Академии наук Китая: www.cas.ac.cn

решения: назначить руководителем ведущей спутниковой группы Пэй Лишэна, конкретную руководящую работу поручить Гу Юю; ответственными за весь проект назначить Ян Ганъи и Чжао Цзючжана; за спутник — Ван Юэхуа и Цянь И; за наземное оборудование — Люй Цяна, Ван Дахэна и Чэнь Фанъюня.*

В период с 20 октября по 30 ноября 1965 года АН Китая по поручению КОНТОП провела обсуждение общего проекта спутника, которое длилось 42 дня. На заседании Цянь И представил общий проект первого китайского ИСЗ. Более 120 участников — руководство и специалисты — обсудили цели запуска ИСЗ и его задачи.** Было решено сделать спутник весом приблизительно 100 кг (в итоге вес запущенного спутника составил 173 кг).

Сигнал первого советского спутника — телеграфный код «ти-ти, та-та» в прерывистом режиме. А каков должен быть сигнал китайского спутника? Руководитель общей спутниковой группы Хэ Чжэнхуа считал, что Китай должен использовать непрерывный сигнал с китайской спецификой. Тогда позывными Центральной народной радиостанции было музыкальное произведение «Алеет восток», так как «алеющий восток» был своего рода символом «красного Китая». Из уважения к Мао Цзэдуну Хэ Чжэнхуа предложил назвать первый китайский ИСЗ — «Дунфанхун-1». Эти предложения получили одобрения специалистов на заседании № 651. В августе 1965 года 2-е управление НИИ геофизики АН Китая предложило музыкальный фрагмент «Алеет восток» в качестве сигнала первого китайского спутника. В начале 1967 года было официально утверждено, что первый китайский ИСЗ будет передавать музыку «Алеет восток», чтобы весь мир услышал звук китайского спутника.***

Для спутника «Дунфанхун-1» выбрали сферическую 72-гранную конструкцию диаметром 1 м. Корпус спутника состоял из трех частей: внешней оболочки, приборного модуля и цилиндрического отсека. Чтобы приборы и батареи работали в условиях подходящей температуры и давления, приборный модуль был герметичной конструкции. Внешнюю оболочку и каркас сделали из высокопрочного алюминиевого сплава. Использовалась двухосная стабилизация положения спутника на орбите с самозакруткой и коррекцией. Это система управления скоростью вращения замкнутого цикла, включающая ИК-датчик горизонта, измеритель углового положения относительно Солнца, другие сенсорные элементы определения углового положения и др. Она обладает способностями вторичной коррекции направления, прецессии и автономного вращения и может обеспечить точное направление антенны в сторону Земли.

Энергетические потребности спутника обеспечивала система электропитания, объединяющая химический аккумулятор и солнечную батарею, что позволяло обеспечить длительный ресурс функционирования спутника. 7400 кремниевых элементов (размером 1×1 см) солнечных батарей и никель-кадмиевые аккумуляторы обеспечивали бортовые приборы электроэнергией мощностью

* Ли Миншэн. Выход в глобальную деревню: записки о запуске первого китайского ИСЗ. — Пекин: Изд-во НОАК, 2001. — С. 123 (на кит. яз.).

** Современная китайская космонавтика / Под ред. Чжан Цзюнь. — Пекин: Изд-во Китайской академии общественных наук, 1986. — С. 230 (на кит. яз.).

*** Ян Чжаодэ. Подоплека рождения первого китайского спутника «Дунфанхун-1» // Хуашэн Юэбао. — 2000. — № 4 (на кит. яз.).

12 Вт. Благодаря принципам естественного баланса и пассивного управления системы терморегулирования спутника температура в приборном отсеке в течение длительного времени поддерживалась на уровне 5–40 °С. Бортовое телеметрическое оборудование включало генератор с частотной модуляцией и передатчик с амплитудной модуляцией. Радиосигналы спутника подавались коротковолновым передатчиком на частоте 20 МГц. Бортовое оборудование слежения состояло из 10-сантиметрового маяка, 5-сантиметрового радиолокационного ответчика и коротковолнового маяка. Бортовая исследовательская аппаратура включала измеритель интенсивности космического излучения, солнечный микроволновой радиометр и магнитометр верхней атмосферы.

В апреле 1967 года КОНТОП дал указание запустить спутник в 1968 году. В соответствии с общим проектом спутника «Дунфанхун-1» его масса была увеличена со 100 до 130 кг, наклонение орбиты — с 42° до 70°, что обеспечивало его пролет над всеми главными регионами мира. Станция приема телеметрии и управления могла в дальнейшем использоваться для работы со спутником «Цзяньбин-1». В проекте также было четко указано, что сигналом спутника будет музыкальное произведение «Алест восток». Спутник «Дунфанхун-1» включал в себя устройство ретрансляции музыкального фрагмента, системы коротковолновой телеметрии, слежения, антенны, конструкции, средства обеспечения теплового режима, системы измерения углового положения, системы энергообеспечения и др. В техническом плане требовалось выйти на более высокий уровень по сравнению с первым советским и американским спутниками; чтобы после выхода спутника на орбиту, можно было определить его местоположение и дать прогноз его прохождения над различными регионами, а весь мир «мог его увидеть и услышать».*

В декабре 1967 года на рабочем совещании по разработке первого спутника, проводимом КОНТОП, был рассмотрен и утвержден общий проект и проекты отдельных систем. Первый китайский ИСЗ был официально назван «Дунфанхун-1». По последнему утвержденному проекту предполагалось запустить спутник массой не менее 150 кг (в итоге — 173 кг) с помощью РН «Чанчжэн-1». После отделения спутника от ракеты последняя ступень тоже останется на орбите. Яркость спутника во время нахождения на орбите — 5–8 звездных величин, яркость ступени — 4–7 звездных величин. Чтобы на Земле можно было увидеть спутник невооруженным глазом, на последней ступени был установлен параболический отражатель, что, в результате, увеличило ее яркость на 2–3 звездных величины.** В январе 1968 г. правительство официально утвердило разработку ИСЗ «Дунфанхун-1».

Обсуждение проекта первого китайского ИСЗ началось в конце 1965 года, а запуск произошел в апреле 1970 г., то есть прошло более 4 лет. Разработка спутника прошла четыре этапа: макет, инженерный макет, испытательный образец и летный экземпляр.***

* Ян Чжаодэ. Подоплека рождения первого китайского спутника «Дунфанхун-1» // Хуашэн Юэбао. — 2000. — № 4 (на кит. яз.).

** Современная китайская космонавтика / Под ред. Чжан Цзюнь. — Пекин: Изд-во Китайской академии общественных наук, 1986. — С. 239–240 (на кит. яз.).

*** Там же. — С. 247.

С начала 1966 г. производство отдельных систем спутника с этапа изготовления экспериментальных моделей перевели на этап изготовления образцов. В марте–апреле 1967 г. группа общего проектирования Спутникового проектного института спроектировала блок-схему и общую электрическую схему ИСЗ «Дунфанхун–1». В начале 1967 г. началась приемка приборного оборудования всех отдельных систем, затем — сборка макета для размещения и установки приборного оборудования отдельных систем на спутнике, определение направления кабельной сети и основных координационных параметров. Исходя из этого, утвердили технические параметры инженерного макета спутника и составили технические нормы различных испытаний отдельных систем. На этапе производства инженерного макета требовалось провести различные моделирующие испытания среды, чтобы проверить реализуемость и надежность проекта.

На базе изменений, внесенных в инженерный макет, выпустили новый проект спутника «Дунфанхун–1» и продолжили проводить моделирующие испытания воздействия среды. Затем из образцов всех отдельных систем собрали несколько испытательных образцов спутника и провели испытания на прочность конструкции, терморегулирование, электросовместимость и комплексные испытания, чтобы проверить сопряженность работы отдельных систем и их надежность.

Последний этап — разработка летного образца, то есть экземпляра спутника, который можно запускать. На этом этапе нужно было собрать и изготовить 5 экземпляров спутника «Дунфанхун–1». Первый летный образец — проверочный образец — прошел все моделирующие испытания воздействия среды в сентябре 1969 года. В октябре 1969 года были изготовлены все компоненты отдельных бортовых систем. Из-за того, что во время заправки бортовой серебряно-цинковой батареи электролитом могла произойти ее активация, время хранения не должно было превышать три месяца, поэтому пока не стала известна дата запуска спутника, сборочные работы проводить было нельзя.*

В процессе разработки спутника «Дунфанхун–1» приходилось решать много технических задач, включая разработку установки трансляции музыкального сигнала «Алест восток», термовакуумные испытания, раскрытие спутниковой антенны, разработку и испытания ИК-датчика горизонта, разработку параболического отражателя последней ступени РН, металлизацию крышки приборного модуля.**

НИИ автоматизации АН Китая в 1966 г. разработал установку трансляции музыкального сигнала «Алест восток» и систему коротковолновой телеметрии. В начале 1968 г. было завершено проектирование установки. В самом начале она посылала беспорядочную музыку или фальшивила. Под руководством Лю Чэнси техники искали причину в проекте цепи, электротехнологиях, проводили испытания и, наконец, разрешили эту проблему, которая была вызвана электромагнитными помехами вследствие электронного излучения. Вопрос изменения музыкального тона в условиях высокой и низкой температуры решили путем герметизации. Чтобы гарантировать качество музыкального звука, посредством

* Современная китайская космонавтика / Под ред. Чжан Цзюнь. — Пекин: Изд-во Китайской академии общественных наук, 1986. — С. 248 (на кит. яз.).

** Там же. — С. 244.

различных испытаний были тщательно проверены все электронные элементы. Установка трансляции музыкального сигнала «Алест восток» была изготовлена и испытана Шанхайским заводом научного приборостроения (завод № 539).*

В то время Спутниковый завод был выделен из завода научного приборостроения АН Китая, поэтому его испытательная база была весьма ограниченной. Многие трудности решались с помощью примитивного оборудования традиционными методами и общими усилиями. Большая часть испытаний проводилась на других предприятиях. После запуска спутника многие друзья Китая приехали в Китайскую академию космических технологий (тогда называвшуюся Проектным институтом № 651) посмотреть спутник и поразились внутренним условиям: «рождение спутника “Дунфанхун-1” — чудо!»**

С 5 марта 1970 г. Пекинский спутниковый завод начал сборку двух летных образцов. По техническим требованиям сборки и технологическому циклу для выпуска с завода каждый спутник должен был пройти 15 рабочих операций. 21 марта сборка двух спутников была полностью завершена. Затем провели повторную проверку качества. Обнаруженные в ее результате дефекты были, главным образом, связаны с качеством элементов или всего спутника. Все они были тщательно устранены, что дало возможность признать, что оба спутника соответствуют конструкторским требованиям. 1 апреля 1970 г. два спутника «Дунфанхун-1» и РН «Чанчжэн-1» были доставлены на космодром Цзюцюань.

Чтобы гарантировать успех запуска первого спутника, 16 ноября 1969 г. провели первый запуск ракеты средней и большой дальности завершившийся аварией.*** Для обеспечения тройного резервирования в системе управления добавили систему отключения по уровню жидкости и программно-временное устройство. 30 января 1970 г. был снова проведен испытательный запуск ракеты. По данным мониторинга запуск двигателя второй ступени, его работа и выключение прошли нормально. Бывший заместитель директора института по двигателям конструктор Чжан Гуйтянь отправился с группой на поиски обломков двигателя. По анализу найденной камеры сгорания установили, что внутренние стенки вообще не пострадали, даже не осталось следа воздействия высокой температуры и давления, что еще раз подтвердило надежность двигателя.****

После доставки спутника «Дунфанхун-1» в Цзюцюань начались проверочно-испытательные работы. 4 дня тщательных проверок и испытаний показали, что оба спутника соответствуют конструкторским требованиям. После генеральной проверки РН «Чанчжэн-1» 8 апреля ракету состыковали со спутником, поставили в вертикальное положение и провели вторую и третью генеральные проверки РН. К 10 апреля все проверочные работы на стартовой площадке были завершены. Вечером 14 апреля 1970 г. премьер Чжоу Эньлай и руководители Ли Сянь-

* Ян Чжаодэ. Подоплека рождения первого китайского спутника «Дунфанхун-1» // Хуашэн Юэбао. — 2000. — № 4 (на кит. яз.).

** Там же.

*** Ли Миншэн Выход в глобальную деревню: записки о запуске первого китайского ИСЗ. — Пекин: Изд-во НОАК, 2001. — С. 168 (на кит. яз.).

**** Чжан Гуйтянь. Пусть первый спутник «Дунфанхун-1» отправится в космос // Путь молниеносного развития китайской космонавтики. — Пекин: Изд-во «История культуры Китая», 1999. — С. 328–335 (на кит. яз.).

нянь, Юй Цюли и др. в Доме народных собраний ВСНП заслушали доклад только что приехавших с космодрома в Пекин Цянь Сюэсэня, Ли Фуцзэ, Ян Гоюя, Жэнь Синьминя и Ци Фажэня из общего проектного управления Китайской исследовательской академии космических технологий и др. специалистов.*

24 апреля 1970 г. в 21:35 спутник «Дунфанхун-1» был запущен с помощью РН «Чанчжэн-1». В 21:48 из Центра управления запуском сообщили радостную весть: «Спутник отделился от ракеты и вышел на орбиту». Свидетели великого события взволнованно закричали, запрыгали и заплакали от счастья. В 21:50 Государственное управление радиовещания доложило о полученном с первого китайского спутника музыкальном сигнале «Алеет восток», звук был четкий и звонкий.

После выхода спутника на орбиту на космодроме началось торжество, на котором выступили с теплыми словами Цянь Сюэсэнь, руководство испытательной базы и представители стартовых расчетов, которые горячо всех поздравили с первым успешным запуском первого китайского спутника ИСЗ.

25 апреля во второй половине дня агентство Синьхуа сообщило всему миру: 24 апреля 1970 г. Китай успешно запустил первый ИСЗ на орбиту с перигеем 439 км, апогеем 2384 км, наклоном относительно плоскости земного экватора — 68,5°, периодом обращения вокруг Земли — 114 мин; масса спутника — 173 кг, музыкальный сигнал «Алеет восток» передается на частоте 20,009 МГц.

После запуска спутника «Дунфанхун-1» 24 апреля 1970 г. система электропитания и все бортовые приборы работали нормально. Масса спутника — 173 кг — превзошла общую массу советского, американского, французского и японского спутников вместе взятых. В области технологии слежения, измерения орбиты, способа передачи сигналов и терморегулирования «Дунфанхун-1» также имел преимущество над первыми спутниками этих четырех стран. Благодаря системе электропитания реальное время работы всех бортовых приборов превысило запланированное, установка трансляции музыкального фрагмента «Алеет восток» и коротковолновый передатчик проработали 28 дней, в результате, было получено много телеметрических показателей, ставших опорой для дальнейшего проектирования и разработки спутников.**

4.2. Научно-исследовательские спутники

После того, как СССР и США успешно запустили первые ИСЗ, они продолжили развивать крупные ИСЗ и начали исследовать применение спутников. Этот период имеет важное значение в развитии космических технологий и их применения. С началом использования спутников постепенно сформировались различные направления создания спутников, включая научные, экспериментальные технологические и прикладные спутники. Значительную часть из них

* Современная китайская космонавтика / Под ред. Чжан Цзюнь. — Пекин: Изд-во Китайской академии общественных наук, 1986. — С. 258 (на кит. яз.); Ци Фажэнь. Премьер Чжоу и первый китайский спутник // Космос. — 1999. — № 3 (на кит. яз.).

** Современная китайская космонавтика / Под ред. Чжан Цзюнь. — Пекин: Изд-во Китайской академии общественных наук, 1986. — С. 262 (на кит. яз.).

составляют прикладные спутники, которые также делятся на спутники военного и гражданского назначения. Гражданские спутники включают спутники связи, метеоспутники, спутники изучения природных ресурсов земли, спутники исследования окружающей среды и многие другие. Научные спутники применяются для изучения космического пространства и научных исследований, включая исследование Вселенной (астрономические спутники), околоземного пространства и т. д. Китайские научные спутники главным образом используются для исследования физики околоземной космической среды. Они разрабатывались Китайской академией космических технологий.

4.2.1. Спутник «Шицзянь–1»

Спутник «Шицзянь–1» (SJ-1) — первый китайский научно-исследовательский и экспериментально-технологический спутник с большим сроком активного существования на орбите. Проектный ресурс спутника — 1 год, но после его окончания спутник функционировал более 8 лет, в течение которых с него устойчиво поступала телеметрическая информация. Спутник «Шицзянь–1» дал ценный опыт для проектировки и производства в Китае прикладных спутников с большим ресурсом работы.

В период с октября по ноябрь 1965 г. на заседании № 651 был обсужден и утвержден проект первого ИСЗ Китая, который должен был стать передовым спутником с большим ресурсом работы. Чтобы как можно скорее запустить спутник, КОНТОП на рабочем заседании в декабре 1967 г. сильно упростил общий проект и проект отдельных систем. В результате было решено отказаться от большей части полезной нагрузки, связанной с космическими научными исследованиями, которую изначально предполагалось установить на спутнике.

В 1968 г. во время разработки спутника «Дунфанхун–1» Китайская исследовательская академия космических технологий учла, что, если первый запуск спутника пройдет успешно, то еще останется запасная РН и запасной спутник с отдельными системами. Кроме того, некоторые системы, утвержденные в первоначальном проекте (включая солнечные батареи, никель-кадмиевые аккумуляторы, систему активно-пассивного термоконтроля, космические исследовательские приборы), хотя не вошли в проект спутника «Дунфанхун–1», уже начали разрабатываться, поэтому, приложив усилия, можно было в короткие сроки подготовить их летные образцы. Для этого ответственный за технические вопросы общего проектирования спутника Сунь Цзядун и разработчики спутника «Дунфанхун–1» предложили испытать долгоресурсную систему энергообеспечения для второго ИСЗ, начали подготовку проектов отдельных систем и испытание ключевых компонентов. После тщательного изучения проектов академия решила разработать научно-исследовательский и экспериментально-технологический спутник, и в докладе для КОНТОП «Проект тезисов программы научных исследований и опытного производства на 1970 год» предложила разработать спутник «Дунфанхун–1А» (позже был переименован в «Шицзянь–1») — экспериментально-технологический спутник, использующий для энергоснабжения солнечную энергию и способный вести исследования в области космической физики.

В августе 1968 г. общий проект спутника «Шицзянь–1» был утвержден. К спутнику «Дунфанхун–1» добавили систему энергообеспечения, состоящую

из солнечных батарей и никель-кадмиевых аккумуляторов, телеметрическую систему с большим ресурсом работы и коротковолновую антенную сеть, систему активно-пассивного термоконтроля, регистратор космического излучения, рентгенометр, магнитометр и др. Эти проекты можно разделить на два типа: 1. Краткосрочные рабочие проекты со временем работы 15 дней. Они включают измерительные приборы основных данных космической среды, измерительные приборы углового положения спутника (ИК-датчик горизонта, измеритель углового положения Солнца), оборудование слежения и измерения орбиты (10-сантиметровый маяк, 5-сантиметровый ответчик и коротковолновой доплеровский маяк), электросхемы MOS-накопителя и т. д. 2. Долгосрочные рабочие проекты — долгосрочные орбитальные испытания основных систем прикладного спутника с большим ресурсом работы, включая систему энергоснабжения, состоящую из солнечных батарей и никель-кадмиевых аккумуляторов, систему активно-пассивного термоконтроля, а также разработанные в комплекте мини-систему телеметрии и электросхемы источников энергоснабжения. Планируемый ресурс долгосрочных рабочих проектов — 1 год.

Спутник «Шицзянь-1» также является спутником, стабилизируемым закруткой, его масса составляет 225 кг. Он состоит из 6 отдельных систем: конструкции, антенны, систем слежения, электропитания, телеметрии и термоконтроля. Внешняя оболочка схожа со спутником «Дунфанхун-1», но из 72 граней сферической конструкции на 28 были наклеены фотоэлементы солнечной батареи. В средней части корпуса спутника установлен сферический герметичный приборный отсек, в котором размещались оборудование и приборы, относящиеся к краткосрочным рабочим проектам. Четыре крестообразные коротковолновые антенны, размещенные на внешней оболочке спутника, используются двумя системами телеметрии, используется метод кругового фазового смещения для избегания взаимных помех двух передатчиков. На спутнике установлены две полезные нагрузки: 1. G-M индикатор, используемый для исследования космического излучения протонов с энергиями большими 16,4 МэВ и электронов с энергиями выше 0,88 МэВ; 2. Интегрирующая ионизационная камера с бериллиевыми окнами, используемая для исследования рентгеновского излучения Солнца.

Самая большая разница между спутниками «Шицзянь-1» и «Дунфанхун-1» заключается в том, что у «Шицзянь-1» системы электропитания, термоконтроля и телеметрии способны функционировать в течение длительного времени. В системе электропитания использована система энергообеспечения, состоящая из кремниевых солнечных батарей и никель-кадмиевого аккумулятора. На внешней поверхности спутника наклеены 1680 кремниевых фотоэлементов солнечных батарей, которые размещены на 28 панелях. Таким образом, на каждой панели размещается 60 элементов размером 1×2 см. Общая выходная мощность — приблизительно 6–8 Вт.

Разработка спутника «Шицзянь-1» прошла этап проектирования, создания макета и летного образца. В отличие от спутника «Дунфанхун-1» не было этапа создания испытательного образца, что позволило сократить цикл разработки. После этого при разработке спутников в Китайской исследовательской академии космических технологий этап создания испытательного образца отменили. Разработка проекта спутника «Шицзянь-1» шла с августа 1968 по декабрь

1969 года, разработка макета — с октября 1969 по май 1970 года, разработка летного образца — с марта 1970 по январь 1971 года. Конечная сборка летного образца началась в августе 1970 года, в декабре 1970 года завершились электрические, приемочно-механические и термовакуумные испытания. 15 января 1972 года спутник был выпущен с завода и направлен на космодром Цзюцюань. Весь процесс занял три с половиной года.

3 марта 1971 года в 20:00 РН «Чанчжэн-1» успешно вывела спутник «Шицзянь-1» на орбиту с перигеем 266 км, апогеем 1826 км, наклонением — 69,9°, периодом обращения — 106 минут. После выхода спутника на орбиту система слежения и измерения орбиты работала нормально, наземная радиолокационная система слежения также функционировала штатно, требование своевременного информирования об орбитальном положении спутника прогноза было выполнено. После восстановления телеметрического сигнала 11 марта 1971 года спутник «Шицзянь-1» проработал на орбите 8 лет. 17 июня 1979 года спутник вошел в атмосферу над североамериканским континентом и разрушился.

Реальный ресурс спутника «Шицзянь-1» превысил планируемый. Хотя конструкция этого спутника весьма проста, в тогдашних условиях, когда Китаю не хватало надежных данных и опыта изготовления, используемых в космосе долгоживущих элементов, разработчики строго проверяли качество и надежность посредством различных наземных испытаний, использовали методы интеграции проектирования, разработки и испытаний, применили результаты предварительных исследований и получили успешный опыт в области разработки высоконадежного спутника с большим ресурсом работы. В 1978 году системы электропитания, термоконтроля и телеметрии с длительным сроком работы получили премию Всекитайского научного конгресса за достижения.

4.2.2. Спутник «Шицзянь-2»

Спутники «Шицзянь-2» (SJ-2), «Шицзянь-2А» (SJ-2A) и «Шицзянь-2В» (SJ-2B) — китайские научно-исследовательские спутники второго поколения. Эта группа из трех спутников запускалась с помощью ракеты «Фэнбао-1» — в рамках программы «Запуск трех спутников одной ракетой». Во время работы этих трех спутников на орбите были получены многочисленные данные по параметрам околоземной космической среды. Разработка серии спутников «Шицзянь-2» также была поручена Китайской исследовательской академии космических технологий.

После успешного запуска спутника «Шицзянь-1» в марте 1971 г. в Китае была начата подготовка проекта спутника для исследований физики космоса. В апреле 1972 г. разработка «Шицзянь-2» — первого научного спутника, используемого специально для космических физических исследований, была включена в государственную программу. 7-е министерство машиностроения поручило проработку исследовательских задач, технических проектов исследовательских приборов и самого спутника общему проектному управлению Китайской исследовательской академии космических технологий и НИИ космической физики. Впоследствии из-за корректировки программы развития космических технологий и замены РН для запуска «Шицзянь-2» конструкторский проект «Шицзянь-2» подвергся многочисленным изменениям.

В самом начале для «Шицзянь-2» было составлено восемь проектов космических физических исследований: исследование магнитного поля верхней атмосферы, протонов, электронов, инфракрасного и ультрафиолетового радиационного фона верхней атмосферы, солнечного ультрафиолетового излучения и рентгеновского излучения, средней плотности верхней атмосферы. Реализация этих проектов могла позволить провести предварительное комплексное наблюдение космических физических явлений, накопить опыт прогнозирования солнечной активности и наблюдения солнечных всплесков, получить и предоставить данные по физике верхней атмосферы для прикладного спутника. Для спутника со сроком активного существования в полгода была выбрана орбита с перигеем 250 км, апогеем 3000 км, наклонением 70°. Такая орбита одновременно соответствовала требованиям исследований атмосферной плотности, потоков космических частиц и др.

12 сентября 1974 года Китайская исследовательская академия космических технологий (такое наименование стала носить Пятая академия 7-го министерства машиностроения) повторно рассмотрела проект «Шицзянь-2». В итоге было решено, что данный спутник будет одновременно и спутником для проведения исследований в области космической физики, и новым экспериментально-технологическим спутником. На спутнике была запланирована установка 11 исследовательских приборов, среди которых магнитометр, полупроводниковые регистраторы направления движения протонов и электронов и счетчик-сцинтиллятор, предназначенные для исследования заряженных частиц околоземного космического пространства и прогнозирования солнечных протонных вспышек в целях совершенствования средств радиосвязи и навигации; длинноволновые и коротковолновые ИК-радиометр и УФ-радиометр атмосферы — для измерения фона инфракрасного и ультрафиолетового излучения в целях разработки полезной нагрузки для спутника ДЗЗ; солнечный УФ-радиометр и регистратор рентгеновского излучения Солнца — для исследования солнечной активности; термоионизационный барометр — для измерения плотности верхней атмосферы в целях совершенствования методик расчета орбит ИСЗ и повышения точности прогноза орбит спутников.*

«Шицзянь-2» включает в себя силовую конструкцию, системы исследовательских приборов, управления ориентацией, измерения, термоконтроля, электропитания, телеуправления, телеметрии, слежения и антенны. Масса спутника — 250 кг. Корпус — восьмигранная призма высотой 1,1 м, вписанная в окружность диаметром 1,23 м, на четырех боковых изолированных друг от друга гранях которой размещены прямоугольные панели солнечных батарей. Во время запуска панели опущены вниз и опираются на четыре боковые грани. После отделения спутника от РН и выхода на орбиту панели раскрываются и выравниваются с верхней гранью спутника. Спутник стабилизируется закруткой вокруг оси симметрии со скоростью 15–20 оборотов в минуту. Ориентация, при которой верхняя грань и батареи направлены на Солнце поддерживается с помощью гидразиновых двигателей. На верхней грани спутника и панелях солнечных батарей наклеено приблизительно 5000 фотовольтаических элементов размером 2×2 см,

* Современная китайская космонавтика / Под ред. Чжан Цзюнь. — Пекин: Изд-во Китайской академии общественных наук, 1986. — С. 275 (на кит. яз.).

дающих суммарную мощность около 140 Вт для питания бортовой аппаратуры и подзарядки никель-кадмиевого аккумулятора, обеспечивающего энергопитание при нахождении спутника в зоне тени.

В соответствии с идеологией создания и техническими принципами в «Шицзянь-2» нужно было стараться использовать новые технологии, которые впоследствии можно было бы применить на других спутниках. Новые спутниковые технологии проекта «Шицзянь-2» включали следующие: энергообеспечение спутникового приборного оборудования за счет панелей солнечных батарей; стабилизация и управление — закрутка с поддержанием ориентации на солнце; установка бортовых магнитных записывающих устройств и сброс телеметрии с запаздыванием; единая ультракоротковолновая система радиочастотных каналов, совместно используемых при определении местоположения и сбросе телеметрии; технология пассивно-активного термоконтроля.

Осенью 1977 года КОНТОП одобрил запуск спутника «Шицзянь-2» с помощью РН «Фэнбао-1», разработанной Шанхайским 2-м электромеханическим управлением.* Масса «Шицзянь-2» составляла лишь 250 кг, а грузоподъемность «Фэнбао-1» позволяла вывести на орбиту до 1000 кг. После многочисленных исследований и неоднократных обсуждений было решено использовать проект «Запуска двух спутников одной ракетой». Затем по предложению Второй академии 7-го министерства машиностроения было решено вывести на орбиту и спутник пассивной радиолокации, поэтому получился проект «Запуска трех спутников одной ракетой». Главным спутником стал «Шицзянь-2», а двумя дополнительными — «Шицзянь-2А» и «Шицзянь-2В», и все они были запущены с помощью РН «Фэнбао-1».

20 сентября 1981 года в 5:28:40 утра стартовала РН «Фэнбао-1» с тремя спутниками «Шицзянь-2», «Шицзянь-2А» и «Шицзянь-2В». Через 7 секунд ракета совершила разворот в юго-восточном направлении и через 3 минуты исчезла из виду. Через 7 минут 20 секунд после старта спутники «Шицзянь-2А» и «Шицзянь-2В» отделились от ракеты, еще через 3 секунды от РН отделился спутник «Шицзянь-2», и в итоге все три спутника вышли на заданную орбиту. Успешный запуск трех спутников с помощью одной ракеты сделал Китай четвертой страной после СССР, США и ЕКА, способной выводить несколько космических аппаратов одной РН.

4.2.3. Спутник «Шицзянь-4»

Спутник «Шицзянь-4» (SJ-4) — спутник исследования космической среды с планируемым ресурсом активного существования на орбите 3–6 месяцев. Разработка была поручена Центру космических исследований АН Китая. 18 декабря 1991 года «Шицзянь-4» был запущен с помощью РН «Чанчжэн-3» вместе со спутником связи «Дунфанхун-2», но из-за нештатной работы РН спутник не смог выйти на заданную орбиту. В 1992 году началось проектирование и производство спутника, в 1993 году — конечная сборка, 15 декабря 1993 года спутник был доставлен на кос-

* Чжу Илин. Процесс разработки «Одной РН и трех спутников» // Путь молниеносного развития Китая. — Пекин: Изд-во «История культуры Китая», 1999. — С. 388 (на кит. яз.).

модром Сичан. 8 февраля 1994 года во время своего первого пускового испытания РН «Чанчжэн-3А» вывела спутники «Шицзянь-4» и «Куафу-1» на заданную переходную к геостационарной орбиту с высотой перигея 200 км, апогея — 36 000 км, наклонением — $28,5^\circ$. Масса спутника составила 396 кг. Спутник «Шицзянь-4» является также первым для КНР опытом разработки микроспутника.

Спутник «Шицзянь-4», используемый для исследования космического излучения и его воздействия, — огромное достижение Китая в области разработки экспериментального научно-технологического спутника. Главные исследовательские цели спутника космических исследований «Шицзянь-4» — измерение уровней заряженных частиц околоземного пространства и изучение их влияния на КА. Исходя из распределения заряженных частиц в космосе, спутник выводился на орбиту с перигеем 200 км, апогеем 36 000 км и наклонением 28° . В перигее спутник находился на краю радиационного пояса, затем входил в радиационный пояс, проходил сквозь зону максимального излучения и в конце достигал зоны за пределами радиационного пояса. Так, спутник приблизительно два раза в день мог исследовать радиационный пояс в разрезе. Чтобы достичь цели исследования, на спутнике установили регистраторы высокоэнергетичных электронов и протонов, тяжелых ионов, плазменный зонд, потенциометр и регистратор одиночных частиц. Благодаря полному приборному оснащению можно было исследовать все элементы потока заряженных частиц, включая электроны, протоны и тяжелые ионы. Исследования проводились практически во всем энергетическом спектре частиц, оказывающих влияние на КА. Во время исследования параметров заряженных частиц космической среды можно было проводить мониторинг влияния среды на спутник.*

Специально для условий орбиты, переходной к геостационарной, были спланированы исследования космической радиации и радиационного эффекта. Использовали три вида зондов: протонный зонд (включая тяжелые ионы), электронный зонд и плазменный зонд. Для проведения исследований воздействия среды применялись три прибора: потенциометр спутниковой поверхности, статический и динамический измерители одиночных частиц.

Направления исследований имели три особенности: 1. Ширина энергетического спектра позволяла изучить практически все виды космического излучения, воздействующие на КА; 2. Полнота номенклатуры исследуемых частиц — электроны, протоны и тяжелые ионы; 3. Измерение параметров среды и эффекта ее воздействия могло предоставить полные сравнительные данные для анализа причинно-следственной связи в случае нештатной работы спутника.

Главные результаты, полученные спутником «Шицзянь-4», следующие: 1. Число аннигиляций одиночных частиц и их распределение постепенно увеличились со дня запуска, при значениях параметра двойного магнитного слоя L 1,25–1,75 и 5,75–6,75 аннигиляций было больше всего; 2. Модель радиационного пояса соответствовала результатам, полученным ранее зарубежными специалистами; 3. Успешно испытана технология запирающего слоя в блоках CMOS; 4. Впервые измерены параметры воздействия горячей плазмы на электрический

* Чжан Юньвэй. Развитие китайских научных и технологических спутников // Развитие технологий китайских КА в XX веке / Под ред. Ван Сици. — Пекин: Изд-во «Китайская космонавтика», 2002. — С. 35 (на кит. яз.).

потенциал спутниковой поверхности. Успешный запуск «Шицзянь-4» — это не только возможность получения полных данных исследования взаимовлияния космических заряженных частиц и КА, но и новой информации о радиационном поясе, ионосфере, плазмосфере, солнечном ветре и их влияния на КА, что позволяет повысить защищенность КА от воздействия этих факторов и разработать механизмы устранения повреждений, нанесенных ими. Кроме того, с помощью этого спутника были проведены испытания перспективной арсенид-галлиевой солнечной батареи и никель-водородного аккумулятора и получены очень хорошие результаты.

4.2.4. Спутник «Шицзянь-5»

«Шицзянь-5» (условное наименование SJ-5) — первый современный китайский микроспутник. Благодаря широким функциональным возможностям и мощным техническим характеристикам он был назван современным высокофункциональным микроспутником. По сравнению с большинством других спутников у «Шицзянь-5» были многочисленные преимущества: маленькая масса, низкая стоимость, короткий цикл создания, низкие риски, широкое военное и гражданское применение и т. д.*

«Шицзянь-5» начали разрабатывать в августе 1996, а в марте 1999 года проект прошел экспертизу. Для выбора предприятий-разработчиков впервые решили провести тендер, победителем которого стала Китайская исследовательская академия космических технологий. Хотя проект спутника «Шицзянь-5» удовлетворял требованиям потребителя (АН Китая), из-за того, что он должен был запускаться в качестве попутной нагрузки, было поставлено много условий: 1. Разработка «Шицзянь-5» не должна сказаться на темпах разработки метеоспутника «Фэнъюнь-1», т. е. цикл разработки не должен превышать двух лет; 2. Разработка не должна отразиться на рабочих функциях метеоспутника «Фэнъюнь-1», соответствующие электрические интерфейсы не должны были мешать его нормальной работе; 3. Подогнать параметры спутника (включая массу, объем и форму) под возможности РН; 4. Соблюсти ограничения по объему выделяемых на разработку ограниченных финансовых средств. Эти условия значительно усложнили разработку спутника «Шицзянь-5».

Китайская исследовательская академия космических технологий, исходя из полученных ранее результатов, предложила разрабатывать спутник на базе стандартной платформы. Для этого надо было решить три задачи: 1. Выполнить требования, выдвинутые потребителем; 2. Применить новую методику разработки спутника; 3. Предложить стандартную платформу для микроспутников. Для их выполнения было принято решение организовать в академии специализированное управление, составить продуманную техническую программу разработки спутника и разработать два экземпляра спутника — инженерный макет и летный образец. Первый должен был выполнять функции образца для испытания конструкции, систем термоконтроля, электрической схемы и т. д., ранее проводимых на макете, а его оборудование было бы запасным бортовым оборудованием для летного образца.

* Цзы Сяо. Современные микроспутники бороздят космос // Китайская космонавтика. — 2000. — № 1 (на кит. яз.)

Полезная нагрузка спутника «Шицзянь-5» состояла из 3 частей: 1. Три вида оборудования для исследования параметров космической среды: измерения характеристик электронов, протонов и тяжелых частиц и уровня внутренней и внешней радиации; 2. Пять видов оборудования для изучения эффекта воздействия одиночных частиц: для оценки всплеск одиночных частиц, фоновый эффект, аннигиляции, общего эффекта воздействия и экранирования одиночных частиц; 3. Два резервуара с жидкостью для экспериментов в условиях микрогравитации — конвекции и субгравитации.

Во время проведения вышеуказанных испытаний проводились и технические испытания нового КА. Так как этот спутник создавался в рамках разработки стандартной платформы, его создание означало появление в Китае стандартной микроспутниковой платформы. Технические испытания платформы включали испытания системы трехосной стабилизации в конце ресурса и испытания на полный ресурс.

10 мая 1999 года «Шицзянь-5» был успешно выведен на близкую к круговой солнечно-синхронную орбиту высотой 870 км попутно со спутником «Фэнъюнь-1С». У спутника было три задачи: проработать на орбите 3 месяца и обеспечить проведение экспериментов по двухслойному стратифицированному течению жидкости в условиях микрогравитации; провести экспертизу новых технологий; исследовать одиночные частицы и меры по предотвращению их негативного воздействия на КА. «Шицзянь-5» провел испытания на орбите, передал их результаты на Землю, а также выполнил все требования по обеспечению управляемости в течение длительного времени и провел испытания ресурса. По требованиям потребителя спутник находился на орбите 3 месяца и обеспечил проведение экспериментов по двухслойному стратифицированному течению жидкости в условиях микрогравитации. Эксперименты в условиях двух типов гравитации проходили в течение 8 суток, в их результате было получено более 12 000 фотографий с четким изображением.

Посредством научных экспериментов на «Шицзянь-5» Китай впервые осуществил телеуправление КА. Всего было проведено более 30 видов научных опытов в разных условиях, в результате которых были результаты мирового уровня в области динамики жидкостей в условиях гравитации; проведены испытания передатчика S-диапазона и твердотельного накопителя большой емкости, в результате которых получены удовлетворительные результаты и подтверждающие их фотоматериалы; по зарегистрированным спутниковой аппаратурой данным большинство всплеск одиночных частиц произошло над аномальными районами южной части Атлантического океана, что совпадало с результатами подобных наблюдений опытов, проведенных другими странами; проведены испытания серийных образцов электронных компонентов на воздействие одиночных частиц и мер по его парированию, а также определение типов этих компонентов, пригодных для использования в условиях космоса мер, позволяющих снизить их себестоимость. Были получены хорошие результаты по измерению параметров космической среды. Специалисты пришли к выводу, что микроспутник «Шицзянь-5» спроектирован с применением передовых технологий на базе хорошо адаптируемой спутниковой платформы и соответствует передовому мировому уровню 90-х годов XX века.*

* У Сюань. Технологии разработок китайских микроспутников достигли международного уровня (черновик) // Международный космос. — 1999. — № 9 (на кит. яз.).

4.2.5. Спутник «Шицзянь-6»

9 сентября 2004 года с космодрома Тайюань с помощью РН «Чанчжэн-4В» были запущены спутники «Шицзянь-6А» и «Шицзянь-6В». Через 11 минут после старта сначала прошло отделение спутника А, а через минуту — спутника В. Оба спутника вышли на заданную орбиту. Запуск прошел успешно.

«Шицзянь-6» использовался, главным образом, для исследования параметров космической среды, космической радиации и ее воздействия, физики космоса и других научных экспериментов. Планируемый ресурс существования — свыше 2 лет. Спутники А и В разработаны Шанхайской академией космической техники и Космической спутниковой компанией «Дунфанхун» и созданы на платформе «Фэнъюнь-1», а бортовое оборудование для исследования космической среды разработано Китайской корпорацией электронной науки и техники. «Шицзянь-6» — одновременно и спутник космических исследований и экспериментально-технологический спутник. Масса спутника А — 800 кг, спутника В — 450 кг, высота солнечно-синхронной орбиты — 600 км.

Спутник «Шицзянь-6А» создан на основе платформы метеоспутника «Фэнъюнь», но полезная нагрузка, система измерений и управления, электропитания и конструкция были сильно изменены. Чтобы сэкономить время, ход разработки был снова разделен на традиционные этапы: создание макета, инженерного макета и летного образца. В то же время, исходя из реальной обстановки, часть уже отработанного оборудования некоторых систем испытывалась уже на этапе инженерного образца. После двух широкомасштабных испытаний инженерного макета и летного образца была повышена надежность и обеспечен длительный ресурс спутника.

«Шицзянь-6А» — первый спутник мониторинга среды и новый экспериментально-технологический спутник. Несмотря на использование старой платформы, в процессе разработки было введено 70% технических инноваций и разработана совершенно новая полезная нагрузка. Так как оба спутника выполняли сходные задания, было необходимо обеспечить управление и прием данных со спутников наземной станцией телеметрии и управления и станции приема-передачи данных в разное время, для этого требовалось изменить орбиту спутника В, чтобы она была смещена по фазе на 27 минут от орбиты спутника А. Коррекция орбиты — очень сложная технология, которую Китаю удалось применить впервые.

24 октября 2006 года два спутника «Шицзянь-6» группы «02» заменили запущенные 9 сентября 2004 года «Шицзянь-6А» и «Шицзянь-6В». Они служат для проведения исследований космической среды, космической радиации и ее воздействия, космической физики и др. 25 октября 2008 года группа «Шицзянь-6» «03» заменила запущенную в 2006 года группу «02». До настоящего момента всего было проведено 5 запусков спутников семейства «Шицзянь-6».

Шанхайская академия космической техники разработала также спутник «Шицзянь-7». Его масса — 1070 кг, орбита — солнечно-синхронная высотой 568 км. 6 июля 2005 года РН «Чанчжэн-2Д» с космодрома Цзюцюань вывела этот спутник на орбиту. Его ресурс — 3 года, назначение — исследование космической среды.

4.3. Спутники ДЗЗ возвращаемого типа

Спутник ДЗЗ возвращаемого типа — это спутник, запускавшийся в КНР чаще всего по сравнению с другими типами спутников, разработанными в Китае в XX веке. Спутники данного типа первыми вышли на этап практического использования и достигли мирового уровня. Главная цель разработки и запуска спутника ДЗЗ возвращаемого типа — проведение дистанционного зондирования Земли и исследование природных ресурсов. С первого запуска в конце 1974 до 1998 года было запущено 17 спутников, в результате чего были получены большие достижения не только в области применения ДЗЗ, но и в области технологий КА, особенно технологии возвращения КА на Землю, что заложило прочную базу для пилотируемой космонавтики.*

После того, как в 1965 году Спецком ЦК утвердил программу разработки китайских ИСЗ, разработку спутников поручили АН Китая. Соответствующие предприятия АН создали проектные группы, группы наземного оборудования, биологических исследований, баллистики, которые на основе многочисленных исследований стали выдвигать рабочие идеи. 1 июля 1965 года АН Китая представила ЦК КПК «Предложения по проекту программы развития ИСЗ в Китае». В конце 1964 года Чжао Цзючжан в письме Чжоу Эньлаю подчеркнул военное значение запуска ИСЗ. Он даже сказал: «Можно сказать, что почти все искусственные спутники связаны с обороной страны».** В предложениях по программе развития, представленных АН Китая, тоже подчеркивалось военное применение. Когда Спецком ЦК одобрил их и указал, что в развитии ИСЗ Китай должен сделать упор на прикладные спутники, среди которых главное место занимают фотографические спутники.***

В духе указаний Спецкома ЦК АН Китая провела глубокое исследование программы развития китайских спутников. В период с 11 по 25 мая 1966 года АН Китая по поручению КОНТОП провела подготовительное заседание по обсуждению программы серийной разработки спутников на 1966–1975 годы с участием военных и гражданских предприятий. Чжао Цзючжан сделал итоговый доклад, а Цянь И предложил концепцию развития спутника возвращаемого типа. Главная идея: «Положить начало и заложить базу с помощью научно-экспериментального спутника, сделать акцент на спутники ДЗЗ, особенно возвращаемого типа, создать полную систему прикладных спутников, включающую спутники связи, метеоспутники, системы предупреждения о ядерных взрывах и ракетном нападении, навигационные и др. спутники, далее на основе спутников возвращаемого типа развивать технологии пилотируемого космического корабля»****

* Ли Даяо. Развитие с китайской спецификой и достижение мировых результатов: всё о китайских КА и их технологиях / Ли Даяо, Цянь Вэньяо // Развитие технологий китайских РН в XX веке / Под ред. Ван Сици. — Пекин: Изд-во «Китайская космонавтика», 2002. — С. 1–21 (на кит. яз.).

** Чжао Цзипин. Чжао Цзючжан // Биографии основоположников проекта «Бомба, ракета и спутник. — Т. 2. — Пекин: Изд-во ун-та Цинхуа, 2001. — С. 21 (на кит. яз.).

*** У Кайлинь. Спутник ДЗЗ возвращается на Землю // Путь молниеносного развития китайской космонавтики. — Пекин: Изд-во «История культуры Китая», 1999. — С. 344 (на кит. яз.).

**** Лу Шоугуань. Рождение первого китайского ИСЗ // Пусть их запомнит история. — Гуанчжоу: Изд-во Цзинаньского ун-та, 1999. — С. 352 (на кит. яз.).

После заседания Проектный институт № 651 создал рабочую группу по спутнику возвращаемого типа, которая обсудила и изучила ключевые вопросы проекта. Первый вопрос — возвращение спутника. В соответствии с указаниями Проектного института № 651, У Чэнкан и другие провели расчет и анализ орбиты, точности посадки, тормозных двигателей, аэродинамики входа в атмосферу и внешней оболочки, силы поперечного смещения, эрозии термостойкого слоя и др., предложили снизить орбиту, проанализировали конкретные технологии возвращения и в марте 1966 года подготовили письменный доклад. Второй вопрос — проект системы управления ориентацией. Чтобы удовлетворить требованиям точности выхода спутника на орбиту и возвращения, Ян Цзячи, Чжан Гофу и др. из НИИ автоматизации АН Китая предложили использовать управление ориентацией методом трехосной стабилизации, тщательно изучили и с помощью компьютерного численного моделирования провели многочисленные испытания и оценку параметров.*

В начале 1966 года в Восьмом проектном институте 7-го министерства машиностроения под руководством генерального конструктора Ван Сицзи началось обсуждение общего проекта первого китайского спутника возвращаемого типа и к концу года были подготовлены предложения по проекту. Под руководством Ван Дахэна и др. два НИИ АН Китая начали разрабатывать фотоаппарат и фотопленку для спутника возвращаемого типа. В период с марта по сентябрь 1967 года Восьмой проектный институт закончил обсуждение проекта и подготовил доклад.** После основания в 1968 году на базе 5-й академии 7-го министерства машиностроения Китайской исследовательской академии космических технологий Восьмой проектный институт вошел в ее структуру и стал головным предприятием-разработчиком спутника возвращаемого типа.

11 сентября 1967 года КОНТОП созвал заседание по обсуждению общего проекта спутника возвращаемого типа, в ходе которого было принято решение о принципиальной реализуемости данного проекта и его соответствии технологическим особенностям Китая. После заседания Восьмой проектный институт 7-го министерства машиностроения по предложениям, сделанным на заседании и внесенным изменениям, еще раз откорректировал общий проект спутника возвращаемого типа. Разработку спутника было предложено разделить на два шага. Первый шаг — разработка фотоаппарата, технологий трехосной стабилизации и возвращения спутника. Планировалось запустить 3–4 экспериментальных спутника. Второй шаг — реализация технологий ДЗЗ и его применения, то есть разработка прикладного спутника.

Китайский спутник ДЗЗ возвращаемого типа со встроенной аппаратурой должен был фотографировать с орбиты заданный район Китая, затем с помощью камеры звездного неба фотографировать заданный участок звездного неба, чтобы потом скорректировать погрешность орбитального положения спутника. После этого капсула с кассетой с отснятой пленкой должна быть возвращена на

* У Кайлинь. Спутник ДЗЗ возвращается на Землю // Путь молниеносного развития китайской космонавтики. — Пекин: Изд-во «История культуры Китая», 1999. — С. 352 (на кит. яз.).

** Современная китайская космонавтика / Под ред. Чжан Цзюнь. — Пекин: Изд-во Китайской академии общественных наук, 1986. — С. 291 (на кит. яз.).

Землю, чтобы получить материалы ДЗЗ. Масса спутника планировалась в пределах 1800 кг. Орбита — околоземная с высоким наклонением. Типичные параметры орбиты (на примере спутника возвращаемого типа запуска 1976 года): перигей — 173 км, апогей — 193 км, период обращения вокруг Земли — 91 мин, наклонение — $59,5^\circ$.^{*} Масса возвращаемой капсулы — 260 кг, масса невозвращаемой части полезной нагрузки — 340 кг. С помощью технологии трехосной стабилизации точность поддержания ориентации по каналам тангажа и рыскания составляла $\pm 1^\circ$, по каналу вращения — $\pm 2^\circ$; стабильность орбитального положения по трем осям — $\pm 0,1^\circ$. Срок работы экспериментального спутника на орбите — трое суток. В перспективе предполагалось это время увеличивать.

Спутник состоял из 11 отдельных систем: конструкции, систем термоконтроля, фотографирования, управления ориентацией, управления операциями, телеметрии, слежения, возвращения, электроснабжения и антенн и структурно делился на приборный отсек и возвращаемую капсулу. Приборный отсек включал силовую раму, фотокамеры для фотографирования земной поверхности и звездного неба, системы управления ориентацией спутника, управления операциями, систему слежения и др. Возвращаемая капсула состояла из корпуса, аппаратуры включения и выключения вращения, тормозного двигателя, системы возвращения, оборудования слежения и телеметрии, кассеты с пленкой и др.

Исходя из ситуации в стране и перспектив развития, был выбран проект большой возвращаемой капсулы, которая по конструкторским решениям была очень похожа на пилотируемый корабль «Восток». Благодаря размерам капсулы можно было снизить требования к полезной нагрузке, чтобы она подходила отсекам служебных систем других спутников возвращаемого типа, повысить орбитальные характеристики спутника, заложить основы для установки аппаратуры ДЗЗ или после некоторой модернизации стать прототипом одноместного пилотируемого корабля.^{**}

Кроме решения обычных технических задач для спутника возвращаемого типа необходимо было сделать прорыв в следующих аспектах: коррекция орбитального положения, торможение, термостойкость, мягкая посадка, сигнальное устройство обнаружения. С 1968 года начались теоретические и экспериментальные исследования в области внешнего облика возвращаемой капсулы, стабильности полета, орбиты возвращения, аэродинамического нагрева и др.^{***}

В 1970 году развернулась разработка макета спутника возвращаемого типа, во второй половине 1969 года — проектирование макетов отдельных систем. В феврале 1970 года проект спутника возвращаемого типа был включен в число ключевых. 12 февраля 1970 года на чрезвычайном заседании по проекту спутника возвращаемого типа руководство КОНТОП потребовало

^{*} Современная китайская космонавтика / Под ред. Чжан Цзюнь. — Пекин: Изд-во Китайской академии общественных наук, 1986. — С. 291 (на кит. яз.).

^{**} Ли Даяо. Ван Сици // Биографии основоположников проекта «Бомба, ракета и спутник». — Пекин: Изд-во университета Цинхуа, 1999. — С. 159 (на кит. яз.).

^{***} У Кайлинь. Спутник ДЗЗ возвращается на Землю // Путь молниеносного развития китайской космонавтики. — Пекин: Изд-во «История культуры Китая», 1999. — С. 345 (на кит. яз.).

от Китайской исследовательской академии космических технологий до конца 1970 года подготовить спутник массой 1000 кг для проведения летного испытания в связке с МБР.

На этапе разработки макета были разработаны структурный макет I, структурный макет II, термовакуумный, электрический и комплексный макеты и проведены многочисленные испытания. В период с ноября 1970 по январь 1971 года Китайская исследовательская академия космических технологий завершила испытание на совместимость элементов бортовой полезной нагрузки. Это комплексное испытание, в котором были задействованы все отдельные системы. Испытания проводили более 80 технических сотрудников из 7 предприятий. В их процессе было решено почти 100 технических вопросов, среди которых два самых больших — электрические и радиопомехи и заедание фотопленки в камере.* В январе 1972 года были завершены испытания электрического макета. В 1972 году сделали еще один макет — инженерный, который прошел вибрационные, шумовые, ударные при разделении и термовакуумные испытания. Летом 1972 года Китайская исследовательская академия космических технологий провела первое испытание электрических цепей бортового и наземного оборудования с тем, чтобы проверить характеристики систем приема телеметрии и управления, правильность интерфейсов и смоделировать синхронность и стабильность работы спутника на орбите. Статические и динамические испытания электрических цепей прошли успешно.**

По многим аспектам спутник возвращаемого типа был новым, поэтому требовалось решить много технических задач, связанных с термостойкостью при входе в атмосферу, возвращением, управлением ориентацией и фотографированием в космосе. В этих целях была проведена серия наземных испытаний, среди которых с возвращением спутника были связаны следующие: термовакуумные испытания, испытание разделения двух модулей, летное, стыковочное и бросковой испытания и т. д.

26 ноября 1975 года в 11:29:52 стартовала РН «Чанчжэн-2» со вторым испытательным образцом спутника возвращаемого типа. Все наземные станции слежения передали информацию, что объект слежения обнаружен, сигнал устойчивый, полет идет нормально, спутник отделился от РН и вышел на орбиту. Перигей орбиты составил 173 км, апогей — 483 км, наклонение — 63°, точность орбитального положения соответствует требованиям. После выхода спутника на орбиту со станции слежения и управления, располагавшейся на континенте, осуществлялось его управление, измерение параметров орбиты, прием телеметрии. 29 ноября в 11:06 возвращаемая капсула приземлилась в провинции Гуйжоу, вернув на Землю экспериментальные материалы ДЗЗ.

7 декабря 1976 года был успешно запущен третий экспериментальный спутник возвращаемого типа. К 10 декабря, когда спутник сделал 47 оборотов вокруг Земли, из центра управления был передан сигнал на изменение ориентации и спутник начал разворот в положение для отделения возвращаемой капсулы, которая приземлилась около полудня. После проверки возвращаемой капсулы, изъятия пленки и магнитного самописца было установлено, что капсула и мате-

* Там же. — С. 347.

** Там же. — С. 348.

риалы не повреждены.* Так Китай овладел наисложнейшей технологией запуска спутника возвращаемого типа и его возвращения.** В период с 26 по 29 января 1978 года во время четвертого летного испытания спутник провел запланированное фотографирование, в результате которого было получено много материалов ДЗЗ. На этом летные испытания спутника были завершены.***

Китайские спутники возвращаемого типа делятся на 6 видов: спутники возвращаемого типа 0 (условное наименование — FSW-0), спутники возвращаемого типа 1 (FSW-1), спутники возвращаемого типа 2 (FSW-2), спутники возвращаемого типа 3 (FSW-3), спутники возвращаемого типа 4 (FSW-4) и «Шицзянь-8» (SJ-8). FSW-0 относятся к китайским фотографическим спутникам возвращаемого типа первого поколения, FSW-1 — фотокартографическим спутникам первого поколения, FSW-2 — спутникам изучения природных ресурсов второго поколения. FSW-0 делятся на две группы: экспериментальные спутники и прикладные спутники, которых всего было запущено 10.****

В период 1977–1980 годов соответствующие предприятия Китайской исследовательской академии космических технологий тщательно исследовали проект прикладного спутника возвращаемого типа и решили использовать результаты предшествующих испытаний. В итоге, прикладной спутник главным образом отличался от экспериментального спутника (их всего было запущено 4 аппарата) следующим: для получения большего количества материалов ДЗЗ время работы спутника увеличили с 3 до 5 суток; изменили угол траектории возвращения, повысили точность приземления возвращаемой капсулы; снизили массу конструкции спутника и массу возвращаемой капсулы; добавили ССД-камеру для испытания технологий электронного фотографирования; увеличили количество параметров телеметрии, получаемых в реальном масштабе времени на последнем временном отрезке после отделения возвращаемой капсулы с тем, чтобы оценить параметры движения капсулы в реальном масштабе времени; увеличили точность измерения угла атаки входа в атмосферу, поверхностных тепловых потоков, температуры и внешнего давления для анализа параметров полета, устойчивости к тепловым потокам и состояния полезной нагрузки после входа возвращаемой капсулы в атмосферный слой; командно-временное устройство возвращения заменили электронным механизмом — на наземном контрольном стенде высвечивался сигнал, что было проще и удобнее; на борту установили еще один метеорадиолокационный ответчик для системы поиска, который работал вместе с наземным радаром для повышения точности определения точки приземления.*****

* Современная китайская космонавтика / Под ред. Чжан Цзюнь. — Пекин: Изд-во Китайской академии общественных наук, 1986. — С. 316 (на кит. яз.).

** У Кайлинь. Спутник ДЗЗ возвращается на Землю // Путь молниеносного развития китайской космонавтики. — Пекин: Изд-во «История культуры Китая», 1999. — С. 353 (на кит. яз.).

*** Там же.

**** Минь Гуйжун. Развитие китайских возвращаемых спутников / Минь Гуйжун, Линь Баохуа // Развитие технологий китайских КА в XX веке / Под ред. Ван Сицзи. — Пекин: Изд-во «Китайская космонавтика», 2002. — С. 39–48 (на кит. яз.).

***** Современная китайская космонавтика / Под ред. Чжан Цзюнь. — Пекин: Изд-во Китайской академии общественных наук, 1986. — С. 317 (на кит. яз.).

9 сентября 1982 года был успешно запущен первый прикладной спутник ДЗЗ возвращаемого типа. Через 5 суток 14 сентября возвращаемая капсула приземлилась в заданной точке в установленное время. В период с 1983 по 1987 год прикладные спутники ДЗЗ возвращаемого типа запускали 5 раз, во всех случаях возвращаемые капсулы приземлились без повреждений, доставив многочисленные информационные материалы ДЗЗ, качество и количество которых было значительно выше по сравнению с экспериментальными спутниками. Успешно прошло испытание CCD-камеры с передачей данных в реальном масштабе времени — фотографии получились четкими.* Четвертый спутник, запущенный 21 октября 1985 года использовали главным образом для исследования территории Китая: был получен значительный объем информации по земельным ресурсам страны, что имело большое значение для планирования развития различных районов страны и макроэкономики. Спутники, запущенные в 1986 и 1987 годах, использовались для экспериментов в условиях микрогравитации с использованием в том числе приборов, предоставленных Францией и Германией.** Были также получены важные результаты в области мониторинга землетрясений, георазведки и других аспектах ДЗЗ.***

Данные китайских спутников ДЗЗ возвращаемого типа использовались и в других областях. Так, например, в 1976 году по ним было обнаружено сильное землетрясение рядом со столицей Румынии, Бухарестом. В Китайской исследовательской академии космических технологий пришли к выводу, что спутник возвращаемого типа также можно применять в соответствующих сферах народного хозяйства. Чтобы продолжить изучение областей применения спутника ДЗЗ возвращаемого типа, сотрудники Академии и управления № 501 предложили сфотографировать с помощью него районы Пекина, Тяньцзиня и Таншаня, а также озеро Цайдам провинции Цинхай. Группа специалистов по ДЗЗ оценила часть снимков с точки зрения разрешения и проанализировала наземные объекты: можно было увидеть обычные дома, круглые здания, мосты, самолеты на стоянке в аэропорту и другие цели.****

Четвертый экспериментальный спутник, запущенный 26 января 1978 года, специально сфотографировал районы Пекина, Тяньцзиня и Таншаня, озеро впадины Цайдам в провинции Цинхай, а также приморские районы общей площадью около 2 млн кв. км (включая повторяющиеся части). Фотографии, сделанные со спутника, оказались очень ценными для изучения национальной территории и запасов полезных ископаемых. Кроме того, использование данных, полученных с помощью спутников ДЗЗ возвращаемого типа полезно для геологических исследованиях землетрясений, разведки водных и лесных ресурсов, строительства портов, измерений береговой линии, мониторинга морского загрязнения и т. д. С их помощью были сделаны и важные археологические открытия. С 21 по 26 октября 1985 года и с 6 по

* Там же. — С. 318.

** Ян Чжаода. Освоение и использование результатов, полученных в условиях космической микрогравитации. Ван Лихэн // Молниеносное развитие Китая. — Пекин: Изд-во «История культуры Китая», 1999. — С. 459–460 (на кит. яз.).

*** Тан Бочан. ДЗЗ и научные эксперименты на китайских спутниках возвращаемого типа, их перспективы / Тан Бочан, Линь Хуабao // Китайская космонавтика. — 2001. — № 7. — С. 14–17 (на кит. яз.).

**** Там же.

11 октября 1986 г. были успешно осуществлены миссии двух спутников, исследовавших национальную территорию, в результате которых были получены комплексные материалы для исследования территории КНР, ее планирования.

FSW-1 — фотокартографический спутник. Его внешний облик схож с FSW-0, взлетная масса — 2100 кг, орбитальный ресурс — 8 суток. По сравнению с серией спутников FSW-0 спутники FSW-1 были перспективней как в плане спутниковой платформы, так и полезной нагрузки. Главные направления технической модернизации и инноваций заключаются в следующем: в системе управления использована новая цифровая технология трехосной стабилизации; установлена широкоугольная фотокамера для съемки земных объектов и фотокамера для съемки звезд; разработана новая система телеуправления, объем команд которой, по сравнению с FSW-0 увеличился более чем в 2 раза; в системе телеметрии использована микрокомпьютерная программируемая система телеметрии, благодаря которой увеличился объем получаемой информации, и повысилась ее надежность; для моноимпульсного радиолокационного ответчика системы слежения и измерения орбиты введена функция работы с несколькими станциями с тем, чтобы они могли вести одновременное измерение параметров орбиты для повышения точности ее определения. Благодаря установке радиолокационного ответчика сократилось время поиска; при вибрационных испытаниях спутника впервые использовано моделирование спонтанной вибрации спутника; разработан комплект системы дополнительных компьютерных измерений и управления, используемый для комплексных измерений.

В период с 1987 по 1993 год было запущено пять спутников серии FSW-1. Возвращаемые капсулы первого, второго, третьего и четвертого спутников приземлились штатно, доставив большой объем фотоматериалов для военных и гражданских потребителей. В технологиях данного спутника был сделан новый прорыв: достигнут мировой уровень фотографического позиционирования объектов.* Данный спутник обеспечивал соответствие всем показателям, заданным как военными, так и гражданскими потребителями, среди которых точность картографирования значительно превысила требуемый показатель; все новые технологии прошли экспертизу; возможности фотографирования и позиционирования для данных спутников вышли на передовой мировой уровень.**

Кроме большого количества высококачественных профессиональных фотографий, на спутниках серии FSW-1 также проводились микрогравитационные эксперименты в условиях 10^{-3} – 10^{-6} g. Каждый из спутников мог нести научное и экспериментально-технологическое оборудование весом 150–180 кг. Например, в 1987 году на первом спутнике провели пассивные эксперименты (экспонирование в условиях космоса) с предоставленными АН Китая 30 видами

* Цзяо Шицзюй. Первая бортовая пленочная камера: развитие технологий ДЗЗ китайских возвращаемых спутников // Развитие технологий китайских КА в XX веке / Под ред. Ван Сицзи. — Пекин: Изд-во «Китайская космонавтика», 2002. — С. 242–255 (на кит. яз.); Сю Фусян. Достижения и перспективы китайской спутниковой программы // Развитие технологий китайских КА в XX веке / Под ред. Ван Сицзи. — Пекин: Изд-во «Китайская космонавтика», 2002. — С. 23–24 (на кит. яз.).

** Цзяо Шицзюй. Первая бортовая пленочная камера: развитие технологий ДЗЗ китайских возвращаемых спутников // Развитие технологий китайских КА в XX веке / Под ред. Ван Сицзи. — Пекин: Изд-во «Китайская космонавтика», 2002. — С. 242–255 (на кит. яз.).

семян и микроорганизмов, которые дали хороший результат. В 1988 году на втором спутнике провели подготовленные китайскими и иностранными специалистами эксперименты в области микрогравитации. В 1992 году на четвертом спутнике были размещены разработанная НИИ № 510 печь для выращивания кристаллов и семена помидоров, предоставленные Китайским обществом космонавтики, были получены кристаллы арсенида галлия диаметром 2,5 см.*

Серия FSW-2 — спутники исследования национальной территории второго поколения. Они полностью унаследовали достижения и опыт предыдущих двух серий. Из 13 отдельных систем спутников восемь были новыми, остальные подверглись существенной модернизации. Общая длина спутников серии FSW-2 — 4,644 м, максимальный диаметр — 2,2 м. В зависимости от полезной нагрузки стартовая масса варьировалась в пределах 2600–3000 кг. Спутник состоял из возвращаемого и приборного отсеков, возвращаемый отсек, в свою очередь, — из возвращаемой капсулы и двигательной установки торможения, а приборный отсек — из модуля обслуживания и герметичного модуля. По сравнению со спутниками серии FSW-1A его масса увеличилась на 43 %, объем герметичного модуля — на 20 %, а орбитальный ресурс — с восьми до шестнадцати суток. Повышение технологического уровня и инновации отразились во многих аспектах, включая размещение бортовых приборов, систему управления трехосной стабилизацией, возможность ограниченной орбитальной коррекции, новую систему программного управления, увеличение объема памяти, вход в атмосферу и возвращение, новое оборудование для моделирующих испытаний и др.**

9 августа 1992 года в 16:00 первый спутник серии FSW-2 был запущен в космос. После 12 дней полета бортовое оборудование работало нормально, и система фотографирования в основном выполнила заданную миссию. В конце работы возникло две проблемы: 1. Двигатель орбитальной коррекции отработал три включения вместо запланированных четырех; 2. В конце работы произошло заедание фотокамеры, в результате чего часть пленки не была использована.*** Через 16 дней работы на орбите 25 августа возвращаемая капсула приземлилась в штатном режиме. Фотографии получились очень четкие, наземное разрешение оказалось лучше заданных показателей.

В периоды с 3 по 7 июля 1994 года и с 20 октября по 4 ноября 1996 года были осуществлены полеты еще двух спутников серии FSW-2. Оба спутника работали штатно, проблем, возникших с первым спутником, не повторилось.****

* Сю Фусян. Достижения и перспективы китайской спутниковой программы // Развитие технологий китайских КА в XX веке / Под ред. Ван Сицзи. — Пекин: Изд-во «Китайская космонавтика», 2002. — С. 23–24 (на кит. яз.); Ван Сицзи. Освоение новой области научных экспериментов в области космической микрогравитации / Ван Сицзи, Линь Баохуа // Развитие технологий китайских КА в XX веке / Под ред. Ван Сицзи. — Пекин: Изд-во «Китайская космонавтика», 2002. — С. 373–387 (на кит. яз.).

** Минь Гуйжун. Развитие китайских возвращаемых спутников / Минь Гуйжун, Л. Баохуа // Развитие технологий китайских КА в XX веке / Под ред. Ван Сицзи. — Пекин: Изд-во «Китайская космонавтика», 2002. — С. 43–44 (на кит. яз.).

*** Линь Хуабao. Разработка нового спутника возвращаемого типа за 28 месяцев // Путь молниеносного развития китайской космонавтики. — Пекин: Изд-во «История культуры Китая», 1999. — С. 367 (на кит. яз.).

**** Там же.

FSW-3 относится к фотокартографическим спутникам второго поколения. После первого запуска 3 ноября 2003 года было еще два успешных запуска. Время полета спутника увеличилось до 18 суток. FSW-4 относится к спутникам изучения природных ресурсов. Первый запуск состоялся 2 августа 2005 года, всего было произведено 2 запуска, в обоих случаях возвращение прошло успешно. Время полета увеличилось до 27 дней. Основные технические характеристики FSW-3 и FSW-4: максимальный диаметр — 220 мм, максимальная высота — 5144 мм, масса спутника FSW-3 — 3,6 т, FSW-4 — 3,9 т; высота орбиты — около 175×510 км.

Более чем за 30 лет было осуществлено 24 запуска спутников ДЗЗ возвращаемого типа шести серий, из них 23 достигли орбиты, а в 22 случаях — возвращаемая капсула успешно приземлилась. Спутники возвращаемого типа использовались для исследования национальных земельных ресурсов, геодезии, мониторинга рек и измерения их береговой линии и т. д. Также в качестве попутной задачи были проведены многочисленные научные эксперименты и получили значительные результаты. Спутники ДЗЗ сыграли важную роль в городском и сельском планировании, гидротехническом строительстве, разведке геологических ресурсов, археологии, космической селекции и др. областях, принесли большую экономическую и общественную пользу. Благодаря разработке спутника возвращаемого типа были решены такие технические задачи, как общее проектирование, производство, крупномасштабные испытания, запуск, слежение и контроль, возвращение капсулы. Разработка FSW-3 и FSW-4 способствовала непрерывному улучшению характеристик платформы спутника возвращаемого типа и повышению характеристик полезной нагрузки. С помощью FSW-3 можно было получить самые точные на то время в Китае космические картографические и географические материалы; FSW-4 может делать фотографии самого высокого разрешения среди китайских спутников.*

«Шицзянь-8» — особый спутник среди китайских спутников ДЗЗ возвращаемого типа. Он специально разработан для космической селекции. Общая длина спутника — 5,144 м, максимальный диаметр — 2,2 м, масса — около 3,6 т. На борту «Шицзянь-8» было более 2000 контейнеров с семенами девяти видов сельскохозяйственных культур, включая зерновые, хлопчатник, масленичные, овощные, фрукты и цветы, и бактериями общим весом около 215 кг, которые были доставлены на высоту 200–400 км для проведения мутагенных исследований в космической среде. Всего было 152 разновидности, включая 133 вида растений, 16 видов микроорганизмов и 3 вида животных. Главная задача полета — исследования в космической области, выращивание новых видов сельскохозяйственных культур, отличающихся большими изменениями в свойствах. На борту было также установлено различное оборудование для исследования космической радиации, микрогравитации и магнитного поля Земли. В ходе полета были проведены сравнительные исследования мутагенного выращивания в условиях космической среды. Полученные данные были использованы для моделирования факторов космической среды при наземных экспериментах, а также было проведено изучение механизмов воздействия факторов космической среды на биобь-

* Тан Бочан. История и перспективы развития ДЗЗ и научных экспериментов на китайских спутниках возвращаемого типа // Китайская космонавтика. — 2001. — № 4. — С. 3–8 (на кит. яз.).

екты. 9 сентября 2006 года РН «Чанчжэн–2С» успешно вывела «Шицзянь–8» на заданную орбиту. После работы на орбите в течение 15 суток возвращаемая капсула приземлилась в районе уезда Суйнин провинции Сычуань в хорошем состоянии, а орбитальный модуль еще в течение трех суток использовался для экспериментов на орбите.

4.4. Телекоммуникационные спутники

Спутники связи — это спутники из семейства прикладных спутников, с которых началось практическое использование космоса. Они отличаются самой большой экономической и социальной эффективностью. С тех пор как США в начале 60-х годов XX века успешно запустили экспериментальный спутник связи, затем спутники связи на вытянутую эллиптическую, синхронную и стационарную орбиты, технологии спутников связи получили быстрое развитие. Их главная особенность — быстрое увеличение емкости, ресурса, помехоустойчивости и сферы применения наземными потребителями. Китай начал разрабатывать спутники связи в середине 70-х годов XX века и успешно запустил первый экспериментальный спутник связи в середине 80-х годов. После этого разработка китайских спутников связи прошла этапы прикладного спутника связи, спутника связи средней емкости и спутника связи большой емкости.

4.4.1. Экспериментальный спутник связи «Дунфанхун–2»

Спутник связи «Дунфанхун–2» — первый вид спутников связи Китая, который используется для обеспечения связи внутри страны. Их существует два типа: экспериментальный и прикладной. Успешная разработка спутника положила начало новому периоду развития технологий связи в Китае.

После успешного запуска первого китайского ИСЗ «Дунфанхун–1» войска связи НОАК Китая для преодоления отсталости китайских коммуникационных технологий предложили использовать спутники связи для обеспечения связью пограничных и отдаленных районов, телевизионного вещания, внутреннего и внешнего радиовещания Центральной народной радиостанции, сообщения с подводными лодками и судами системы управления и контроля КА, военной связи с подразделениями в окраинных районах Китая и т. д. В июне 1970 года Китайская исследовательская академия космических технологий в свете указаний КОНТОП о разработке новых технологий спутников связи организовала рабочую группу по проекту «Дунфанхун–2» и начала его обсуждение, однако в силу различных причин в течение нескольких лет проект спутника связи все еще находился на этапе исследования.*

11 февраля 1974 года 7-е министерство машиностроения созвало плановое заседание, на котором было предложено в ближайший период разработать спут-

* Чжан Юньтун. Первая жемчужина китайской программы спутников связи // Путь молниеносного развития китайской космонавтики. — Пекин: Изд-во «История культуры Китая», 1999. — С. 336 (на кит. яз.).

ник связи «Дунфанхун-2». 19 мая 1974 года премьер Чжоу Эньлай дал указания по разработке спутника связи: «Сначала утвердить направления взаимодействия в производстве спутника связи и сферы его применения, затем распределить задания, составить программу и стимулировать проведение работ».* В июне Госплан созвал заседание, на котором были четко распределены задачи по разработке спутника. В сентябре 7-е министерство машиностроения обсудило проект спутника связи и изучило технические проекты. 17 февраля 1975 года Госплан и КОНТОП совместно подготовили «Доклад о проблемах развития спутников связи в Китае». На 8-е заседании ПК Военного совета ЦК 31 марта доклад был утвержден и передан на рассмотрение в ЦК КПК, Мао Цзэду и Чжоу Эньлаю. 1 апреля доклад был утвержден ЦК. С тех пор проект системы спутниковой связи (включая спутник связи, РН, космодром, систему телеметрии и управления и наземную приемную станцию связи — всего 5 систем) вошел в государственный план под наименованием проект «331». Общее руководство проектом было возложено на КОНТОП.

Спутник связи «Дунфанхун-2» состоял из 10 отдельных систем: связи, конструкционной схемы, управления (управления ориентацией и управления орбитальным положением КА), термоконтроля, электропитания, телеметрии, телеуправления, слежения, антенн и апогейного двигателя. Среди них транспондеры и направленные антенны — полезная нагрузка спутника; подсистемы телеметрии, телеуправления, слежения и всенаправленная антенна подсистемы антенн вместе образуют отдельную систему управления с режимом единых несущих волн, она комплексно используется с системой полезной нагрузки. «Дунфанхун-2» — это геостационарный спутник связи со стартовой массой 900 кг, «сухой» (в незаправленном состоянии) массой — 420 кг и заданным ресурсом активного существования на орбите — 3 года. Внешняя конструкция спутника — круглый цилиндр диаметром 2,1 м, на поверхности которого наклеены фотоэлементы солнечных батарей, над верхней частью корпуса выступают антенны, а из-под нижней — сопло апогейного двигателя, большинство приборов расположено на приборной раме. На борту установлено 2 транспондера С-диапазона.

У общего проекта спутника связи «Дунфанхун-2» были следующие особенности: использовали передовой метод двойной автономной закрутки, механический метод поддержания ориентации на Землю для направленной антенны, остановка закрутки осуществлялась с помощью бесщеточного электромотора; широконаправленная антенна и узкополосный двухконтурный транспондер с максимальной мощностью в середине полосы; для снижения энергозатрат, массы, числа единиц оборудования в системе управления использован метод единой микроволновой несущей; в качестве апогейного корректирующего двигателя использован простой и надежный твердотопливный двигатель; для управления ориентацией, орбитальным положением и скоростью закрутки использовали метод пассивного управления; применена смешанная ресечно-трубная конструкция силовой рамы спутника, в качестве конструкционных использованы композитные и неметаллические материалы. Для большинства приборов были введены схемы

* Чжу Линьюань. Рождение кислородно-водородных двигателя / Чжу Линьюань, Чжу Наошуань // Путь молниеносного развития Китая. — Пекин: Изд-во «История культуры Китая», 1999. — С. 429 (на кит. яз.).

дублирования, в узловых точках электросети использованы двойные соединения и двойные линии; при проектировании электроцепи и конструкции предусмотрены меры защиты от частотных помех, статического электричества, радиационного облучения, магнитных аномалий. Предусмотрено использование спутника для решения побочных задач — четырех экспериментов в области физики верхних слоев атмосферы, исследований перспективных технологий термokon-троля и солнечных батарей.*

После включения проекта спутника в план в 1975 года скорость его реализации заметно увеличилась. Чтобы скоординировать работу разных предприятий-смежников, была создана руководящая группа по спутникам связи, при которой образована техническая координационная группа. В 1976 году КОНТОП созвал рабочее совещание по обсуждению проекта спутниковой связи, на котором была осуществлена координация решения технических вопросов по ее пяти большим системам. В начале 1977 года были разработаны проекты всех отдельных систем спутника, в том числе средств измерения параметров орбиты, механизма прекращения закрутки, усилителя на лампе бегущей волны системы связи и др., завершены электрические испытания.

В октябре 1980 года на созванном в Пекине координационном совещании по проекту спутника связи была вновь проведена координация планов и технических вопросов по разным системам, обсужден проект первого пускового испытания и условия его проведения, составлена программа завершения разработки, проработаны меры повышения качества продукции и обеспечения успеха запуска. В течение почти трех лет — с 1981 по сентябрь 1983 года шел этап производства и испытаний приборов и летного образца в целом.

Экспериментальный спутник связи «Дунфанхун-2» — геостационарный активный спутник связи, его основные характеристики: время одного оборота — 24 часа, наклонение орбиты — 0° , точка стояния — 125° в.д. Отклонение по долготе и широте не превышает $\pm 1^\circ$. Частотный диапазон в соответствии с требованиями Международного союза электросвязи: верхний предел 6225–6425 МГц, нижний предел 4000–4200 МГц. Предоставляемые услуги: телевидение и радиовещание, телефонная, телеграфная, факсимильная связь и др. информация. Время связи: круглосуточная, всесезонная и всепогодная с использованием обоих бортовых транспондеров. Максимальная излучаемая мощность одного транспондера — 7,3 дБВт. Коэффициент передачи и поляризация антенны: использована рупорная направленная антенна, обеспечивающая глобальное покрытие всей территории Земли, максимальный коэффициент в режиме приема — 19,5 дБ, в режиме передачи — 16,5 дБ.**

В период с ноября 1981 по май 1982 года была завершена серия испытаний инженерного макета, включая динамические и термовакуумные испытания, испытания автономной закрутки спутника и испытания спутника на космодроме. В июле 1983 г. завершились первые в Китае приемочные испытания летного образца, которые являются одной из особенностей испытаний спутников связи. Цель таких

* Современная китайская космонавтика / Под ред. Чжан Цзюнь. — Пекин: Изд-во Китайской академии общественных наук, 1986. — С. 325 (на кит. яз.).

** Современная китайская космонавтика / Под ред. Чжан Цзюнь. — Пекин: Изд-во Китайской академии общественных наук, 1986. — С. 328 (на кит. яз.).

испытаний — устранить поломки, возникшие в ходе комплексной сборки из-за недостаточного уровня технологической культуры. В этот раз приемочные испытания включали лишь вибрационные испытания. В сентябре 1983 г. были завершены все подготовительные работы перед выпуском спутника с завода.

29 января 1984 года Китай запустил экспериментальный спутник связи «Дунфанхун-2» с помощью РН «Чанчжэн-3». Так как после второго включения двигатель третьей ступени проработал лишь несколько секунд и выключился, спутник вышел не на заданную сильно вытянутую эллиптическую орбиту, а на низкую околоземную орбиту. На 13-м витке по команде с Земли был включен апогейный двигатель, и спутник был поднят на орбиту высотой 6480 км. Службы, отвечающие за управление полетом, наземные средства управления и эксплуатацию спутника провели следующие испытания: функции переключения на запасной комплект приборов; управления ориентацией, орбитальной коррекции и точностью орбитальной позиции; функций приемопередатчика при разных режимах работы и телеуправлении на разных частотах; измерения максимальной величины и помехоустойчивости элементов системы орбитальных измерений; функции обратного вращения антенны; передачи данных со спутника; телевизионной и телефонной ретрансляции — всего 8 функциональных и 9 технических испытаний.*

8 апреля 1984 года в 19:20 РН «Чанчжэн-3» вывела на орбиту второй экспериментальный спутник связи «Дунфанхун-2». Через 20 минут после старта третья ступень РН достигла заданной орбиты, спутник отделился от ракеты и был стабилизирован вращением со скоростью 37 оборотов в минуту. Полет спутника на сильно вытянутой эллиптической переходной орбите шел нормально. 10 апреля в 8:47 по команде системы телеуправления был запущен апогейный двигатель и спутник вышел на квазистационарную орбиту. 16 апреля 1984 г. в 18:27:57 «Дунфанхун-2» был успешно стабилизирован над экватором в точке стояния 125° в.д., все бортовые приборы работали нормально. Направленная антенна была развернута в сторону Земли, бортовые транспондеры переведены в режим опытной эксплуатации. 17 апреля в 18:00 на спутнике связи начались испытания, которые показали, что все параметры транспондеров соответствуют требованиям.

Успешная разработка спутника «Дунфанхун-2» положила начало истории спутников связи Китая. После успешного запуска второго спутника связи были проведены различные испытания наземных станций связи, в первую очередь — связи с атомной подводной лодкой, в ходе которых были получены хорошие результаты.

1 февраля 1986 года был успешно запущен третий спутник «Дунфанхун-2». Это был уже прикладной спутник радиосвязи. В отличие от экспериментального спутника связи на нем была установлена охватывающая всю территорию Китая направленная параболическая антенна, благодаря которой емкость связи повысилась в 5–6 раз, а качество передачи было лучше, чем на арендованных КНР международных спутниках связи. Зона покрытия спутника с центром в Чэнду и границами на востоке — в Шанхае, на западе — в Лхасе, на севере в Хух-Хото, на юге — в Наньшине составила 48% площади Китая. Прием телевизионного изображения, ретранслированного «Дунфанхун-2», осуществлялся наземными

* Там же. — С. 350.

станциями с помощью антенны диаметром 3 м; При использовании антенны диаметром 4,5 м качество телевизионного изображения соответствовало принимаемому с арендованного международного спутника связи на антенны диаметром 6 м.*

Запуск экспериментального спутника связи «Дунфанхун-2» не мог удовлетворить все потребности Китая в связи, но благодаря его разработке был сделан первый шаг, накоплен богатый опыт решения технических задач, и заложена база для разработки последующих моделей спутников связи.**

4.4.2. Спутник связи «Дунфанхун-2А»

Успешная разработка экспериментального спутника связи «Дунфанхун-2» заложила прочную базу для разработки спутника связи большей емкости. На этой базе Китай разработал прикладной спутник связи второго поколения «Дунфанхун-2А». С 1988 по 1991 год таких спутников было запущено 4, все они успешно вышли на орбиту и эксплуатировались. Срок их активного существования на орбите оказался больше заданного, благодаря чему в конце 80-х — начале 90-х годов в общем количестве используемых КНР транспондеров значительно повысилась доля отечественных спутников связи, что позволило в первой половине 90-х частично удовлетворить потребности заказчиков емкостей китайских спутников. Спутник «Дунфанхун-2А» был разработан Китайской исследовательской академией космических технологий.

Еще в 1980 году разработчики из Китайской исследовательской академии космических технологий предложили идею модернизации спутника «Дунфанхун-2» и с апреля 1984 года начали проектирование. В мае 1984 года КОНТОП одобрил начало разработки. Спутник получил наименование «Дунфанхун-2А», характеристики которого были повышены за счет увеличения количества транспондеров.

В сентябре 1984 года Китайская исследовательская академия космических технологий провела обсуждение реализуемости общего проекта спутника связи «Дунфанхун-2А». В январе 1985 г. были определены технические показатели всех отдельных систем. В разработке спутника следовали трем принципам: 1. Использовать весь потенциал спутника «Дунфанхун-2», повысить качество связи и рабочий ресурс; 2. Повысить надежность спутника так, чтобы он удовлетворял практическим потребностям; 3. Сохранить технические показатели «Дунфанхун-2», проработать проекты модернизируемых систем и провести дополнительные испытания. Эти три принципа впоследствии стали главными в проектировании общей спутниковой платформы.

«Дунфанхун-2А» был модифицирован на базе «Дунфанхун-2». Чтобы обеспечить полезную нагрузку большей мощностью, в спутниковой платформе в условиях сохранения общей площади поверхности солнечных батарей постарались использовать весь потенциал системы электропитания, другие отдельные

* Современная оборонная наука и техника Китая / Под ред. Се Гуана. — Т. 1. — Пекин: Изд-во «Современный Китай», 1992. — С. 405 (на кит. яз.).

** Пэн Чэнжун. Расширение емкости связи, увеличение ресурса: развитие китайских спутников связи // Развитие технологий китайских КА в XX веке / Под ред. Ван Сицзи. — Пекин: Изд-во «Китайская космонавтика», 2002. — С. 54–55 (на кит. яз.).

системы платформы остались без изменений. Количество транспондеров увеличилось с 2 до 4, выходная мощность усилителя мощности — до 10 Вт, приемопередающую антенну сделали параболической, покрывающей всю территорию КНР. Расчетный срок активного существования спутника на орбите составил 4 года, взлетная масса — около 1040 кг. С точки зрения эффективности один спутник «Дунфанхун-2А» приравнивался к трем «Дунфанхун-2».*

7 марта 1988 года с космодрома Сичан был запущен первый спутник связи «Дунфанхун-2А», занявший на геостационарной орбите точку 78,5° в.д. 22 декабря 1988 и 4 февраля 1990 года были успешно запущены второй и третий спутник «Дунфанхун-2А» в позиции 110,5° и 98° в.д., соответственно. Эти три спутника связи официально назывались также «Чжунвэй-1», «Чжунвэй-2» и «Чжунвэй-3». Все они обеспечивали Китай внутренней связью в конце 80-х — начале 90-х годов XX века и дали огромный экономический и социальный эффект.** Их применение в определенной степени удовлетворило сильную потребность Китая в спутниковых транспондерах. Кроме одного транспондера на первом спутнике, который из-за отказа усилителя на лампе бегущей волны очень рано вышел из строя, ресурс остальных транспондеров превысил заданные параметры. Реальный срок эксплуатации спутников превысил запланированный и составил в среднем более 5 лет.***

4.4.3. Спутник связи «Дунфанхун-3»

Телекоммуникационный спутник средней емкости «Дунфанхун-3» — первый китайский спутник связи, созданный для коммерческого использования. В нем применено много новых технологий, за счет которых в 80-е гг. XX в. Китаем был достигнут мировой уровень.****

31 марта 1986 г. Госсовет КНР одобрил доклад Министерства космической промышленности об ускорении развития космических технологий и внес телекоммуникационный спутник связи «Дунфанхун-3» в список ключевых государственных научно-исследовательских проектов. 3 мая КОНТОП заявил о начале разработки спутника. 20 мая 1986 г. Министерство космической промышленности дало распоряжение Китайской исследовательской академии космических технологий о скорейшей подготовке доклада о реализуемости общего проекта и проекта отдельных систем «Дунфанхун-3». В августе генеральным конструктором спутника был назначен Ци Фажэнь, а административным руководителем проекта — Минь Гуйжун. В ноябре 1986 г. Китайская компания радиовещательных спутников выдвинула технические требования к спутнику. После многочисленных

* Пэн Чэнжун. Расширение емкости связи, увеличение ресурса: развитие китайских спутников связи // Развитие технологий китайских КА в XX веке / Под ред. Ван Сици. — Пекин: Изд-во «Китайская космонавтика», 2002. — С. 56 (на кит. яз.).

** Сюй Цинсян. Развитие и применение китайских спутников // Путь молниеносного развития Китая. — Пекин: Изд-во «История культуры Китая», 1999. — С. 421 (на кит. яз.).

*** Ван Цзяшэн. История и перспективы китайских спутников связи // Китайская космонавтика. — 2001. — № 3 (на кит. яз.).

**** Ци Фажэнь. Технологии и применение спутников связи // Космические технологии и модернизация. — Пекин: Изд-во «Космонавтика», 1991. — С. 191 (на кит. яз.).

обсуждений были подготовлены официальные документы по характеристикам связи и техническим параметрам, фиксирующие следующее.

«Дунфанхун-3» — спутник обеспечения внутренней связи с 24 транспондерами С-диапазона: 6 транспондеров средней мощности использовались для передачи телевизионных сигналов, 18 транспондеров низкой мощности — для передачи телефонных, телеграфных, факсимильных и др. сигналов. Планировалось запустить 2 спутника: первый на геостационарную орбиту в точку $125^{\circ}\pm 10^{\circ}$ в.д.; для него использовалась система трехосной стабилизации и предусматривалась возможность однократной смены орбиты; планируемый срок активного существования — не менее 8 лет. Другие технические характеристики: эквивалентная мощность транспондеров на прием — более 34 дБВт, на передачу — более 37 дБВт общая мощность достигает 240 Вт.* Размеры и масса спутника: спутниковая платформа — шестигранная конструкция с центральным силовым нагруженным цилиндром и панелями обшивки. Сам аппарат представляет собой параллелепипед размером $2,22\times 1,72\times 2,2$ м, стартовая масса — около 2260 кг. Платформа состояла из 6 отдельных систем: силовой конструкции, двигательной установки, управления ориентацией и орбитальным положением, электропитания, управления и телеметрии и термоконтроля. Проектирование велось по принципу стандартной платформы.**

Спутник делился на двигательный отсек, отсек связи и отсек обслуживания. Конструкция в основном была изготовлена из композитных материалов для снижения массы и величины тепловой деформации. Единая двигательная система на двухкомпонентном топливе (монометилгидразин и азотный тетраоксид) состояла из апогейного двигателя тягой 490 Н, 14–16 вспомогательных двигателей тягой 10 Н и 2 топливных баков с внутренним диаметром 1.05 м. В системе трехосной стабилизации использовались располагаемые под различными углами вспомогательные двигатели, непосредственное управление разворотом вокруг вертикальной оси не предусматривалось, что уменьшило количество бортовых приборов. Топливо для апогейного двигателя и топливо для системы управления ориентацией и орбитальной позицией хранились в одном баке, что позволяло регулировать расход, поэтому система называлась единой двигательной системой.***

С 25 по 27 февраля 1993 года КОНТОП, министерство авиакосмической промышленности и Китайская компания радиовещательных спутников совместно провели совещание по экспертизе проекта летного образца «Дунфанхун-3», на котором было отмечено, что на этапе изготовления макета были решены технические сложности и завершены проверочные испытания. Основные характеристики макета соответствовали техническим требованиям, отдельные системы работали слаженно. Проект летного образца унаследовал положительные каче-

* Ци Фажэнь. Технологии и применение спутников связи // Космические технологии и модернизация. — Пекин: Изд-во «Космонавтика», 1991. — С. 191 (на кит. яз.).

** Пэн Чэнжун. Расширение емкости связи, увеличение ресурса: развитие китайских спутников связи // Развитие технологий китайских КА в XX веке / Под ред. Ван Сицзи. — Пекин: Изд-во «Китайская космонавтика», 2002. — С. 57 (на кит. яз.); Ван Цзяшэн. История и перспективы китайских спутников связи // Китайская космонавтика. — 2001. — № 3 (на кит. яз.).

*** Фань Бэннао. Спутник связи «Дунфанхун-3» / Фань Бэннао, Цао Чжисянь // Китайская космонавтика. — 1997. — № 7 (на кит. яз.).

ства макета: его характеристики, надежность и безопасность соответствовали техническому заданию и техническим требованиям. Так началась разработка летного образца «Дунфанхун-3».

В 1994 года разработка первого спутника «Дунфанхун-3» была завершена. После завершения всех проверок и наземных испытаний в сентябре спутник был выпущен с завода, а 30 ноября был запущен с космодрома Сичан с помощью РН «Чанчжэн-3А». Поскольку произошла утечка топлива, спутник не смог занять заданную позицию на геостационарной орбите.*

Второй спутник «Дунфанхун-3» был запущен 12 мая 1997 года, а 20 мая был зафиксирован в орбитальной позиции 125° в.д. После начала работы спутник (официальное наименование — «Чжунвэй-6») использовался для телефонной связи, передачи данных, факсимильных сообщений, телевизионных программ, в сетях VSAT и др. Каждый из 24 транспондеров спутника по своим техническим возможностям мог передавать пакет телепрограмм, благодаря новейшей технологии сжатия возможности каждого транспондера расширялись до передачи одновременно до 5 пакетов.

26 января 2000 года в 00:45 разработанный Китайской исследовательской академией космических технологий спутник «Чжунсин-22» был запущен с космодрома Сичан РН «Чанчжэн-3». «Чжунсин-22» — результат модернизации «Дунфанхун-3», его масса — 2,3 т, плановый срок активного существования — 8 лет, главным образом используется для предоставления услуг стационарной связи и занимает на геостационарной орбите позицию 98° в.д. На базе платформы «Дунфанхун-3» также разработан спутник «Синосат-3», который был запущен 1 июня 2007 года.

На базе спутниковой платформы «Дунфанхун-3» также были разработаны космический аппарат исследования Луны «Чан'Э-1», навигационный спутник «Бэйдоу-1» и спутник-ретранслятор «Тяньлянь-1». «Тяньлянь-1» был запущен 5 апреля 2008 года. Благодаря этому спутнику зона связи с китайскими КА с территории КНР увеличилась с 15 до 50 %, возросли возможности управления полетом и передачи данных в реальном масштабе времени. «Тяньлянь-1» был впервые использован во время пилотируемого полета «Шэньчжоу-7» в сентябре 2008 года.**

Для повышения конкурентоспособности Китая в разработке спутников связи в 1998 году началось обсуждение проекта большой стандартной спутниковой платформы нового поколения для геостационарного спутника «Дунфанхун-4». В январе 2001 года завершился предварительный этап, в октябре утвердили проект платформы, а в январе 2002 года перешли к разработке макета. Вес полезной нагрузки для данной платформы составил 600–800 кг, максимальная масса — 5200 кг, плановый срок активного существования — 15 лет. В мае 2002 года спутниковая компания «Синосат» и Китайская корпорация космической науки и техники подписали контракт об изготовлении и запуске спутника «Синосат-2». Он был изготовлен на платформе «Дунфанхун-4», нес 22 транспондера Ку-диапазона большой мощности, выходная мощность в конце ресурса

* Там же.

** У Юань. Краткий обзор современных китайских КА // Международный космос. — 2009. — № 9. — С. 1–9 (на кит. яз.).

составляла 10,5 кВт, стартовая масса — 5100 кг. Таким образом, характеристики и возможности спутника достигли мирового уровня. 29 октября 2006 года РН «Чанчжэн-3В» вывела спутник «Синосат-2» на орбиту.

4.5. Метеорологические спутники

Метеоспутник — это один из видов прикладных спутников ДЗЗ, который очень тесно связан с народным хозяйством и повседневной жизнью населения. С тех пор как США запустили в 1960 году экспериментальный метеоспутник «TIROS», метеоспутникам стали уделять большое внимание все космические державы. Метеоспутники оснащаются фотокамерами, ИК-датчиками, сканирующими радиометрами и др. исследовательскими приборами, благодаря которым они могут получать различную информацию об изменениях атмосферы и предоставлять базовые материалы для составления прогнозов погоды и метеорологических исследований. Китай начал изучать метеоспутники с начала 70-х годов XX века и разработал полярный метеоспутник второго поколения и геостационарный метеоспутник первого поколения.

4.5.1. Метеоспутник «Фэнъюнь-1»

В январе 1969 года премьер Чжоу Эньлай на встрече с представителями Центрального метеоуправления и других организаций указал, что нужно скорее ликвидировать отсталость Китая и «сделать свои метеоспутники». В конце 1969 года метеорологические организации по указаниям премьера Чжоу подготовили техзадание по метеоспутнику. В феврале 1970 года ЦК КПК, Госсовет и Военный совет ЦК дали задание разработать метеоспутник. КОНТОП поручил организацию разработки метеоспутника Шанхаю. В сентябре 1974 года Государственное метеоуправление провело первое обсуждение проекта спутника, в ходе которого утвердили его основное назначение, требования к применению и технические характеристики. В октябре на спутниковом предприятии Шанхая (цех № 701 Шанхайского паротурбинного завода — нынешний Шанхайский НИИ спутниковых систем Шанхайской академии космической техники) началось исследование реализуемости общего проекта и возможных технических проблем. В ноябре 1977 года КОНТОП созвал в Шанхае первое совещание по обсуждению общего проекта метеоспутника и проектов отдельных систем, на котором было утверждено условное наименование проекта — «711» и название метеоспутника для солнечно-синхронной орбиты — «Фэнъюнь-1». В октябре 1985 года КОНТОП включил проект «711» в число ключевых проектов седьмой пятилетки. 18 августа 1986 года Госсовет, Военный совет ЦК КПК утвердили задание на разработку «Фэнъюнь-1» и потребовали провести первое летное испытание в июне 1988 года.*

Среди предприятий, участвовавших в разработке спутника «Фэнъюнь-1», кроме Шанхайского машиностроительного завода «Хуайнь» были Шанхайский

* Лу Чжэнтин. История шанхайской космонавтики / Лу Чжэнтин, Ван Дэхун. — Шанхай: Изд-во Шанхайской академии общественных наук, 1997. — С. 231 (на кит. яз.).

завод источников электропитания «Синьйю» (электропитание спутника), Шанхайский радиозавод № 23 (передатчики систем приема телеметрии в реальном масштабе времени и с задержкой), Шанхайский радиозавод № 21 (двухчастотный передатчик, передатчики снимков в автоматическом режиме и с использованием бортового накопителя), Шанхайский НИИ технической физики АН Китая (телеуправление), Пекинский НИИ космической физики АН Китая (полупроводниковый регистратор космических частиц), Шанхайский завод электроприборов «Янцзы» (бортовое управляющее вычислительное устройство, сигнальное устройство на частоте 8 Гц), Шанхайский завод электросчетчиков (бортовой магнитный самописец) и Шанхайский университет Цзяотун (маховик обратного действия и гироакселератор).*

После того как в начале 1981 года в программу развития китайских космических технологий и систему предприятий-разработчиков были внесены изменения, команда разработчиков спутника «Фэнъюнь-1» сильно изменилась. В процессе стали участвовать входящие в структуру Китайской исследовательской академии космических технологий Общее проектное управление, Пекинский НИИ космического машиностроения и электроники, Пекинский НИИ систем управления и т. д. Они занимались разработкой устройства разделения РН и КА, солнечных батарей, гироакселератора и др. Общим проектированием спутника по-прежнему занимался Шанхайский НИИ спутниковых систем.

В конце 1975 года были предварительно сформулированы предложения по общему проекту спутника: орбита — солнечно-синхронная, прибор ДЗЗ — сканирующий радиомет ИК-диапазона, трехосная система стабилизации, передача данных в реальном масштабе времени и с использованием магнитных самописцев, передача снимков непосредственно в процессе съемки и с задержкой, а также выдвинуты технические требования к РН и технологиям управления и запуска. В ноябре 1977 года КОНТОП провел в Шанхае первое обсуждение общего проекта метеоспутника, на котором было решено заменить сканирующий радиомет ИК-диапазона с низким разрешением 48 циклов в минуту на сканирующий радиомет ИК-диапазона со средним разрешением 120 циклов в минуту, в ИК-зонде использовать соединение кадмий–ртуть–теллур.

В 1979 году на Шанхайском машиностроительном заводе «Хуаинь» был собран макет спутника, изучены места размещения и способы установки бортовых приборов, прокладки кабельной сети, физические параметры спутника и др. В итоге была подтверждена реализуемость проекта. В 1980 году после подготовки макетов всех отдельных систем провели первое лабораторное испытание систем и технологии сборки КА, которые показали, что электрические характеристики и функции всех систем отвечают требованиям, интерфейсы совместимы, передача информации идет штатно. В период 1979–1980 годов структурный макет прошел низкочастотные вибрационные испытания, вращательные, ударные, шумовые и вибрационные испытания, которые показали, что общее размещение приборов в КА и проект конструкции реализуемы, и можно проектировать инженерный макет.

Спутник «Фэнъюнь-1» состоял из 7 отдельных систем: зондирования метеобстановки, передачи снимков, конструкционной схемы, термоконтроля,

* Там же. — С. 232.

электропитания, управления ориентацией, телеметрии и управления, бортового компьютера и антенны. На «Фэнъюнь-1В» дополнительно установили экспериментальную систему сбора данных. Срок орбитального ресурса «Фэнъюнь-1А» — 6 месяцев, «Фэнъюнь-1В» — 1 год. КА представлял собой шестигранную конструкцию размером $1,4 \times 1,4 \times 1,2$ м, система солнечных батарей образована путем симметричной установки трех панелей через соединительный балансир по обе стороны спутника. Спутник выводился на солнечно-синхронную орбиту высотой 901 км. Масса «Фэнъюнь-1А» — 750 кг, «Фэнъюнь-1В» — 850 кг.

В 1981 г. из-за внесения изменений в программу развития национальной экономики запуск спутника «Фэнъюнь-1» перенесли с 1983 г. на период после 1985 г. Из-за возникшего резерва времени метеорологические организации предложили улучшить технические характеристики спутника, в итоге характеристики бортового метеосканера и основные параметры спутника соответствовали характеристикам американского полярного спутника третьего поколения. В июле 1982 г. Шанхайское космическое управление созвало техническое координационное совещание по спутнику «Фэнъюнь-1», на котором была проведена оценка откорректированного проекта создания макета. В октябре Министерство космической промышленности, рассмотрев на заседании № 8210 в Шанхае этот проект, пришло к выводу, что в ключевом оборудовании и по ключевым технологиям достигнуты прорывы, и решило начать разработку макета.

«Фэнъюнь-1А» был запущен 7 сентября 1988 года в 4:30:19. Через 669,50 с спутник отделился от ракеты и вышел на солнечно-синхронную орбиту высотой 900,9 км и наклонением $99,10^\circ$. Период обращения составил 102,89 минуты, орбитальный эксцентриситет — $0,0023$. Через 14,5 минуты после выхода на орбиту Гуанчжоуская станция приема информации получила снимки облаков в реальном масштабе времени с автоматического передатчика снимков и передатчика снимков высокого разрешения; через 1 час 39 минут после выхода на орбиту Урумчийская станция получила снимки облаков на втором витке полета спутника. Пекинский центр провел обработку полученных данных и через 20 минут после запуска спутника выдал первую фотографию высокого разрешения со спутника; в тот же день были обработаны метеоснимки облаков, составленные из полученных Пекинской, Гуанчжоуской и Урумчийской станциями снимков высокого разрешения.

В первые 17 дней после запуска «Фэнъюнь-1А» делал четкие снимки облачного покрова и передавал их на Землю в реальном масштабе времени; система передачи снимков облачного покрова с задержкой ДРТ проводила запись снимков, сделанных при пролете над зарубежными территориями, и затем сбрасывала их на китайские приемные станции. На 39-й день (15 октября 1988 года) из-за сбоя в канале измерений системы управления ориентацией спутника по крену система управления ориентацией вышла из строя, спутник потерял ориентацию, что помешало выполнить весь объем запланированных испытаний КА.

Сбои в получении телеметрии, повышение температуры спутника, резкое падение мощности сигнала сканирующего ИК-радиометра, прекращение работы маховика системы стабилизации относительно вертикальной оси вследствие повышенной температуры, сбой в системе управления ориентацией, а также проблемы со снимками АРТ и черно-белые полосы на снимках HRPT и другие неполадки на спутнике «Фэнъюнь-1А», были устранены на спутнике «Фэнъюнь-1В».

3 сентября 1990 года в 8:53 был успешно запущен «Фэнъюнь-1В». Бортовой сканирующий радиометр вел съемку облачного покрова в непрерывном режиме и через три канала передачи: в реальном масштабе времени, с задержкой и снимков высокого разрешения информация сбрасывалась на Землю. Три наземные приемные станции передавали ИК-снимки облачного покрова в Пекинский центр обработки метеоспутниковой информации. Первый, составленный из фотографий, сделанных на различных витках, ИК-снимок был четким и отображал температурный профиль рек, гор, морского шельфа и открытого моря, других объектов. Работали все пять каналов бортового сканирующего радиометра, проводилось круглосуточное наблюдение Земли и атмосферы, предоставлялись материалы для метеопрогнозов и снимки облачного покрова. В период с 6 по 25 октября 1990 года Центр спутниковой информации Государственной метеорологической администрации КНР обобщил результаты орбитальных испытаний спутника.*

В течение 165 суток работы на орбите «Фэнъюнь-1В» стабильно функционировал и в непрерывном режиме передавал на Землю полученные по 5 каналам высококачественные метео-снимки и изображения цветности морской поверхности. В ходе 6 ежесуточных витков, когда орбита проходила над территорией КНР, на приемные станции сбрасывались снимки заданных районов зарубежной территории. Опробование бортовой системы сбора данных дало очень хорошие результаты. 15 февраля 1991 года запасной компьютер бортовой системы управления ориентацией вышел из строя. После экстренных восстановительных работ в мае спутник снова продолжил работу. Но вскоре снова произошла потеря управления. Время эффективной работы «Фэнъюнь-1В» на орбите составило в общей сложности 234 дня.

В ходе разработки двух спутников «Фэнъюнь-1» были получены многочисленные технические результаты.** Во время штатной работы многие заданные показатели были превышены, что свидетельствовало о достижении высокого уровня проектирования и производства КА.*** Поскольку оба полярных метеоспутника «Фэнъюнь-1» не смогли отработать весь заданный ресурс, для подготовки метеопрогнозов Китай был вынужден использовать данные с зарубежных метеоспутников. После успешного запуска «Фэнъюнь-2» у Китая появился свой собственный источник метеоинформации на геостационарной орбите.

В результате модернизации спутника «Фэнъюнь-1» были созданы метеоспутники второй серии — «Фэнъюнь-1С» и «Фэнъюнь-1Д». «Фэнъюнь-1С» был запущен 10 мая 1999 года. После выхода спутника на орбиту и орбитальных испытаний 22 августа 1999 года спутник начал функционировать в режиме эксплуатации. 15 мая 2002 года на солнечно-синхронную орбиту был запущен

* Мэн Чжичжун. От экспериментального спутника до прикладного спутника: развитие китайских полярных метеоспутников // Развитие технологий китайских КА в XX веке / Под ред. Ван Сицзи. — Пекин: Изд-во «Китайская космонавтика», 2002. — С. 69 (на кит. яз.).

** Мэн Чжичжун. Прославивший Китай метеоспутник «Фэнъюнь-1» // Путь молниеносного развития Китая. — Пекин: Изд-во «История культуры Китая», 1999. — С. 371 (на кит. яз.).

*** Лу Чжэнтин. История шанхайской космонавтики / Лу Чжэнтин, Ван Дэхун. — Шанхай: Изд-во Шанхайской академии общественных наук, 1997. — С. 256 (на кит. яз.).

«Фэнъюнь-1В». Запуск этих спутников означал, что китайские метеоспутники вышли на уровень стабильной работы и могли в непрерывном режиме предоставлять информацию по состоянию земной атмосферы. Первая серия полярных метеоспутников первого поколения «Фэнъюнь-1» относится к экспериментальным спутникам, вторая — к прикладным.

В начале 90-х годов XX века началась разработка спутника второго поколения «Фэнъюнь-3». В марте 1993 года проект был включен в госплан; в июле 1994 года утверждены технические требования к первой партии и бортовым приборам, началось изучение общего проекта. В августе 1996 года был принят исследовательский доклад о реализуемости общего проекта и ключевых технологий.

В октябре 1998 года была завершена отработка технических вопросов по «Фэнъюнь-3» и принято решение о начале разработки.* Назначение спутника «Фэнъюнь-3» — предоставление данных по распределению температур по всей земной поверхности, влажности, давлению, облачному покрову и радиационному фону для подготовки среднесрочных метеопрогнозов; мониторинг стихийных бедствий и экологической обстановки на территориях большой площади; съем физических параметров Земли, исследование глобальных изменений климата и их динамики; предоставление метеоинформации по любому региону мира для авиации, судоходства и военных потребителей. Это имеющий важное прикладное значение для КНР метеоспутник, осуществляющий глобальный, круглосуточный, всепогодный, мультиспектральный, трехмерный мониторинг. На спутнике установлены 9 метеорологических и научных приборов, которые могут выполнять большой объем исследований в интересах метеорологии и научных целях. Характеристики ИК-спектрометра, микроволнового радиометра, других приборов соответствуют устанавливаемым на американских метеоспутниках NOAA.**

27 мая 2008 года был запущен первый спутник «Фэнъюнь-3». После начала его эксплуатации спутники метеонаблюдения Китая вышли на качественно новый уровень. Были не только получены более точные метеопрогнозы, но и стала осуществляться работа по глобальному прогнозированию погоды.

4.5.2. Метеоспутник «Фэнъюнь-2»

В китайской стратегии развития метеоспутников четко указано, что развитие полярных метеоспутников и геостационарных метеоспутников должно идти одновременно. Это вызвано взаимодополняемостью этих двух видов спутников, функционально заменить друг друга они не могут.*** Данные, полученные в высокочастотной области наблюдения с геостационарного метеоспутника, незаменимы

* Мэн Чжичжун. От экспериментального спутника до прикладного спутника: развитие китайских полярных метеоспутников // Развитие технологий китайских КА в XX веке / Под ред. Ван Сицзи. — Пекин: Изд-во «Китайская космонавтика», 2002. — С. 73 (на кит. яз.).

** Ли Цинн. Развитие китайских геостационарных метеоспутников // Международный космос. — 2002. — № 9 (на кит. яз.).

*** Ню Хуаншэн. Здравствуй, «Фэнъюнь-2» // Китайская космонавтика. — 2000. — № 7 (на кит. яз.).

для краткосрочных и сверхкраткосрочных метеопрогнозов, особенно мониторинге и прогнозировании тайфунов, ливней и других стихийных погодных бедствий. Главная роль полярного метеоспутника заключается в двух аспектах: 1. Среднесрочный и долгосрочный прогноз погоды, прогноз климатических изменений, исследования их динамики; 2. Мониторинг глобальной экологической обстановки и стихийных бедствий. Последнее направление развивалось очень быстро вследствие его значительного социально-экономического эффекта.

Проектированием и разработкой геостационарного метеоспутника «Фэнъюнь-2» руководила Шанхайская академия космической техники. В августе 1982 года Шанхайский НИИ спутниковых систем по подготовленным Государственной метеорологической администрацией техническим требованиям начал проводить исследования в области реализуемости проекта геостационарного метеоспутника «Фэнъюнь-2». В декабре того же года был предложен общий проект. После этого началось обсуждение реализуемости общего проекта и проекта отдельных систем и решение технических задач. В марте 1986 года Госсовет КНР утвердил задание на разработку спутника «Фэнъюнь-2». В ноябре того же года было завершено обсуждение реализуемости проекта. В мае 1987 года началась его подготовка. Проект спутника «Фэнъюнь-2» стал одним из 8 ключевых заданий по оборонной науке и технике КНР на 8-ю пятилетку.*

В феврале 1992 года проект летного образца спутника «Фэнъюнь-2» прошел рассмотрение Научно-технического комитета министерства авиакосмической промышленности, и началась разработка макета. В 1993 году были проверены на совместимость все системы спутника (включая его полезную нагрузку), в том числе орбитальное управление многоканальным сканирующим радиометром, техническая доработка стартовой позиции, испытание спутника и наземной системы управления). В обсерватории г. Куньмин провинции Юньнань провели испытание настройки сканирующего радиометра в видимой области спектра, в НИИ № 509 провели испытание настройки ИК-канала и канала водяного пара, инженерный макет прошел комплексные электрические испытания, проверку на утечку, вибрационные и шумовые испытания, термобалансные и термовакуумные испытания.

В середине 80-х годов XX века во время исследования технического проекта «Фэнъюнь-2» Шанхайский НИИ спутникового проектирования после анализа современной ситуации и тенденций развития иностранных геостационарных метеоспутников, а также возможностей китайских космических технологий решил использовать метод самопроизвольной стабилизации положения. Были поставлены технические задачи, которые впервые предстояло решить: технология управления отклонением произвольно вращающегося спутника; технология высокоточного и высокостабильного управления ориентацией, регулирования бортового механизма стабилизации; технология разделения спутника и апогейного твердотопливного двигателя на квазисинхронной орбите; общий проект и технологии трехканального сканирующего радиометра, включая технологию уменьшения веса оптического зеркала диаметром 410 мм, высокочувствительные ИК-компоненты, изготовленные на основе

* Мэн Чжичжун. Развитие китайских метеоспутников / Мэн Чжичжун, Ли Цинн // Китайская космонавтика. — 2001. — № 5 (на кит. яз.).

соединения кадмий–ртуть–теллур, технология охлаждения вращающегося параболического излучателя, технология наземной настройки ИК-приборов и разработка соответствующего оборудования; многофункциональный ретранслятор данных S-диапазона и устройство передачи снимков облачного покрова; технология передачи фотографий со спутника; технология защиты от загрязнения оптической аппаратуры; технология двухдиапазонного сбора и ретрансляции данных на частоте UHF/S; легкая антенна и трехступенное микроволновое шарнирное соединение; технология регулирования генератрис системы электропитания спутника.

Все эти технологии были разработаны и сыграли большую роль в разработке следующих моделей. В 1986 году началась разработка модели «Фэнъюнь–2». Цель — создать спутник, по уровню близкий к зарубежным геостационарным метеоспутникам середины 90-х годов.*

Спутник «Фэнъюнь–2» имеет сквозную цилиндрическую конструкцию высотой 1,606 м, диаметром 2,1 м, взлетная масса составляет 1365 кг, «сухая» масса — 570 кг, бортовое оборудование включает 82 прибора 77 видов (без запасных) и 33 устройства. Разработанный Шанхайским НИИ технической физики АН Китая способный работать в трех волновых диапазонах многоканальный сканирующий радиометр — основной прибор «Фэнъюнь–2». На спутнике также имеется аппаратура измерения параметров космической среды, включая рентгеновское излучение, потоки заряженных частиц, протонных вспышек, электростатических разрядов, аннигиляции одиночных частиц и электромагнитных импульсных помех.

Главные задачи геостационарного метеоспутника «Фэнъюнь–2» включают: получение снимков дневного распределения облачного покрова, ИК-изображений облаков в дневное и ночное время и снимков распределения паров; сбор и передача материалов по мониторингу среды, включая метеорологические, морские, гидрографические данные в зоне покрытия спутника; ретрансляция снимков облачного покрова высокого разрешения и с цифровым расширением в реальном масштабе времени и снимков низкого разрешения; мониторинг данных космической среды в районе орбитальной позиции спутника в интересах исследования спутниковых систем и космической науки.

10 июня 1997 года «Фэнъюнь–2А» был запущен с космодрома Сичан. 17 июня он успешно занял орбитальную позицию 105° в.д. 1 декабря 1997 года спутник был официально передан в эксплуатацию Государственной метеорологической администрации КНР. «Фэнъюнь–2А» соответствовал мировому уровню геостационарных метеоспутников.** Через 5 лет работы все системы спутника нормально функционировали, и даже в условиях, когда охладитель излучателя не был очищен от загрязнения путем нагрева, качество снимков облаков по-прежнему оставалось хорошим.

Проблемы, возникшие на «Фэнъюнь–2А»: разблокировка обратного вращения антенны и солнечные блики на ИК-снимках облачного покрова в зоне тени

* Ли Цин. Руководитель проекта «Фэнъюнь–2» о спутнике // Китайская космонавтика. — 2000. — № 8 (на кит. яз.).

** Синь Юй. Официальный ввод в эксплуатацию метеоспутника «Фэнъюнь–2» // Китайская космонавтика. — 1998. — № 1 (на кит. яз.).

и изображениях водяного пара — были решены для спутника «Фэнъюнь-2В». 25 июня 2000 года в 19:50 «Фэнъюнь-2В» был запущен. 3 июля в 21:29 спутник был зафиксирован в орбитальной позиции 105° в.д. С 4 июля начались орбитальные испытания, включая испытания канала управления, каналов ретрансляции передачи данных, аппаратуры сбора данных, получения ИК-изображений, снимков водяных паров и изображений, полученных в видимой области спектра со сканирующего радиометра и приборов регистрации параметров космической среды. После их завершения 1 января 2001 г. началась эксплуатация спутника.

Во время работы обоих спутников «Фэнъюнь-2» возникали различные проблемы, в результате которых спутник «Фэнъюнь-2А» работал с перерывами, а у «Фэнъюнь-2В» наблюдалось резкое снижение величины сигнала. Для решения этих проблем в проект прикладного спутника «Фэнъюнь-2С», который был запущен 19 октября 2004 года, внесли 256 изменений. 8 декабря 2006 года на орбиту был выведен «Фэнъюнь-2Д». Спутники «Фэнъюнь-2» — связующий элемент в системе государственных метеоцентров и местных метеостанций. После появления этих спутников роль государственных метеоцентров в подготовке прогнозов на местном уровне заметно возросла.* «Фэнъюнь-2» — геостационарные метеоспутники первого поколения, которые смогут работать, как минимум, до 2010 года, а затем постепенно будут заменены спутниками второго поколения «Фэнъюнь-4».

«Фэнъюнь-4» — китайский геостационарный метеоспутник нового поколения, который проектируется по принципу «комплексного сочетания военного и гражданского назначения» и с учетом использования в интересах судоходства, сельского хозяйства, лесной, гидрологической, экологической областях и для научных исследований. В ноябре 1999 года Государственный спутниковый метеоцентр провел второй симпозиум специалистов, на котором были сформулированы предварительные требования к спутнику «Фэнъюнь-4». Будет использоваться метод трехосной стабилизации, основные приборы — десятиканальный двухмерный сканирующий формирователь изображений, интерферометрический вертикальный зонд атмосферы, регистратор молний, ССД-камера и т. д., время формирования изображения земного диска сократится до 15 минут.** Запуск и начало эксплуатации спутника планируется на 2013 год.

4.6. Спутники исследования природных ресурсов Земли

В конце 1970-х годов Центр космической науки и прикладных исследований АН Китая провел обсуждение реализуемости проекта спутника исследования природных ресурсов Земли. Китайская исследовательская академия космических технологий с сентября 1979 года начала обсуждение проекта спутника «Шицзянь-3», а в декабре 1980 года началась подготовка проекта. В феврале 1984 года руково-

* Сюй Цзяньминь. Метеоспутник «Фэнъюнь-2» и перспективы его применения / Сюй Цзяньминь, Го Гуаньшэн // Китайская космонавтика. — 2000. — № 8 (на кит. яз.).

** Ли Цинн. Продолжим путь самостоятельных исследований «Развитие технологий китайских КА в XX веке» / Под ред. Ван Сици. — Пекин: Изд-во «Китайская космонавтика», 2002. — С. 81 (на кит. яз.).

дящая научно-техническая группа Госсовета КНР дала указание передать задание по спутнику исследования природных ресурсов Земли министерству космической промышленности. В сентябре того же года Китайская исследовательская академия космических технологий созвала первое совещание конструкторов, на котором перед ними была поставлена задача ускорить разработку спутника «Шицзянь-3». Так как проект «Шицзянь-3» не удовлетворял требованиям руководства министерства космической промышленности, в июле 1985 года было предложено разработать спутник исследования природных ресурсов Земли «Цзыюань-1». Тогда же была поставлена цель превзойти по техническим параметрам французские спутники «Спот-1, 2» и американские «Лэндсат-4, 5», соответственно данный проект был технически намного сложнее проекта «Шицзянь-3».*

После того, как были выдвинуты предложения по разработке «Цзыюань-1», из-за нехватки средств в течение нескольких месяцев проект не получил большого развития. Только 31 марта 1986 года Госсовет утвердил доклад министерства космической промышленности об ускорении развития космических технологий и принял решение о предоставлении необходимой поддержки для разработки трех прикладных спутников, включая «Цзыюань-1» и РН тяжелого класса. Только тогда началась реализация проекта «Цзыюань-1».

На начальном этапе Китайская исследовательская академия космических технологий искала возможности разработать спутник посредством международного сотрудничества. В это время в Бразилии тоже рассматривали возможность разработки спутника исследования природных ресурсов Земли. 29 мая 1984 года Китай и Бразилия подписали дополнительное «Соглашение о сотрудничестве в области космоса» к межправительственному «Соглашению о научно-техническом сотрудничестве». В период с 1985 по 1987 год Китайская исследовательская академия космических технологий и Бразильская космическая исследовательская академия, отвечающая за развитие космической науки и техники в Бразилии, многократно обменивались визитами руководства и специалистов. В 1987 году Бразилию посетили руководители и специалисты китайского министерства космической промышленности. Бразильское правительство проявило большой интерес к разработке спутника исследования природных ресурсов Земли совместно с Китаем. Затем последовал визит делегации Бразильской космической исследовательской академии в КНР. По итогам переговоров было принято решение о совместной разработке спутника исследования природных ресурсов Земли.** 4 марта 1988 года стороны подписали рамочный документ о совместной разработке спутника. 7 июня того же года министерство авиакосмической промышленности, КОНТОП, министерство иностранных дел, Госплан, Госкомитет по науке и технике и министерство внешней торговли и экономического сотрудничества представили Госсовету КНР доклад «О совместной разработке Китаем и Бразилией спутника исследования природных ресурсов Земли». Во время визита бразильского президента Жозе Сарнея в Китай 6 июля 1988 года в Пекине было подписано «Соглашение между правительствами Китайской

* У Сюань. Спутник надежды: китайско-бразильский спутник исследования природных ресурсов // Китайская космонавтика. — 1999. — № 11 (на кит. яз.).

** Сунь Хунцзинь. Бразильские коллеги глазами китайской спутниковой бригады // Управление космической промышленностью. — 2002. — № 4 (на кит. яз.).

Народной Республики и Федеративной Республики Бразилия о разработке спутника исследования природных ресурсов Земли» и утверждены Китайская исследовательская академия космических технологий и Бразильская космическая исследовательская академия в качестве исполнителей проекта разработки спутника.* Руководство обеих стран назвало данное сотрудничество «примером сотрудничества Юг–Юг в области высоких технологий».**

22 августа 1988 года президент Бразильской космической исследовательской академии Раупп и президент Китайской исследовательской академии космических технологий Минь Гуйжун подписали в Пекине «Соглашение между Китайской исследовательской академией космических технологий и Бразильской космической исследовательской академией о совместной разработке Китаем и Бразилией спутника исследования природных ресурсов Земли». По соглашению стороны на равноправной и взаимовыгодной основе в целях мирного использования космического пространства совместно разработают 2 спутника исследования природных ресурсов Земли. Общий объем инвестиций: спутники — 100 млн долларов, РН и обслуживание запуска — 50 млн долларов, из которых китайская сторона вносит 70 %, а бразильская — 30 %. В соглашении были определены основные технические требования к спутнику «Цзыюань–1» и четыре этапа его разработки: В — обоснования проекта, С — проектирования, Д — производства, Е — летных испытаний. Запуск первого спутника был запланирован на декабрь 1992 года.

В ходе сотрудничества стороны столкнулись с некоторыми трудностями и проблемами такими, как инвестирование в проект, банкротство бразильской компании ESCA, которая отвечала за производство спутника, а также большое расстояние между странами, различные подходы к вопросам проектирования, различный менталитет, языковой барьер и т. д. Все это замедлило процесс разработки спутника и, соответственно, преодоления Китаем отставания в сфере спутников ДЗЗ от мирового уровня. Кроме того, бразильская сторона несколько раз выдвигала требования, идущие в разрез с соглашением, что также сильно сказывалось на темпах разработки. Почти 4 года в период с 1991 по 1994 год проект спутника «Цзыюань–1» практически пребывал в состоянии застоя.***

5 марта 1993 года в ходе визита в Бразилию министра иностранных дел Китая Цянь Цичэня было подписано «Дополнительное соглашение между правительствами Китайской Народной Республики и Федеративной Республики Бразилия о создании спутника исследования природных ресурсов Земли». Правительства обеих стран одобрили и высоко оценили данное сотрудничество и решили оказать поддержку в выделении средств и создании условий. Китайская сторона согласилась с тем, чтобы управление спутником велось и из бразильского центра управления и приема телеметрии. Стороны также четко распределили обязанности по этапам.

* Чжао Чжисян. Классическое произведение сотрудничества Юг–Юг: ответственные из Бразильской космической академии о спутнике «Цзыюань–1» // Китайская космонавтика. — 1999. — № 11 (на кит. яз.).

** Чэнь Июань. Успешный запуск «Цзыюань–1» означает выход китайских космических технологий на новый уровень // Китайская космонавтика. — 2000. — № 3 (на кит. яз.).

*** Цзоу Сайчунь. Чэнь Июань и создание цифровой карты Земли // Многообразная жизнь. — Пекин: Изд-во «Космос», 2001. — С. 367 (на кит. яз.).

Китайская сторона согласилась проводить сборку и испытания второго спутника в Бразилии, при этом бразильская сторона брала на себя расходы по командированию китайских специалистов и доставке оборудования. Благодаря решению этих вопросов, сотрудничество активизировалось.*

Спутник «Цзыюань-1» — китайский спутник передачи данных ДЗЗ первого поколения. В нем использованы достижения французского «Спот-3» и американского «Лэндсат-5», область спектрального покрытия такая же, как у «Лэндсат-5», но больше, чем у «Спот-3»; разрешение такое же, как у «Спот-3», но больше, чем у «Лэндсат-5».**

Предварительный проект спутника «Цзыюань-1» характеризовался следующими параметрами: общая масса — 1450 кг, полезная нагрузка: одна CCD-камера, один мультиспектральный ИК-сканер и одна система сбора данных, предусматривалась возможность использования бортового магнитного записывающего устройства; высота орбиты спутника — 778 км, наклонение — 98,5°, цикл — 26 суток, орбитальный ресурс — 2 года. CCD-камера функционирует в 5 спектральных диапазонах, а ИК-сканер — в 4. Разрешение в видимом и ближнем ИК-диапазонах — лучше 80 м, в дальнем ИК-диапазоне — лучше 160 м, ширина полосы съемки — 119 км. Проект спутника отразил передовой мировой уровень спутников ДЗЗ конца 80-х годов XX века, а большая часть полезной нагрузки и точность поддержания ориентации и орбитального положения достигли мирового уровня 90-х годов.***

Полезная нагрузка спутника помимо системы получения и обработки данных ДЗЗ включала также и два комплекта системы передачи данных в X-диапазоне. После мая 1989 года разработанный бразильской стороной широкозонный формирователь изображений также стал частью полезной нагрузки. Кроме формирователя изображений и отдельной системы сбора данных, остальная полезная нагрузка была разработана китайской стороной.****

Спутник включал 8 систем: разработанные китайской стороной системы управления ориентацией и орбитальным положением, управления сбором и передачей данных, термоконтроля, электросеть, ультракоротковолновую систему телеметрии и разработанные бразильской стороной системы электропитания, телеметрии S-диапазона и силовая конструкции. Бразилия также отвечала за оборудование для наземных электрических испытаний, а Китай — за наземное механическое оборудование.

«Цзыюань-1» был технологически очень сложным проектом, кроме того имелись проблемы и с его финансированием. Это был спутник с самым большим количеством элементов и самой сложной системой из всех спутников, разрабатываемых в Китае. Он вообрал в себя преимущества известных зарубежных спут-

* У Сюань. Спутник надежды: китайско-бразильский спутник исследования природных ресурсов // Китайская космонавтика. — 1999. — № 11 (на кит. яз.)

** Чэнь Июан. Вышедший на новый уровень китайских космических технологий спутник «Цзыюань-1» // Международный космос. — 1998. — № 3 (на кит. яз.).

*** У Сюань. Спутник надежды: китайско-бразильский спутник исследования природных ресурсов // Китайская космонавтика. — 1999. — № 11 (на кит. яз.).

**** Цзун Хэ. Китайско-бразильский спутник исследования природных ресурсов в интересах народного хозяйства // Международный космос. — 2002. — № 9 (на кит. яз.).

ников исследования природных ресурсов Земли и по характеристикам мог конкурировать с ними.* В мире редко встречались спутники с таким количеством элементов полезной нагрузки. В ноябре 1989 года началась разработка макета «Цзыюань-1».

ССD-камера и мультиспектральный ИК-сканер, установленные на спутнике — это высокофункциональное бортовое оборудование, впервые разработанное в Китае. Уровень автоматизации и надежность бортового оборудования были очень высокими. В системе управления, системе управления съемкой и передачей данных, мультиспектральном ИК-сканере и системе мониторинга космической среды было использовано более 30 микропроцессоров и одиночных микросхем. Во многих компьютерах упростили внутренние схемы, повысили функциональность оборудования. Это соответствовало тенденциям развития мировых космических технологий, но вызвало такие проблемы, как защита от излучения, борьба с эффектом одиночных частиц, блокировкой и др., требовались большие усилия для обеспечения надежности программного обеспечения. Для этого Китайская исследовательская академия космических технологий создала группу контроля качества компьютеров, которая занималась проектированием компьютеров, ввела функции дублирования и исправления ошибок для компенсации недостаточных характеристик оборудования и гарантии надежной работы компьютеров. По примеру комплекта стандартов программного обеспечения ЕКА было составлено 8 стандартов программного обеспечения Китайской академии космических технологий в качестве руководства для проектирования, производства и экспертизы.**

В процессе разработки «Цзыюань-1» были созданы ССD-камера, бортовой мультиспектральный ИК-сканер, конструкции панелей солнечных батарей, элементы контроля орбитального положения и др. Другое важное бортовое оборудование включало скоростную систему передачи данных, магнитное записывающее устройство высокой плотности, систему сбора данных, широкозонный формирователь изображений, систему мониторинга космической среды, антенну большой мощности передачи данных X-диапазона, бортовую систему сбора и передачи данных, систему телеметрии в S-диапазоне. Широкозонный формирователь изображений был разработан Бразилией и, несмотря на невысокое разрешение, давал приемлемый сектор обзора. Масса данного оборудования составляла 11,4 кг.***

Новых технологий и нового оборудования на спутнике «Цзыюань-1» было так много, что при создании его приходилось идти на большие риски, что крайне редко бывало в мировой практике.**** Необходимость решения большого количества но-

* Чэнь Юань. Успешный запуск «Цзыюань-1» означает выход китайских космических технологий на новый уровень // Китайская космонавтика. — 2000. — № 3 (на кит. яз.).

** Ли Даяо. ИК-камера и ССD-камера спутника «Цзыюань-1» // Китайская космонавтика. — 1999. — № 11 (на кит. яз.); У Цин. ССD-камера спутника исследования океана за четыре года / У Цин, У Яньлинь // Китайская космонавтика. — 2002. — № 7 (на кит. яз.).

*** Чэнь Юань. Вышедший на новый уровень китайских космических технологий спутник «Цзыюань-1» // Международный космос. — 1998. — № 3 (на кит. яз.).

**** Через тернии к звездам: генеральный конструктор спутника «Цзыюань-1» Чэнь Юань // Международный космос. — 2000. — № 4 (на кит. яз.).

вых задач привела к увеличению сроков разработки спутника. Из-за отсутствия опыта совместных работ, проблем в финансировании и технических трудностей выполнение плана реализации проекта постоянно срывалось.*

14 октября 1999 года в 11:16 первый китайский спутник исследования природных ресурсов Земли был запущен на солнечно-синхронную орбиту РН «Чанчжэн-4В» с космодрома Тайюань. «Цзыюань-1» благополучно отделился от ракеты, раскрылись панели солнечных батарей и выстроена точная ориентация на Землю. На второй день после выхода спутника на орбиту станция приема информации со спутников ДЗЗ в Миюне, г. Пекин, приняла данные съемки в шести спектральных диапазонах (5 — ССД-камеры и шестой — ИК-сканера). Фотографии были очень хорошего качества. 21 октября 1999 года начал работать широкозонный формирователь изображений, в результате и Бразилия, и Китай получили хорошие снимки. Также начала работу система сбора данных. Полученные телеметрические данные показали, что все бортовые системы работают нормально. 13 ноября при одновременной работе ИК-сканера в 4 диапазонах были получены хорошие снимки. 14 ноября бортовой магнитный накопитель произвел сброс данных на китайские наземные станции, снимки получились хорошего качества. За это время также провели испытания функции изменения углового отклонения линзы ССД-камеры, внутренней настройки и регулировки коэффициента передачи, настройки полярной оси на Солнце и т. д.

15 ноября 1999 года ГУВВТ НОАК, Китайский центр применения спутников исследования природных ресурсов и Китайская исследовательская академия космических технологий провели заседание, на котором были подведены итоги первого этапа орбитальных испытаний. Они показали, что спутник нормально функционирует, и все параметры бортового оборудования соответствуют или лучше установленных требований. Второй этап орбитальных испытаний (с 34-х по 80-е сутки полета) — этап оценки качества снимков в Китайском центре применения спутников исследования природных ресурсов.

Весной 2000 г. в Пекине КОНТОП провел церемонию передачи заказчику первого китайско-бразильского спутника исследования природных ресурсов Земли «Цзыюань-1»: предприятие-разработчик — Китайская корпорация космической науки и техники передала спутник Китайскому центру применения спутников исследования природных ресурсов Земли, и он был официально введен в эксплуатацию. «Цзыюань-1» — это спутник с самым большим объемом полезной нагрузки в истории разработки спутников в Китае. Его успешный запуск завершил период, когда у Китая не было спутников изучения природных ресурсов и приходилось покупать данные с зарубежных спутников. «Цзыюань-1» был признан одним из главных десяти научно-технических достижений 1999 года.**

В начале 2000 года КОНТОП организовал работу по оценке использования данных со спутника «Цзыюань-1» и профинансировал 15 соответствующих проектов. Оценочную работу развернули группы, разделенные по разным темам. Во второй декаде мая 1-е управление системного проектирования КОНТОП

* Чэнь Юань. Вышедший на новый уровень китайских космических технологий спутник «Цзыюань-1» // Международный космос. — 1998. — № 3 (на кит. яз.).

** Сдача в эксплуатацию спутника «Цзыюань-1» // Китайская космонавтика. — 2000. — № 3 (на кит. яз.).

поручило группе специалистов по применению спутников, состоящей из Сунь Цзядуна, академика Тун Цинси и др., рассмотреть эти проекты. В результате был сделан вывод, что изображения, получаемые со спутника «Цзыюань-1», очень хорошего качества, спектральное разрешение соответствует заданным требованиям, эффективность использования на уровне американского «Лэндсат»: данные с «Цзыюань-1» могут быть использованы в многочисленных сферах, включая исследование ресурсов, мониторинг стихийных бедствий и защиту окружающей среды. В конце 2000 года 1-е управление системного проектирования КОНТОП рассмотрело 10 образцовых проектов использования «Цзыюань-1» и организовало работу по демонстрации применения данных со спутника.

Данные с китайско-бразильского спутника исследования природных ресурсов Земли получили широкое применение в экономической, научно-технической, военной, внешнеполитической, культурной, образовательной и многих других областях в Китае и Бразилии, в результате этого был получен огромный социальный и экономический эффект, а стабильность работы и высокая надежность спутника получили высокую оценку китайских и иностранных потребителей.*

Оценка генерального конструктора Чэнь Юаня: «Будучи спутником передачи данных ДЗЗ первого поколения, «Цзыюань-1» — настоящий продукт китайского производства. В Китае спроектирован не только сам спутник, но и произведены все его основные узлы, например маховик, привод солнечной батареи, гироскоп, ИК-датчик горизонта, механизм раскрытия панелей солнечных батарей, камера ДЗЗ, скоростной передатчик данных и т. д. Он явился доказательством высочайшего уровня китайских спутников и завоевал для нас славу. Его успешная разработка означает то, что китайские спутники ДЗЗ вышли на новую ступень развития».**

27 октября 2002 года в 11:17 с космодрома Тайюань РН «Чанчжэн-4В» был запущен спутник «Цзыюань-2». Через 10 минут спутник отделился от ракеты. Сианьский центр управления спутниками передал информацию о достижении спутником заданной солнечно-синхронной орбиты и, соответственно, успешном осуществлении запуска. Спутник «Цзыюань-2» главным образом используется для разведки природных ресурсов, мониторинга и охраны окружающей среды, городского планирования, оценки урожайности сельскохозяйственных культур, предотвращения и уменьшения последствий стихийных бедствий, космических экспериментов и др. По сравнению с «Цзыюань-1» он достиг нового уровня по общим техническим параметрам. Эксперты считают, что успешный запуск спутника «Цзыюань-2» и его стабильная работа означают, что китайские космические технологии ДЗЗ постепенно совершенствуются. На базе успешной эксплуатации спутников «Цзыюань-1» и «Цзыюань-2» Китай и Бразилия парализовали соглашение о сотрудничестве по спутникам № 3 и 4.***

* Китайско-бразильский спутник исследования природных ресурсов успешно работает на орбите три года // Китайская космонавтика. — 2002. — 16 октября (на кит. яз.).

** У Сюань. Спутник надежды: китайско-бразильский спутник исследования природных ресурсов // Китайская космонавтика. — 1999. — № 11 (на кит. яз.).

*** Ли Иньси. Преимущественные возможности китайско-бразильского спутника исследования природных ресурсов // Международный космос. — 1999. — № 10 (на кит. яз.).

Спутники ДЗЗ — вид спутников, имеющих очень широкое применение. Китай, кроме возвращаемых спутников ДЗЗ и метеоспутников, разработал несколько других типов спутников ДЗЗ.

В XX веке Шанхайская академия космической техники начала разрабатывать полярные спутники ДЗЗ. 27 апреля 2006 года РН «Чанчжэн-4В» вывела на солнечно-синхронную орбиту высотой 633 км спутник «Яогань-1». Масса спутника — 2,7 т, назначение — научные эксперименты, исследования природных ресурсов, оценка урожайности сельскохозяйственных культур, предотвращение и уменьшение последствий стихийных бедствий и т. д. 25 мая 2007 года с космодрома Цзюцюань РН «Чанчжэн-2Д» вывела на орбиту спутник «Яогань-2». Масса и назначение такие же, как и у первого спутника.* 12 ноября 2007 года РН «Чанчжэн-4С» вывела на солнечно-синхронную орбиту спутник «Яогань-3». 1 декабря 2008 года с космодрома Цзюцюань РН «Чанчжэн-2Д» на низкую околоземную орбиту был запущен спутник «Яогань-4», а 15 декабря 2008 года с космодрома Тайюань РН «Чанчжэн-4В» — спутник «Яогань-5» на солнечно-синхронную орбиту. Данный спутник используется главным образом для сбора и передачи данных по исследованию природных ресурсов, мониторингу и защите окружающей среды, городскому планированию, оценке урожайности сельскохозяйственных культур, предотвращению и уменьшению последствий стихийных бедствий, космических научных экспериментов и т. д. 22 апреля 2009 года с космодрома Тайюань РН «Чанчжэн-2С» вывела на орбиту спутник «Яогань-6», его функции сходны с предыдущими спутниками. До настоящего момента было запущено шесть спутников «Яогань», разработанных Шанхайской академией космической техники.

Спутник «Хайян-1» — первый китайский спутник исследования океана, разработанный для мониторинга морской среды, исследований океанических ресурсов и их использования. Он был запущен 15 мая 2002 года. Спутник «Хайян-1» — экспериментальный прикладной спутник с трехосной системой стабилизации, выводимый на квазисолнечно-синхронную орбиту. Он изготовлен на базе спутниковой платформы «Шицзянь-5», поэтому его относят к микроспутникам. Приблизительная масса спутника — 368 кг, планируемый орбитальный ресурс — 2 года. Полезная нагрузка спутника включает следующее оборудование: сканер морской поверхности, работающий в 10 спектральных диапазонах (2 — ИК и 8 — видимых) с разрешением 1100 м, четырехдиапазонная ССД-камера с разрешением 250 м и система передачи данных в X-диапазоне. Назначение спутника — исследование факторов морской среды, например, концентрации хлорофилла, содержания глины и песка, растворенных органических веществ, температуры воды, морского льда, загрязняющих веществ, подводного рельефа на шельфе и т. д. «Хайян-1» сыграл большую роль в освоении и использовании морских биологических ресурсов, регулировании деятельности речных портов и прокладки фарватеров, мониторинге морского загрязнения, исследовании и освоении ресурсов морской прибрежной зоны и других сферах. 11 апреля 2007 года был успешно запущен спутник «Хайян-1В».

6 сентября 2008 года первая группа микроспутников мониторинга окружающей среды и прогнозирования стихийных бедствий «Хуаньцзин-1А» и

* Лю Линьцзун. 100 SHOW китайской космонавтики. — Пекин: Изд-во «Китайская космонавтика», 2007. — С. 152 (на кит. яз.).

«Хуаньцзин-1В» была выведена на солнечно-синхронную орбиту с фазовым сдвигом 180° . Оба спутника были изготовлены на платформе CAST1000. На «Хуаньцзин-1А» установлены 2 широкозонных ССД-камеры и гиперспектральный формирователь изображений, а на «Хуаньцзин-1В» — 2 широкозонных ССД-камеры и 1 ИК-камера. Они вместе с радиолокационным спутником «Хуаньцзин-1С», который вскоре будет запущен, составят орбитальную группировку микроспутников мониторинга окружающей среды и прогнозирования стихийных бедствий. После выхода спутников на орбиту можно будет получать данные ДЗЗ высокого временного и среднего пространственного разрешения, проводить ежедневные наблюдения большинства регионов Китая, таким образом, значительно снизив ныне существующий дефицит данных ДЗЗ по Китаю, а также повысив возможности Китая в мониторинге изменений окружающей среды, стихийных бедствий и процесса их развития.

4.7. Навигационные спутники

Навигационные спутники имеют огромное военное и техническое значение, так, в частности, американская система GPS получила широкое применение в различных сферах. Китай очень рано начал разработку навигационных спутников. В 1967 году командование ВМС НОАК предложило управлению планирования Китайской исследовательской академии космических технологий разработать навигационный спутник. 9 июля 1968 года КОНТОП дал указание, как можно скорее начать обсуждение проекта разработки навигационного спутника. В ноябре 1970 года обсуждение практически завершилось, и китайский навигационный спутник был назван «Дэнта («Сигнальная башня»)–1». В период с 1972 по 1979 год провели сборку и испытания макета, инженерного макета, образцов для термовакуумных, конструкционных и электрических испытаний. Однако 31 декабря 1980 года КОНТОП принял решение отменить разработку «Дэнта–1».

В 80-е годы XX века представители космической отрасли и ученые Китая предложили разработать китайский навигационный спутник. Так как разработка такой же системы, как американская GPS и российская GLONASS, требует больших затрат и имеет большую сложность, Чэнь Фаньюнь и др. в 1983 году предложили создать два навигационных спутника и запустить их на геостационарную орбиту со сдвигом в 60° . Поскольку положение спутников фиксировано относительно Земли, навигационных подсчетов становится значительно меньше. К тому же, зона покрытия этих двух спутников может включить всю территорию Китая и прилегающие морские акватории, таким образом, снижается себестоимость и стоимость обслуживания навигационной системы, состоящей всего из двух КА. Идея подобной системы была предложена впервые, а за рубежом аналогичный проект был выдвинут лишь в 1998 году.*

На совещании по геодезии, созванном в Нанкине в 1985 году, Чэнь Фаньюнь снова предложил создать навигационную систему из двух спутников. Его

* Ма Цзиншэн. Чэнь Фаньюнь // Биографии основоположников проекта «Бомба, ракета и спутник». — Пекин: Изд-во Ун-та Цинхуа, 1999. — С. 533 (на кит. яз.).

речь привлекла внимание некоторых участников, и Управление картографии ГШ НОАК в 1986 году одобрило начало предварительных исследований.* Навигационная система получила наименование «Бэйдоу-1». 25 сентября 1989 года в Пекине было проведено первое демонстрационное испытание функционирования «двухспутниковой информационной системы скоростного позиционирования». Ее проводили с помощью двух китайских спутников связи на орбите: обработав данные через компьютер, через секунду получили данные о точном географическом положении потребителя с точностью 20 м. Благодаря успешной демонстрации в 1993 году «двухспутниковая информационная система позиционирования» была включена в список задач девятой пятилетки.

Двухспутниковая информационная система скоростного позиционирования состояла из спутников, наземной станции и оборудования терминалов отдельных пользователей. В ней можно было создать структуру управления пользователями, также можно было посредством управления системой организовать регулирование отдельными ее пользователями. Во-первых, космический сегмент ретранслировал данные от базовой станции к потребителям и от потребителей к базовой станции по радиоканалу. Геостационарные спутники в качестве космического сегмента системы были очень подходящими. Во-вторых, площадь, покрываемая геостационарными спутниками, очень большая, и потребители могли круглосуточно определять свое местоположение в зоне покрытия. В-третьих, несмотря на фиксированное положение спутников, требовалась наземная станция управления для измерения их положения и параметров орбиты, а геостационарные спутники как раз предоставляли благоприятные условия для долгосрочного слежения и измерения.**

Необходимо было учитывать некорректность параметров в системе уравнений, запаздывание в передаче радиосигналов и влияние геометрической погрешности системных наблюдений на точность определения положения пользователя — точность варьировалась в зависимости от географической точки в зоне покрытия. Если взять, к примеру, положение спутников «Бэйдоу-1» на геостационарной орбите: один — в точке 103° в.д., а другой — 125° в.д., то точность определения положения пользователей на территории КНР составляла приблизительно 60 м, а после внедрения системы — 10 м.***

Навигационный спутник «Бэйдоу-1» был изготовлен на платформе спутника связи «Дунфанхун-3» с навигационной полезной нагрузкой. Размах панелей солнечных батарей составлял 18,1 м, примерная масса спутника — 2200 кг.

31 октября и 21 декабря 2000 года Китай успешно запустил первый и второй экспериментальные навигационные спутники, что означало создание Китаем своей навигационной системы первого поколения — навигационной системы «Бэйдоу». В конце 2001 года система была официально сдана в эксплуатацию. 25 мая 2004 года был успешно запущен резервный спутник системы — третий

* Там же.

** Основы современной науки и техники / Под ред. Сун Цзяня. — Пекин: Изд-во «Наука», 1994. — С. 259 (на кит. яз.).

*** Чэнь Фаньюнь. Развитие информационной системы позиционирования в Китае / Чэнь Фаньюнь, Лю Чжилин // Китайская космическая наука и техника. — 1987. — № 3. — С. 1–7 (на кит. яз.).

КА «Бэйдоу-1». После испытаний и опытной эксплуатации было решено ввести систему в промышленную эксплуатацию. Для этого была основана компания спутниковых и навигационных технологий «Бэйдоу», которая в июне 2003 года объявила о начале работы операционной обслуживающей платформы «Бэйдоу». Эта платформа через навигационную систему «Бэйдоу» предоставляет услуги навигации, связи и информационного обмена для зарегистрированных пользователей в зоне покрытия. Специалисты прогнозируют, что к 2008 году у данной платформы будет приблизительно 300 тыс. пользователей, а суммарный объем предоставляемых услуг в стоимостном выражении достигнет 3,5 млрд юаней.*

Вместе с тем системе «Бэйдоу» необходима базовая станция для предоставления цифровых карт и передачи пользовательских сигналов «наверх», из-за отсутствия которой количество пользователей, навигационные измерения и позиционирование, другие аспекты очень сильно ограничены. Кроме того, «Бэйдоу» несовместима с GPS, ГЛОНАСС и европейской «Галилео». В этой связи Китаю необходимо на базе достижений навигационной спутниковой системы первого поколения развивать навигационную спутниковую систему второго поколения «Бэйдоу-2», чтобы удовлетворить потребности китайских пользователей в применении спутниковой навигации и обеспечить реализацию долгосрочного экономического сотрудничества.**

4.8. Автоматическая станция исследования Луны

В конце 50-х годов XX века СССР и США запустили первые ИСЗ, и сразу же начали планировать исследование дальнего космоса: начал с исследований Луны, постепенно запустили КА к Марсу, Венере, другим планетам, в результате чего добились ряда достижений в планетных исследованиях и астрономии дальнего космоса. В конце XX века Европа, Япония и Индия также развернули деятельность по исследованию дальнего космоса. В 90-е годы и Китай составил план исследования Луны, речь идет о КА исследования Луны «Чан Э-1».

В 1994 году специалисты космической отрасли начали изучение вопросов необходимости и реализуемости проекта исследования Луны, в 1996 году завершили исследование технического проекта КА исследования Луны, а в 1998 году — анализ требующих решения технических вопросов проекта. Китайская программа исследования Луны прошла длительный десятилетний период изучения и обсуждения, и лишь в январе 2004 года была официально принята и получила наименование «Чан Э». Она включает три этапа: облет, прилунение и возвращение.*** В настоящее время идет реализация первого этапа — облет Луны, составление ее трехмерной карты, исследование содержания и распределения полезных ископаемых и дру-

* Спутники «Бэйдоу-1» запущены в космос: заработала первая платформа «Бэйдоу», разработанная компанией «Бэйдоу Синтун». См. сайт «Бэйдоу Синтун»: www.navchina.com, 13.6.2003

** Академик Тун Кай о развитии китайской навигационной спутниковой системы второго поколения. См. сайт Академии наук Китая: www.cas.ac.cn, 22.10. 2001

*** Полет на Луну / Сост. У Вэйжэнь. — Пекин: Изд-во «Китайская космонавтика», 2007. — С. 20 (на кит. яз.).

гих веществ на поверхности Луны, изучение космической среды между Землей и Луной. Разработка и испытания полезной нагрузки спутника «Чан Э-1» была поручена Китайской исследовательской академии космических технологий и Центру космической науки и прикладных исследований АН Китая.

Четыре главных научных задачи первого этапа программы исследования Луны: составление трехмерной карты Луны, четкая классификация элементов структуры и рельефа поверхности Луны; анализ содержания и особенностей распределения полезных ископаемых и других элементов на поверхности Луны; исследование толщины лунного грунта; исследование космического пространства в области между Землей и Луной.

Научно-исследовательское оборудование «Чан Э-1» включает: микроволновой радиометр, систему мониторинга космической среды, систему управления данными полезной нагрузки и т. д. Микроволновой радиометр оценивает толщину лунного грунта, при этом впервые в мировой практике лунная поверхность будет исследоваться с помощью пассивного микроволнового датчика. Система исследования космической среды состоит из трех приборов, включая детектор солнечных высокоэнергетических частиц, и используется для исследования параметров космической среды между Землей и Луной и около Луны. Полный список оборудования научной полезной нагрузки: ССД-стереокамера (для фотографирования земной поверхности и получения трехмерных изображений Луны); лазерный высотомер; видовой спектрометр (для снятия спектров оптических спектров лунной поверхности); рентгеновский и гамма-спектрометр (для исследования структуры лунной поверхности); микроволновой радиометр (для измерения толщины лунного грунта); приборы измерения яркости и температуры поверхности обратной стороны Луны и в районе полярных областей (будут использованы впервые в мире для исследования Луны); детекторы солнечных высокоэнергетических частиц и низкоэнергетических ионов. «Чан Э-1» предназначен для получения трехмерного изображения поверхности Луны; исследования распределения элементов по поверхности Луны; исследования толщины лунного грунта и запасов гелия-3; исследования космической среды на расстоянии 400 тыс. км от Земли. Ресурс КА — 1 год, облет вокруг Луны планируется совершать в течение года.

«Чан Э-1» разрабатывался на базе спутниковой платформы «Дунфанхун-3» с использованием технологий и оборудования спутника исследования природных ресурсов Земли. Необходимые изменения были внесены в конструкцию, двигательную установку, системы энергоснабжения, управления и передачи данных. КА «Чан Э-1» представляет собой параллелепипед размерами $2 \times 1,72 \times 2,2$ м, по обе стороны которого размещены панели солнечных батарей максимальным размахом в раскрытом состоянии — 18,1 м, масса КА — 2350 кг. Средство выведения — РН «Чанчжэн-3А». Чтобы гарантировать выполнение пуска и повысить надежность, на РН была проведена 41 модернизация.

24 октября 2007 года в 18:05 КА «Чан Э-1» был запущен с космодрома Сичан РН «Чанчжэн-3А». В 18:29 КА отделился от ракеты и вошел на геопереходную орбиту суперсинхронного типа с перигеем 205 км, апогеем 50 930 км и периодом обращения 16 часов. В 18:36 управление спутником было передано Пекинскому центру управления полетами. В 18:59 раскрылись солнечные батареи спутника. 24 октября в 19:15 было объявлено об успешном осуществлении запуска. В по-

следующие десять дней было проведено четыре коррекции орбиты «Чан Э-1» с постепенным увеличением апогея и приближением его к орбите Луны. Посредством двух торможений 5 и 6 ноября КА вошел на лунную орбиту с перигеем 200 км, апогеем 1700 км и периодом обращения 3,5 часа. 7 ноября в 8:24 после третьего торможения «Чан Э-1» вошел на полярную круговую рабочую орбиту высотой 200 км, плоскость которой проходила через южный и северный полюса Луны, с периодом обращения 127 минут.

20 ноября 2007 года Китайская национальная космическая администрация (КНКА) объявила, что спутник «Чан Э-1» работает нормально, основное оборудование полезной нагрузки приведено в рабочее состояние. КА выстроил необходимую трехосную стабилизацию, то есть солнечные панели отслеживали направление на Солнце для максимальной эффективности энергообеспечения, направленные антенны отслеживали Землю для обеспечения связи, оборудование бортовой полезной нагрузки развернуто в сторону Луны, что было необходимо для научных экспериментов. Началась передача данных, и после обработки появился первый снимок Луны. По состоянию на 21 ноября орбитальные испытания и обмен информацией между КА и Землей шли в штатном режиме. 26 ноября КНКА официально опубликовала первый снимок лунной поверхности, полученный с КА «Чан Э-1». 2 и 3 декабря КА провел коррекцию и сформировал орбиту с периселением 193 км и апоселением 194 км. 9 декабря КНКА опубликовала часть данных исследования Луны, а 11 декабря — часть снимков обратной стороны Луны.

За год работы к 7 ноября 2008 года «Чан Э-1» совершил более 4000 оборотов вокруг Луны, 12 полных циклов покрытия всей площади лунной поверхности и осуществил заданные цели: «точно корректировать орбиту, успешно облететь Луну, эффективно ее исследовать и активно функционировать в течение одного года». За год «Чан Э-1», согласно программе, получил трехмерные изображения лунной поверхности в области между 70° южной и 70° северной широты и впервые в полном объеме сфотографировал ее полярные области. 12 ноября 2008 года в 15:05 была опубликована первая в Китае фотография всей поверхности Луны. Говорят, что это самый полный снимок Луны из опубликованных в мире до сих пор.

После годичной эксплуатации, несмотря на выработку планового ресурса платформа «Чан Э-1» была в хорошем состоянии, шло стабильное энергообеспечение, управление ориентацией, термоконтроль, связь и остальные системы были в рабочем состоянии. Чтобы полностью использовать потенциал КА, решили продолжить его работу и собрать как можно больше данных орбитальных экспериментов и провести их на орбитах разной высоты.

Во время летных испытаний на орбите было выполнено много важных научных заданий: получен снимок всей поверхности Луны в полосе от 0° до 70° северной и южной широт, который, по мнению специалистов, является самым полным, самым высококачественным и самым точным снимком поверхности Луны в мире. Кроме того, в качестве дополнительной задачи впервые в истории лунных исследований был сделан снимок поверхности Луны в области от 70° до 90° северной и южной широт; изучено распределение многочисленных элементов по лунной поверхности и содержание в них различных веществ; исследована толщина лунного грунта в различных точках лунной поверхности, оценены запасы

гелия-3 в грунте и особенности его распределения. Китай стал первой страной в мире, которая выполнила эту задачу; исследована лунная среда, получены данные по лунной поверхности и окололунному пространству.*

1 марта 2009 года в 16:13 спутник «Чан Э-1» по команде из Пекинского центра управления полетами точно прилунился в заданной точке в районе Моря Плодородия с координатами 52,35° восточной долготы и 1,50° южной широты. В ходе запланированного падения и во время удара о лунную поверхность CCD-камера «Чан Э-1» передала четкие снимки в реальном масштабе времени.

Китайская лунная программа предусматривает три этапа: «облет», «прилунение» и «возвращение». Запуск «Чан Э-1» — это первый этап. Время второго этапа — 2007–2010 годы, его целью является разработка и запуск КА, который совершит мягкую посадку на поверхность Луны и будет проводить там исследования. Третий этап — 2011–2020 годы, цель — изучение различных участков лунной поверхности, сбор и доставка на Землю проб лунного грунта. В начале этапа предполагается разработка и запуск нового лунохода, который будет проводить разведку района прилунения. Во второй половине этапа после 2015 года — разработка и запуск небольшого грунтозаборного возвращаемого модуля, бура, грунтозаборного устройства, роботизированного манипулятора и других устройств, которые будут служить для сбора характерных образцов лунного грунта и их возвращения на Землю, исследования района прилунения и предоставят данные для дальнейших исследований Луны и выбора местоположения лунной станции. Завершение этой программы выведет китайские космические технологии на новый уровень.

С 60-х годов XX века во время разработки спутников связи и возвращаемых спутников ДЗЗ Китай также разрабатывал технические экспериментальные спутники. В 70-е годы было выполнено 6 запусков таких спутников, 3 из которых прошли успешно. Хотя данные спутники не были внедрены в практику, было освоено много новых технологий. Кроме того, в 90-е годы XX века. Китай разработал спутник «Хайян-1» и навигационный спутник «Бэйдоу-1». Количество китайских прикладных спутников небольшое, но, благодаря постоянной модернизации семейства, был накоплен опыт и заложена техническая база для дальнейшего развития. Кроме того, вузы тоже начали разрабатывать микроспутники, включая «Цинхуа-1», «Шиянь-1», «Шиянь-3», пикоспутник «Чжэда-1» и т. д.

* «Чан Э-1» за жизненный цикл в один год себя показал хорошо, см. сайт Китайской исследовательской академии космических технологий: <http://www.cast.cn/>

Глава 5

Пилотируемая космонавтика Китая

Пилотируемая космонавтика — большое достижение в исследовании космоса, впервые достигнутое в 1960-х годах. Человечеству понадобилось 8 лет после первого полета в космос до пилотируемой посадки на Луне. Под влиянием бума пилотируемой космонавтики в мире Китай очень рано начал исследования в данной области. Затем, в 1990-е годы была официально утверждена китайская пилотируемая программа, а в 2005 году осуществлен полет человека в космос. Цель пилотируемой космонавтики заключается в пересечении человеком границы земной атмосферы и преодолении гравитации Земли, расширении пространства деятельности человечества с суши, моря и атмосферы до космоса, глубоком познании Земли, ее окружающей среды и всей Вселенной, во всестороннем использовании Земли и ее окружающей среды, космической среды и пилотируемых КА для проведения научных исследований и экспериментов, освоении космоса и его богатых ресурсов.

5.1. Ранние исследования в области пилотируемой космонавтики

В 1960-е годы под влиянием СССР и США Китай тоже начал предварительные исследования в области пилотируемой космонавтики. В 1965 году в процессе подготовки плана развития ИСЗ соответствующие органы начали исследовать проект китайского пилотируемого корабля. 9–10 августа 1965 года на 14-м заседании Спецкома ЦК под руководством Чжоу Эньлая запуск первого пилотируемого корабля запланировали на 1979 год. В январе 1966 года АН Китая созвала совещание по обсуждению программы развития спутников, которое проходило под руководством Проектного института № 651. На совещании были изучены вопросы разработки и запуска первого ИСЗ, а также поднят вопрос о пилотируемой космонавтике, но конкретного его обсуждения не проводилось. Тогда возник спор из-за того, какому предприятию поручить разработку корабля, в итоге решения не было принято.*

* Шу Юнь. Реальные факты: запуск китайского космонавта в космос // Пекинская литература. — 2001. — № 11. — С. 22 (на кит. яз.).

В конце марта — начале апреля 1966 года под руководством КОНТОП прошло совещание по проекту космического корабля. В то время существовала программа создания серии спутников, а проекта космического корабля не было. Спецком ЦК посчитал, что настало время заняться космическим кораблем.* Кроме руководства и специалистов 7-го министерства машиностроения и АН Китая в совещании принимали участие три известных специалиста по физиологии и биологии: заместитель директора Военно-медицинской академии НОАК Цай Чи, директор Института биофизики АН Китая Бэй Шичжан и директор Академии традиционной медицины Шэнь Цичжэнь. На совещании с самого начала были большие споры, даже медики не могли прийти к единому мнению. В центре споров был следующий вопрос: включает ли космическая медицина биологию.**

Человек в космосе сталкивается с многочисленными проблемами, связанными с космической медициной. Одни считали, что до пилотируемого полета нужно провести много опытов на животных, глубокие исследования воздействия космического полета на внутренние органы, изменение биологических показателей и молекулярные изменения. Многие эксперименты нельзя проводить на человеке, например, воздействие радиации, исследования эффективности использования различных препаратов для защиты организма от вредного воздействия факторов космического полета и т. д. Поэтому, чтобы гарантировать эффективность работы и здоровье космонавтов, необходимо разработать биологический спутник. Другие считали, что СССР и США уже осуществили многочисленные пилотируемые полеты, и это доказывает, что кратковременное состояние невесомости не сильно сказывается на человеческом организме. А так как многочисленные достижения и исследования в области космической медицины открыты, Китай может их позаимствовать. Следовательно, вносить в пилотируемую космическую программу биологический спутник нет необходимости, следует сразу же запускать пилотируемый корабль.***

Обсуждение продлилось более 20 дней, в итоге, стороны пошли на компромисс, и было принято решение в соответствии с дальнейшим развитием технологий не исключать возможности запуска 1–2 биологических спутников; также можно с помощью зондирующей ракеты запустить животное для проведения медико-биологических исследований в состоянии невесомости. В конце совещания под руководством трех специалистов был подготовлен предварительный проект космического корабля.

По поручению КОНТОП АН Китая с 11 по 25 мая 1966 года провела подготовительное заседание по обсуждению программы разработки серии спутников на 1966–1975 годы при участии соответствующих военных и гражданских структур. На этом заседании Цзя Сыгуан из Военно-медицинской академии сделал доклад о значении пилотируемого корабля, Сю Ляньцан из НИИ психологии АН Китая изложил предварительные соображения о разработке пилотируемого корабля. По вопросам пилотируемой программы идеи были

* Шу Юнь. Реальные факты: запуск китайского космонавта в космос // Пекинская литература. — 2001. — № 11. — С. 23 (на кит. яз.).

** Там же. — С. 22.

*** Там же. — С. 23.

следующие: продолжить развивать пилотируемый корабль на основе спутника возвращаемого типа.*

Возвращаемый спутник являлся ключом к развитию прикладных спутников и пилотируемого корабля первого поколения. В период с 1967 по 1968 год Ван Сици провел предварительные исследования пилотируемого корабля и встал во главе исследования путей развития пилотируемой космонавтики в Китае в 8-м проектно-институте 7-го министерства машиностроения. Участники исследования пришли к выводу, что США и СССР уже отправляли человека в космос, и при недолгом нахождении в состоянии невесомости риска для жизни нет, поэтому до разработки пилотируемого корабля необязательно сначала проводить испытательные орбитальные полеты собаки, обезьяны и других животных. В 1967 г. провели обсуждение общего проекта пилотируемого корабля.** В сентябре того же года группа подготовки общего проекта из 8-го проектного института представила доклад для обсуждения проекта одноместного пилотируемого космического корабля (ПКК). В октябре заместитель министра 7-го министерства машиностроения Цянь Сюэсэнь выслушал отчет по проекту и предложил делать не одноместный, а пятиместный корабль. Он также сказал, что Канцелярия Спецкома ЦК предложила назвать первый китайский ПКК «Шугуан-1». В конце года группа подготовки общего проекта завершила обсуждение 4 проектов: одноместного, двухместного, трехместного и пятиместного кораблей.

После основания Китайской исследовательской академии космических технологий в 1968 году рабочая группа ПКК «Шугуан-1» была отнесена к управлению общего проектирования № 501 данной академии. Но тогда главные силы академии были брошены на разработку первого китайского ИСЗ «Дунфанхун-1», и заниматься проектированием ПКК времени не было. Только после успешного запуска спутника «Дунфанхун-1» 24 апреля 1970 года начали разрабатывать ПКК. 9 ноября 1970 года КОНТОП поручил созвать совещание для обсуждения проекта «Три спутника — один корабль», во время которого представители Китайской исследовательской академии космических технологий доложили результаты подготовки общего проекта ПКК «Шугуан-1». В итоге был принят общий проект двухместного ПКК «Шугуан-1». 27 ноября КОНТОП представил Чжоу Эньлаю и Спецкому ЦК «Проект доклада о разработке ПКК, спутника связи и боевого спутника», в котором предлагалось, чтобы два космонавта управляли кораблем, а максимальная продолжительность полета составляла 8 суток. РН для такого ПКК можно было создать, увеличив радиус действия разрабатываемой в тот период ракеты. На 1973 год планировался запуск ПКК в беспилотном режиме, а пилотируемый полет — на 1974 год.***

В апреле 1971 года началось обсуждение проекта пилотируемой программы, в котором приняли участие более 400 специалистов ракетно-космической отрасли из более 80 организаций Китая. По проекту корабль был двухместный

* Лу Шугуань. Рождение первого китайского ИСЗ // Пусть их запомнит история. — Гуанчжоу: Изд-во Цзинаньского ун-та, 1999. — С. 352 (на кит. яз.).

** Ли Даяо. Ван Сици // Биографии основоположников проекта «Ракета, бомба и спутник» / Под ред. Сун Цзяня. — Пекин: Изд-во ун-та Цинхуа, 2001. — С. 174 (на кит. яз.).

*** Ци Фажэнь. Коротко о развитии китайского пилотируемого корабля // Международная космос. — 2002. — № 12. — С. 1–3 (на кит. яз.).

и сходный по структуре с американским ПКК «Джемини». Затем провели исследования и испытания материалов корабля, испытания на термостойкость и др. Даже приготовили транспортировочное устройство для ПКК и питание для космонавтов.*

В пилотируемой программе одной из важных составляющих были космические медицинские исследования. Для этого КОНТОП решил создать специальную исследовательскую структуру в области космической медицины. 1 апреля 1969 года НИИ биофизики АН Китая, в/ч 236 НОАК, НИИ биологии военной деятельности Военно-медицинской академии НОАК были объединены под наименованием НИИ космической медицины. Все сотрудники носили военную форму, руководство осуществлял КОНТОП. После создания НИИ начался отбор космонавтов. 14 июля 1970 года Мао Цзэдун ознакомился с докладом об отборе космонавтов для ПКК «Шугуан-1».**

После обсуждения проекта из-за изменений в политической обстановке крупным предприятиям Пекина и Канцеляриям военной промышленности разных провинций было не до сотрудничества в производстве ПКК «Шугуан-1», Чанчуньский институт оптической механики не стал заниматься разработкой оборудования для корабля. Так проект был заброшен.

Китайская исследовательская академия космических технологий выполнила фундаментальную работу по разработке «Шугуан-1». Управление № 501 данной академии отвечало за общий проект, конструкцию, термконтроль, антенну, а также конечную сборку и испытания; НИИ № 502 — за системы навигации и управления; НИИ № 504 — за системы телеуправления и электропитания; НИИ № 508 — за системы аварийного спасения, возвращения и мягкой посадки; НИИ № 510 — за часть полезной нагрузки и разработку топливных кислородно-водородных аккумуляторов; станция № 511 — за разработку и тестирование крупнотоннажного наземного испытательного оборудования. Производство и сборка всего корабля были поручены заводу № 529. В результате был накоплен определенный опыт в области общего проектирования ПКК, проделано много работы в области проектирования внешнего облика корабля, распределения массы ПКК, проектировании трубы для системы спасения космонавтов на старте и других систем безопасного спасения, испытаний в аэродинамической трубе. Также большая работа была проделана по исследованию отдельных систем конструкции, энергоснабжения, термконтроля, навигации, телеуправления и связи, управления данными, новых материалов, контроля среды и системы жизнеобеспечения. Часть из систем прошли наземные испытания, еще часть прошла стадию разработки опытных образцов. Например, были проведены испытания катапультных кресел, три раза успешно прошли бросковые испытания системы мягкой посадки. Были созданы образцы системы управления и контроля для ПКК и бортового компьютера. Немало разработок было впоследствии использовано для создания спутниковых систем.

* Священная ракета вызывает на бой небесное пространство: космическая наука и техника / Сост. Ши Лэй. — Пекин: Изд-во Пекинского политехнического ун-та, 2002. — С. 305 (на кит. яз.).

** Шу Юнь. Реальные факты: запуск китайского космонавта в космос // Пекинская литература. — 2001. — № 11. — С. 26 (на кит. яз.).

Хотя в то время Китай уже разработал РН и запустил первый спутник, но из-за того, что разработка ракеты для ПКК требовала еще большей работы, а техническая база была еще достаточно слабой, разработка ПКК не была развернута по всем направлениям. В частности, много вопросов вызывала разработка ракеты для запуска ПКК. Из-за того, что созданная к тому времени МБР уже могла выполнить функции средства доставки, в феврале 1974 года было решено прекратить разработку ракеты с увеличенным радиусом действия. Так, ПКК лишился средства выведения. С другой стороны, много спорили по поводу необходимости развития пилотируемой космонавтики. Те, кто выступали против, считали, что СССР и США соперничали друг с другом, и это не было подкреплено реальными потребностями. Высказывались мнения, что, если использовать средства, необходимые для разработки ПКК, на строительство ГЭС или завода химических удобрений, будет более реальный эффект. Заниматься пилотируемой космонавтикой или нет, зависело от общей мощи государства.

23 октября 1974 года КОНТОП и 7-е министерство машиностроения доложили Военному совету ЦК КПК и Спецкому ЦК, что начиная с 1970 года 7-е министерство машиностроения и соответствующие предприятия начали разработку первого ПКК «Шугуан-1», но, так как темпы работ очень медленные, в проект необходимо внести изменения. На самом деле проект находился в состоянии застоя. Впоследствии Чжоу Эньлай изложил несколько принципов по вопросам ПКК, общий смысл которых заключался в следующем: не надо вступать в космическую гонку с СССР и США, сначала нужно решить все дела на Земле, нужно сделать прикладные спутники, в которых так остро нуждается Китай для государственного строительства. Запасы технических сил недостаточны, государственная космическая стратегия изменилась и стала программой с упором на прикладные спутники, поэтому реализация программы пилотируемой космонавтики была временно приостановлена.*

Несмотря на это, информация о планах Китая разработать ПКК быстро распространилась. Особенно после того, как Китай многократно запустил возвращаемые спутники ДЗЗ, китайская пилотируемая программа стала привлекать все больше внимания за рубежом. Немецкое информационное агентство 11 декабря 1975 года опубликовало статью «Китай сделал шаг к пилотируемому полету», в которой было отмечено: «Мягкая посадка спутника говорит о том, что Китай сделал шаг к пилотируемому полету, однако, будучи развивающимся государством, в ближайшем будущем он вряд ли будет тратить на это деньги». ** Испанская газета «Паис» 12 декабря 1975 года опубликовала статью «Китайские ученые овладели техникой посадки спутника», в которой указывалось: «Это также означает, что китайские ученые решили проблему возвращения, овладели техникой посадки,

* Ци Фажэнь. Прорыв в разработке ПКК «Шэньчжоу»: коротко о развитии китайского пилотируемого корабля // Развитие технологий китайских КА в XX веке / Под ред. Ван Сицзи. — Пекин: Изд-во «Китайская космонавтика», 2002. — С. 27 (на кит. яз.); Священная ракета вызывает на бой небесное пространство: космическая наука и техника / Сост. Ши Лэй. — Пекин: Изд-во Пекинского политехнического ун-та, 2002. — С. 305 (на кит. яз.).

** Влияние иностранных государств, Гонконга и Тайваня на оборонную науку, технику и промышленность Китая // Справочные материалы КОНТОП. — Пекин: Изд-во НОАК, 1993. — С. 270 (на кит. яз.).

развили термостойкие материалы, которые могут противостоять воздействию высокой температуры при входе в атмосферу. Немецкий профессор, специалист в области космонавтики Камински считает, что в Китае очень скоро состоится запуск первого ПКК.* 1 марта 1976 года американская газета «Сатэдэй ньюс» опубликовала статью, в которой говорилось: «Говорят, что в XVI веке был китайский изобретатель Вань Ху, который является одним из настоящих первопроходцев среди путешественников в космос. Он сел на стул, к которому были привязаны две самодельные ракеты, чтобы отправиться в космос, но это ему не удалось. В настоящее время китайцы достигли больших успехов в применении древних ракетных технологий в космическом полете. Китай за последние 7 месяцев запустил 3 спутника Земли. Уровень технической сложности этой космической деятельности заставил многих западных специалистов поверить, что китайские космонавты в конце 70-х годов смогут облететь вокруг Земли».**

Хотя разработка «Шугуан-1» в 1974 году была временно приостановлена, в период работы над проектом были получены отдельные результаты, включая биологические эксперименты с использованием высокоатмосферных зондирующих ракет, другие биологические эксперименты, проведен набор космонавтов, разработано лабораторное оборудование.

5.2. Программа 921

После начала эпохи реформ и открытости в китайской космонавтике был сделан акцент на разработку различных прикладных спутников и РН. Успешная реализация проекта американского шаттла вызвала в мире очень большой резонанс. Многие страны, включая Францию, Англию, Германию, Японию и даже Индию, сразу же стали активно исследовать вопросы разработки многоразовой транспортной космической системы (по типу американского шаттла) и даже воздушно-космического самолета. В условиях такого бума китайские авиакосмические круги также стали планировать развитие космонавтики на новый период. Специалисты и ученые Китая провели огромную исследовательскую работу по вопросам многоразовой транспортной космической системы, орбитальной станции и ПКК и указали путь развития пилотируемой космонавтики Китая. Целью развития китайской пилотируемой космонавтики на длительную перспективу стала разработка и запуск орбитальной станции. Вместе с тем, шли длительные споры по вопросу, какое же использовать решение в транспортной космической системе. В результате исследований и был сформулирован проект создания ПКК, вошедший в государственный план под наименованием Программа 921.

В 1984 году правительство Китая утвердило «Меры в отношении новых вызовов технической революции и использования ее возможностей». Хотя утверждение данной политики находилось лишь на первоначальном этапе, можно сказать, что Китай довольно рано уделил внимание и предложил про-

* Влияние иностранных государств, Гонконга и Тайваня на оборонную науку, технику и промышленность Китая // Справочные материалы КОНТОП. — Пекин: Изд-во НОАК, 1993. — С. 271 (на кит. яз.).

** Там же. — С. 287.

грамму исследования высоких технологий. В начале 1986 года КОНТОП несколько раз созывал совещания специалистов, формат которых позже расширился до рамок АН Китая. Ученый-электронщик Чэнь Фанъюнь на заседании указал, что сегодня, когда так быстро развиваются наука и техника, тот, кто сможет угадать направление развития высоких технологий, тот, возможно, и займет преимущественное положение в международной конкуренции.* Специалист по оптике Ван Дахэн тоже выступил с речью, в которой призвал уделить внимание исследованию высоких технологий.

В последний день заседания Чэнь Фанъюнь пришел домой к Ван Дахэну, обменялся с ним мнениями по развитию высоких технологий в Китае. Они сошлись на том, что, хотя китайская экономика еще не позволяет всесторонне развивать высокие технологии, можно постараться осуществить прорыв в некоторых приоритетных областях. Во время реализации проекта «Бомба, ракета и спутник» китайская мощь была еще не такой большой, но после более чем 10 лет больших усилий удалось разработать атомную бомбу, баллистическую ракету и спутник, и мир посмотрел на Китай другими глазами. Поэтому, чтобы повысить международный авторитет Китая, его конкурентоспособность, нельзя игнорировать область высоких технологий. Специалисты пришли к выводу, что нужно написать в ЦК КПК письмо, в котором надо описать идею развития высоких технологий и внести предложения в ЦК.**

После этого Ван Дахэн составил и внес при помощи Чэнь Фанъюня, Ван Ганьчана и Ян Цзяси исправления в предложение «Об исследовании развития стратегических высоких технологий за рубежом». 3 марта 1986 года это предложение было передано Дэн Сяопину. 5 марта Дэн Сяопин просмотрел его и указал: «Это предложение очень важно... в данном деле нужно скорее принимать решение, нельзя отставать». Вскоре Госсовет КНР собрал более 200 специалистов разных областей для проведения исследований по специальным темам. 21 октября 1986 года были составлены и отправлены в ЦК КПК и Госсовет КНР предложения по конкретному плану достижения Китаем мирового уровня высоких технологий. 18 ноября 1986 года ЦК КПК и Госсовет официально одобрили «Тезисы государственного плана развития высоких технологий», которые известны как Программа 863. Общая цель данных тезисов — сконцентрировать лучшие кадры с тем, чтобы уменьшить разрыв с развитыми странами в сфере выбранных высоких технологий, подтолкнуть научно-технический прогресс, сформировать группу высококвалифицированных технических кадров нового поколения, создать условия для будущего высокотехнологичного производства и для китайского экономического и социального развития, безопасности и обороны в конце XX века, и особенно в начале XXI века.***

* Ма Цзиншэн. Чэнь Фанъюнь // Биографии основоположников проекта «Бомба, ракета и спутник» / Под ред. Сун Цзяня. — Пекин: Изд-во ун-та Цинхуа, 2001. — С. 534 (на кит. яз.).

** Ма Сяоли. Ван Дахэн // Биографии основоположников проекта «Бомба, ракета и спутник» / Под ред. Сун Цзяня. — Пекин: Изд-во ун-та Цинхуа, 2001. — С. 113 (на кит. яз.).

*** См. сайт объединенной канцелярии Программы 863 Министерства науки и техники: www.863.org.cn/863_95/863briefing

Программа 863 охватывала семь направлений развития высоких технологий с акцентом на 15 главных темах. Из этих семи направлений космические технологии заняли 2-е место: требовалось сократить отставание от мирового уровня в определенных областях, обеспечить поступательное развитие и использовать имеющийся потенциал. Акцент был сделан на крупных РН, ПКК для мирных целей, орбитальной станции и других космических научных исследованиях.

Программа 863 — план развития высоких технологий, а не проект разработки отдельных систем. Он практически сразу вызвал сильный резонанс в мире. В феврале 1987 года английский журнал «Спэйс флайт» опубликовал статью «Китайская космическая деятельность», в которой было указано: «В 70-е годы в одном из выпусков новостей сообщалось, что Китай составляет пилотируемую программу и опубликованы фотографии подготовки космонавтов. В сентябре 1986 года китайцы сказали, что они снова начали реализацию пилотируемой программы... Китай уже создал имитационный модуль многоразовой транспортной космической системы и занимается подбором космонавтов. Китайские чиновники сообщили, что благодаря теоретическому прорыву и прорыву в области ключевых технологий пилотируемая космонавтика Китая в ближайшем будущем может стать реальностью... уже готова система жизнеобеспечения, решены вопросы космического питания, воды и одежды. Китай уже создал Космический исследовательский центр, в котором можно проводить опыты. Он и станет базой подготовки китайских космонавтов».*

Еженедельная газета «Авиация и космос» 29 июня 1987 года опубликовала статью «Китай развивает перспективные технологии пилотируемой космонавтики», в которой говорилось, что «для создания в 90-е годы пилотируемой программы Китай уже начал развивать технологии и составлять план. Некоторые китайские лаборатории и НИИ специально занимаются исследованиями пилотируемых космических технологий, администраторы отвечают за космические исследования и составление конкретных программ, инженеры и техники начали поиски американских компаний для оказания технической помощи в данной области». Также говорилось, что «лучшим полетом китайского космонавта станет участие в полете американского шаттла в 90-е годы в качестве специалиста по полезной нагрузке. Китай уже три года назад начал разрабатывать скафандр. Пекинский НИИ космической медицины также занимался разработкой технологий управления состоянием окружающей среды на борту ПКК. Создано Управление пилотируемыми космическими полетами, которое занимается подготовкой космонавтов».**

Французский космонавт Патрик Бодри осенью 1988 года после визита в Китай сказал: «Если китайское правительство выделит больше денег на космическую программу, уже в 2000 году можно будет отправить человека в космос, а в начале XXI века — запустить шаттл. С технологической точки зрения, у них есть возможность осуществить пилотируемый космический полет»***.

* Влияние иностранных государств, Гонконга и Тайваня на оборонную науку, технику и промышленность Китая // Справочные материалы КОНТОП. — Пекин: Изд-во НОАК, 1993. — С. 620 (на кит. яз.).

** Там же. — С. 634.

*** Там же. — С. 667.

Действительно, после утверждения Программы 863 Китай начал длительные исследования, обсуждения и планирование в области пилотируемой космонавтики. В апреле 1986 года в Пекине была создана группа специалистов космической области с ученым Ту Шаньчэном во главе. Главная миссия группы — провести повторное обсуждение перспективных высоких технологий в космической области, особенно технических путей развития пилотируемой космонавтики. Тогда у членов группы были различные мнения по поводу развития китайской пилотируемой космонавтики. Одни считали, что надо начинать с ПКК и осуществлять проект «транспортной космической системы», другие предлагали сделать передовую высокотехнологичную многоразовую транспортную космическую систему или даже воздушно-космический самолет в качестве транспортной космической системы. Так участники обсуждения проекта спорили 3 года.* Данный спор в полной мере продемонстрировал научный и демократичный дух и стал важной основой для последующего решения правительства.

В это время обсуждение проектов начали исследовательские предприятия и вузы системы КОНТОП, министерств авиационной и космической промышленности и АН Китая. Многие предприятия совместно или самостоятельно предложили немало проектов многоразовой транспортной космической системы или ПКК, проанализировали и изучили конкретные технические решения, ключевые технологии, вопросы реализуемости и экономичности. Было проведено много симпозиумов под эгидой правительственных структур. После долгого обсуждения члены группы специалистов космической области в 1989 году практически пришли к единому мнению: так как проект ПКК больше соответствует национальной стратегии, развитие пилотируемой космонавтики Китая должно начинаться с корабля. В июне 1990 года предприятия министерства авиакосмической промышленности единодушно согласились начать с ПКК. К этому времени было достигнуто единое мнение по поводу путей развития пилотируемых космических технологий в рамках министерства авиакосмической промышленности.**

Исследования в области пилотируемой космонавтики, проводимые группой специалистов космической области Программа 863, носили системный характер. Общий план развития китайской пилотируемой космонавтики не был проектом разработки отдельных систем. Что касается того, какова будет конструкция ПКК и как осуществлять проект, решения пока принято не было.

Хотя все единодушно согласились, что развитие китайской пилотируемой космонавтики надо начинать с ПКК, и в качестве цели поставить развитие орбитальной станции, для того, чтобы проект ПКК был утвержден на государствен-

* Священная ракета вызывает на бой небесное пространство: космическая наука и техника / Сост. Ши Лэй. — Пекин: Изд-во Пекинского политехнического ун-та, 2002. — С. 305 (на кит. яз.); Ци Фажэнь. Прорыв в разработке ПКК «Шэньчжоу»: коротко о развитии китайского пилотируемого корабля // Развитие технологий китайских КА в XX веке / Под ред. Ван Сицзи. — Пекин: Изд-во «Китайская космонавтика», 2002. — С. 27 (на кит. яз.).

** Ван Юнчжи. Пилотируемая программа / Ван Юнчжи, Сунь Гунлин // Научно-технические достижения КНР (1999/2000). — Пекин: Изд-во «Высшее образование», 2000. — С. 3–40 (на кит. яз.); Ци Фажэнь. Кратко о развитии китайского пилотируемого корабля // Международный космос. — 2002. — № 12. — С. 1–3 (на кит. яз.).

ном уровне, нужно было проделать много работы. Для содействия утверждению проекта 7 января 1991 года министерство авиакосмической промышленности создало «Группу совместного обсуждения пилотируемой космонавтики». Через 3 месяца обсуждений группа предложила общий проект системы ПКК, технические показатели и требования к ПКК, что стало основой для дальнейших обсуждений. 19 апреля 1991 года министерство авиакосмической промышленности поручило трем предприятиям провести обсуждение проекта.

Китайская исследовательская академия космических технологий внесла изменения в общий проект, в конце июня 1991 года закончила обсуждение технического проекта и 30 июня представила доклад о результатах министерству авиакосмической промышленности. В докладе было проведено сравнение и анализ многочисленных проектов ПКК и рекомендованы два проекта. В июне того же года Спецком ЦК заслушал «Справку о развитии китайской пилотируемой космонавтики», подготовленную группой специалистов в области космоса, и «Справку о развитии китайской пилотируемой космонавтики и ее применении», подготовленную КОНТОП. Спецком ЦК склонялся к предложению группы специалистов, требовалось лишь более подробно пояснить цели развития пилотируемой космонавтики в Китае.* Министерство авиакосмической промышленности и КОНТОП поручили трем группам продолжить обсуждение проекта ПКК. К 31 декабря 1991 года результаты обсуждения были представлены в министерство.

8 января 1992 года Спецком ЦК снова заслушал «Справку о значении и роли развития пилотируемой космонавтики в Китае» группы специалистов в области космоса и «Справку об организации обсуждений реализуемости пилотируемой программы» КОНТОП. На заседании пришли к выводу, что с политической, экономической, научно-технической и военной точки зрения в Китае необходимо развивать пилотируемую космонавтику. Было принято решение поручить КОНТОП провести обсуждение технической и экономической реализуемости проекта ПКК.**

20 января 1992 года партгруппа министерства официально поручила передать разработку ПКК Китайской исследовательской академии космических технологий. 24 января было создано организационное собрание по ПКК, на котором было объявлено о создании группы обсуждения проекта ПКК. 27 января КОНТОП сообщил о проведении обсуждения технической и экономической реализуемости проекта ПКК.

В период с января по июнь 1992 года в духе указаний КОНТОП и по поручению партгруппы министерства Китайская исследовательская академия космических технологий провела обсуждение реализуемости проекта ПКК, в июне 1992 года подготовила доклад «О технической и экономической реализуемости ПКК» и представила его в виде «белой книги». В докладе были более четко описаны форма, масса, примерные проекты отдельных систем, технические показатели, бюджет, конструкция и ключевые технологии. Его приняли на заседании

* Ван Юнчжи. Пилотируемая программа / Ван Юнчжи, Сунь Гунлин // Научно-технические достижения КНР (1999/2000). — Пекин: Изд-во «Высшее образование», 2000. — С. 31 (на кит. яз.).

** Там же.

по рассмотрению и утверждению проекта, состоявшемся 25–30 июня 1992 года. 1 августа 1992 года ЦК КПК, заслушав отчет, высказал мнение: «Пилотируемая космонавтика — важная составляющая часть космических технологий, важная сфера развития высоких технологий современного мира. Чтобы усилить общую мощь и оборонную мощь страны, стимулировать научно-технический прогресс, подготовить мощные научно-технические кадры, повысить авторитет государства, усилить гордость и консолидацию нации, необходимо занять определенное место в данной области. Концепция развития пилотируемой космонавтики в Китае осуществима. Разработка ПКК — первый шаг в этом направлении, это самый масштабный, самый сложный с точки зрения систем и технологий проект в истории китайской космонавтики до настоящего времени. Обоснования реализуемости, представленные КОНТОП, очень глубокие и надежные».*

21 сентября 1992 года Генеральный секретарь ЦК КПК, Председатель КНР Цзян Цзэминь руководил расширенным заседанием Политбюро ЦК, на котором заслушал доклады о реализуемости и отчет по техническим проектам, оценке затрат и методам осуществления проекта ПКК. После обсуждения все единодушно согласились с мнением 70-го заседания Спецкома ЦК одобрить начало выполнения китайской пилотируемой программы. Разработки по пилотируемой программе можно разделить на 4 этапа: проектирование, создание макета, создание летного образца и испытание ПКК в беспилотном режиме, а также летное испытание ПКК. Так как датой утверждения Спецкомом ЦК китайской пилотируемой программы был январь 1992 года, а расширенное заседание ЦК КПК утвердило программу 21 сентября, китайскую пилотируемую программу называли Проектом 921.**

В ноябре 1992 года Китайская исследовательская академия космических технологий создала структуру для руководства проектом ПКК: Ци Фажэня назначили генеральным конструктором, а Ван Голиня административным руководителем (в августе 1995 года эту должность по совместительству также занял Ци Фажэнь). В НИИ № 501 академии была создана лаборатория комплексного проектирования ПКК, которая отвечала за общее проектирование систем ПКК. Так как в то время еще формировалась кооперация предприятий-исполнителей, и проходил отбор сотрудников, академия приняла решение до обсуждения проекта еще раз подробно рассмотреть доклад по технической и экономической реализуемости проекта ПКК, подготовленный в июне 1992 года, с точки зрения общей оптимизации, определения задач, показателей, функций и принципов системы, ее состава и связей интерфейсов, а также темпов разработки, подсчетов затрат и условий обеспечения. После рассмотрения было подтверждено, что общий проект реализуем.

В апреле 1993 года началось обсуждение проекта ПКК. В декабре того же года обсуждение было завершено. В его процессе было решено подготовить комплект общих стандартов ПКК и три комплекта технических стандартов, каждый из которых был отдельно проанализирован. 13 отдельных систем кора-

* Ван Юнчжи. Пилотируемая программа / Ван Юнчжи, Сунь Гунлин // Научно-технические достижения КНР (1999/2000). — Пекин: Изд-во «Высшее образование», 2000. — С. 31–32 (на кит. яз.).

** Священная ракета вызывает на бой небесное пространство: космическая наука и техника / Сост. Ши Лэй. — Пекин: Изд-во Пекинского политехнического ун-та, 2002. — С. 308 (на кит. яз.).

бля тоже подверглись обсуждению. В 1994 году ПКК был назван «Шэньчжоу». В январе того же года началось его проектирование. В июле 1994 года начался этап разработки макета корабля.

Программа 921 — общее наименование китайской пилотируемой космонавтики. Кроме ПКК «Шэньчжоу», он включает еще шесть систем: подготовки космонавтов, научных исследований и экспериментов, РН, запуска, посадки, управления и контроля — всего семь больших систем. Так как пилотируемая космонавтика охватывает много сфер, наличествуют очень строгие требования к продукции, много участвующих предприятий-разработчиков и вовлеченных регионов, для эффективной координации работ по всем системам и реализации всего проекта в целом была образована двухзвенная структура руководства: Ван Юнчжи был назначен генеральным конструктором, а начальник ГУВВТ НОАК Ли Цзинай — административным руководителем.

5.3. Разработка пилотируемого космического корабля «Шэньчжоу»

Корабль «Шэньчжоу», являющийся ключевым звеном в китайской пилотируемой программе, привлек внимание всего мира. Он доставляется на орбиту с помощью РН, выполняет научные исследования или стыкуется с орбитальной станцией в околоземном пространстве, обеспечивает ротацию экипажей станции и пополнение ее материальными ресурсами, снова входит в атмосферу и безопасно возвращается на Землю. В основном ПКК являются средствами однократного использования. Кроме запуска человека в космос ПКК еще может использоваться в качестве перевозчика между космическими станциями, также может выступать в качестве маленькой космической лаборатории для проведения исследований, экспериментов и ДЗЗ. Поэтому ПКК — пилотируемый КА широкого применения, транспортная космическая система. Главная цель разработки китайского ПКК — овладеть основными космическими пилотируемыми технологиями и основными знаниями в области космической медицины; провести сближение и стыковку двух КА (из которых по крайней мере один — пилотируемый КА) и выход космонавта в открытый космос и другие испытания; транспортировать на орбитальную станцию космонавтов и ресурсы; выступать в качестве спасательного корабля; проводить прикладные и фундаментальные научно-технические эксперименты; создать условия для пилотируемого полета на Луну и другие планеты.

После успешного запуска в СССР первого ПКК «Восток-1» в 1961 году СССР и США разработали другие, такие ПКК как «Восход», «Союз», «Меркурий», «Джэмини» и «Аполлон». При разработке ПКК «Шэньчжоу» Китай не пошел по пути США и СССР, а сразу же поставил себе очень высокую планку. С точки зрения технического уровня и функций корабля, «Шэньчжоу» достиг уровня еще существующего российского корабля «Союз» третьего поколения.*

* Ци Фажэнь. Прорыв в разработке ПКК «Шэньчжоу»: коротко о развитии китайского пилотируемого корабля // Развитие технологий китайских КА в XX веке / Под ред. Ван Сицзи. — Пекин: Изд-во «Китайская космонавтика», 2002. — С. 30 (на кит. яз.).

Китайский ПКК «Шэньчжоу» является кораблем-спутником, который состоит из трех модулей и одного отсека (орбитальный модуль, возвращаемый модуль, двигательный модуль и дополнительный отсек), снабжен двумя парами вращающихся панелей солнечных батарей, запускается по баллистической схеме. После выполнения задания орбитальный модуль остается на орбите на несколько месяцев для продолжения исследований космической среды и технических экспериментов. Проект «Шэньчжоу» в некоторых аспектах лучше иностранных ПКК третьего поколения: он не только делает Китай третьей страной в мире, овладевшей пилотируемыми космическими технологиями, но и обеспечивает Китаю уровень технологий ПКК, соответствующий или превышающий уровень технологий российского ПКК третьего поколения. Ниже приведена сравнительная таблица данных китайского, советских и американских ПКК разных поколений (см. табл.).*

Порядок расположения трех сегментов корабля «Шэньчжоу» сверху вниз: орбитальный модуль, возвращаемый модуль и двигательный модуль. На переднем конце орбитального модуля устанавливается стыковочный механизм, который используется для стыковки ПКК и других КА в космосе. У такого порядка есть один недостаток: возвращаемый модуль, находящийся посередине, должен осуществить разделение два раза, то есть сначала отделиться от орбитального модуля, а затем — от двигательного. Очевидно, что это увеличивает риски. Если же установить возвращаемый модуль сверху, то есть по схеме «возвращаемый модуль — орбитальный модуль — двигательный модуль», то тогда перед посадкой возвращаемому модулю надо отделиться лишь один раз, а орбитальный модуль и двигательный модуль останутся в соединенном состоянии на орбите, и можно будет продолжать использовать ресурсы двигательного отсека. Такой порядок повышает надежность разделения, но в то же время создает новую проблему: чтобы космонавту на орбите было удобно выходить из орбитального модуля, должен открываться нижний люк возвращаемого модуля, соединенного с орбитальным модулем.

Но во время входа возвращаемого модуля в атмосферу для сопротивления набегающему высокотемпературному воздушному потоку дно модуля обычно направлено вперед, и, если в дне модуля сделать люк, то возникнут проблемы с термостойкостью, так как зазор между крышкой люка и самим люком очень уязвим в этом отношении. Кроме того, на сферическом переднем конце возвращаемого модуля конструктивно сложно установить стыковочный механизм. После сравнительного анализа многочисленных факторов было решено сверху поместить орбитальный модуль, а под ним — возвращаемый модуль.**

Передняя часть возвращаемого модуля ПКК «Шэньчжоу» имеет сферическую форму с переходным люком в орбитальный модуль. Возвращаемый модуль — центр управления кораблем, внутри него установлены кресла, в которых размещаются космонавты при старте, подъеме и возвращении. Перед креслами

* Ци Фажэнь. Прорыв в разработке ПКК «Шэньчжоу»: кратко о развитии китайского пилотируемого корабля // Развитие технологий китайских КА в XX веке / Под ред. Ван Сици. — Пекин: Изд-во «Китайская космонавтика», 2002. — С. 29 (на кит. яз.).

** Чжу Илин. Последняя воля подлежит исполнению (часть 2) // Международный космос. — 2001. — № 8 (на кит. яз.).

Таблица

Страна	СССР	СССР	СССР	США	США	США	Китай
ПКК	Восток	Восход	Союз ТМ	Меркурий	Джэмини	Аполлон	Шэньчжоу
Стартовая масса/т	4,73	5,68	7,7	1,35	3,2–3,8	46	7,8
Сегменты	СА ПАО	СА ПАО шлюзовая камера	БО СА ПАО	СА парашютный отсек	СА ПАО	командный модуль ПАО лунный посадочный модуль	орбитальный модуль возвращаемый модуль двигательный модуль
Масса СА/т	2,48	3,05	3,7	1,18	1,8–2,36	6	
Форма СА	сфера	сфера	шара	усеченный конус	усеченный конус	усеченный конус	шара
Экипаж/чел.	1	3	3	1	2	3	1–3
Старт	баллистический	баллистический	баллистический/ аэродинамическая подъемная сила	баллистический	баллистический/ аэродинамическая подъемная сила	баллистический/ аэродинамическая подъемная сила	баллистический/ аэродинамическая подъемная сила
Стартовая перегрузка	9–10	9–10	3–4	8–9	4–6	6	
Посадка	катапультное кресло	СА	СА	СА	СА	СА	СА
Способ посадки	парашют	парашют	парашют/двигатели мягкой посадки	парашют	парашют	парашют	парашют/двигатели мягкой посадки
Год разработки	1958		1962	1958	1961	1961	1992

(СА – спускаемый аппарат, ПАО – приборно-агрегатный отсек, БО – бытовой отсек)

установлена приборная панель, на которой отображается работа всех бортовых систем и оборудования. По ней космонавт контролирует работу приборов и в случае необходимости управляет работой бортовых систем и оборудования. Модуль оборудован тремя откинутыми до полугоризонтального положения креслами, при которых имеется самое необходимое оборудование, включая измерительные приборы, рукоятку для ручного управления, оптическое прицельное устройство для сближения и стыковки, осветительный фонарь и оборудование связи. Возвращаемый модуль «Шэньчжоу» имеет герметичную конструкцию и является самым большим в мире для ПКК данного типа.*

Орбитальный модуль — место, где работают и живут космонавты после выхода корабля на орбиту. Кроме предметов первой необходимости — еды, воды, спального мешка и туалета, здесь имеется приборное оборудование для научных экспериментов. На внешней части переднего конца модуля установлена аппаратура сближения и стыковки, а на дне имеется люк для перехода в возвращаемый модуль. По обеим сторонам орбитального модуля размещаются панели солнечных батарей, солнечные датчики и различные антенны, а также другие конструкции. На верхней части орбитального модуля есть переходный отсек, который используется для стыковки с другими КА или для исследования космоса.

Если проводить сравнение с ПКК, разработанными в СССР и США, то ПКК «Шэньчжоу» больше всего похож на «Союз»: они оба состоят из трех модулей. Возвращаемый и двигательный модули «Шэньчжоу» аналогичны спускаемому аппарату и приборно-агрегатному отсеку «Союза», соответственно. Последовательность расположения трех модулей одинаковая. Разница кораблей состоит в том, что после возвращения космонавта в спускаемом аппарате «Союза» бытовой отсек остается на орбите и больше не используется. А у орбитального модуля «Шэньчжоу» есть возможность его дальнейшего использования. После возвращения космонавтов на Землю в возвращаемом модуле оставшийся на орбите орбитальный модуль продолжает получать энергию за счет солнечных батарей, а приборное оборудование в модуле функционирует в автономном режиме без участия космонавтов, как на спутнике. Так, потенциал корабля используется в большей мере, и поэтому намного увеличена сфера применения корабля в космосе, продлен ресурс выполнения научных экспериментов, и повышена общая эффективность использования корабля. В определенном смысле орбитальный модуль «Шэньчжоу» выступает в качестве самостоятельной космической платформы. Такие конструкторские особенности «Шэньчжоу» отразили технические инновации и специфику проектирования китайского ПКК.**

Двигательный модуль, соединенный с орбитальным модулем, также называется приборным отсеком и имеет форму близкую к усеченному конусу или цилиндру. В верхней части установлены двигательная система управления ориентацией и орбитальным положением (включает двигатели и топливо), система электропитания, газовые баллоны, баки с водой, другое оборудование. Отсек выполняет функции обеспечения и обслуживания, то есть приводит корабль в дви-

* Хуэй Вэньгун. Пилотируемый запуск «Шэньчжоу» — вопрос ближайших дней // Международный космос. — 2002. — № 12. — С. 11 (на кит. яз.).

** Ци Фажэнь. Кратко о разработке китайского пилотируемого корабля // Международный космос. — 2002. — № 12. — С. 1–3 (на кит. яз.).

жение, управляет ориентацией, производит смену орбиты и торможение, а также обеспечивает космонавтов кислородом и водой. Внутри установлено 4 главных двигателя большой тяги и верньерные двигатели малой тяги, а по обе стороны отсека — основные панели солнечных батарей, площадью более 20 м².

Очень сложна технология безопасного возвращения корабля. Требуется уменьшить скорость, провести коррекцию орбиты, перейти в возвращаемый модуль, затем приходится переносить огромную перегрузку во время входа модуля в плотные слои атмосферы на высокой скорости, высокую температуру в несколько тысяч градусов, возникающую в результате сильного трения между модулем и атмосферой, и удар о землю при посадке. После входа возвращаемого модуля в плотные слои атмосферы начинает работать система управления возвращением, раскрывается парашют и происходит дальнейшее снижение скорости; перед посадкой для осуществления мягкой посадки возвращаемого модуля на низкой скорости (ниже 2–3 м/с) и обеспечения безопасности возвращения космонавтов на Землю начинает работать система мягкой посадки. Площадь основного парашюта «Шэньчжоу» после раскрытия составляет 1200 м². Наличие в Китае в результате продолжительного периода разработок, запуска и посадки возвращаемых спутников богатого опыта и надежных технологий заложило прочную базу для безопасного возвращения ПКК «Шэньчжоу».

Очень опасным является старт корабля. Чтобы гарантировать безопасность, в верхней части советского ПКК «Союз», американских ПКК «Меркурий» и «Аполлон» устанавливали систему аварийного спасения (САС), функция которой заключалась в том, чтобы при аварии во время запуска РН сразу же начинал работать двигатель САС и корабль быстро отделялся от ракеты. Корабль «Шэньчжоу» тоже оснащен САС высотой 8 метров. Ее задача — за 900 секунд до старта ракеты и в первые 160 секунд полета, то есть на высотах 0–110 км, в случае аварии РН отделить от нее возвращаемый и орбитальный модули, обеспечить их приземление в безопасной зоне и, в итоге, помочь космонавтам избежать опасности. В САС имеется 10 двигателей различного назначения, по порядку сверху вниз — управления, разделения, основная двигательная установка (ДУ) САС и высокоатмосферная ДУ САС. Первые три системы отвечают за спасательную операцию на высотах ниже 39 км, а высокоатмосферная ДУ САС используется на высотах 39–110 км. Перед первым летным испытанием «Шэньчжоу» были проведены многократные испытания САС.*

В 1995 году была завершена подготовка общего проекта ПКК «Шэньчжоу», в 1998 году — комплексные испытания РН и ПКК на космодроме, натурные испытания САС на высоте 0 и другие серьезные испытания. После этого началась разработка летного образца корабля и этап испытаний ПКК в беспилотном режиме.**

* Священная ракета вызывает на бой небесное пространство: космическая наука и техника / Сост. Ши Лэй. — Пекин: Изд-во Пекинского политехнического ун-та, 2002. — С. 312 (на кит. яз.); Ли Вэй. Скрупулезное производство ДУ САС «Шэньчжоу-3» // Управление космической промышленностью. — 2002. — № 6 (на кит. яз.).

** Ван Юнчжи. Пилотируемая программа / Ван Юнчжи, Сунь Гунлин // Научно-технические достижения КНР (1999/2000). — Пекин: Изд-во «Высшее образование», 2000. — С. 32 (на кит. яз.).

5.4. Разработка ракеты-носителя «Чанчжэн–2F»

Средство выведения в китайской пилотируемой космонавтике — РН «Чанчжэн–2F». С точки зрения грузоподъемности разработанная в 1990-е годы «Чанчжэн–2Е» отвечала требованиям запуска «Шэньчжоу». Но так как она использовалась только для запуска спутников, ее надежность не отвечала высоким требованиям пилотируемой программы; кроме того, у нее были слишком большие перегрузки при запуске. Специально для запуска ПКК на базе «Чанчжэн–2Е» была разработана «Чанчжэн–2F» — первое надежное, безопасное и высококачественное китайское средство выведения ПКК. Его надежность достигла самых высоких мировых стандартов. Чтобы добиться этой цели технические специалисты приложили немало сил. Надежность элементов и компонентов повысилась с 90 до 99 %. РН прошла более 290 испытаний, на которых не допускалось ни одной поломки.

Для повышения безопасности в отдельных элементах, компонентах, оборудовании и даже некоторых важных системах РН «Чанчжэн–2F» использовано много передовых технологий дублирования. Например, если в системе возникала неполадка, можно было тут же переключиться на другую систему. Генеральный конструктор РН Лю Чжушэн сказал: «Строгие стандарты контроля качества РН “Чанчжэн–2F” достигли высочайшей степени. Используемые в ней элементы, компоненты, материалы — все производились по схеме с фиксированными точками контроля качества с участием в этом процессе самих разработчиков РН, каждая точка сварки, каждый элемент подвергались подробной проверке, проходили высоко- и низкотемпературные, вибрационные и электрические испытания. Была создана строгая система управления и обеспечения качества... По сравнению с тремя предыдущими экземплярами РН для “Шэньчжоу–4” наиболее соответствовала пилотируемому запуску. Для этого кроме обычных проверок к качеству некоторых структурных элементов выдвинули более высокие требования: если у деталей, влияющих на мощность ракеты, были мелкие недостатки, их не устраняли, а выбрасывали сами детали, затем их заново проектировали и производили, чтобы повысить надежность ракеты. Весь полет ракеты составлял приблизительно 600 секунд, но мы требовали, чтобы изделие могло летать 600 часов для гарантии безукоризненной эксплуатации».*

Разработка «Чанчжэн–2F», как отдельной системы китайской пилотируемой программы, началась в 1992 году. К «Чанчжэн–2Е» прибавили 2 новые системы, то есть САС и систему выявления и парирования нештатных ситуаций. Общая длина ракеты — 58,343 м, взлетная масса — 479,8 т, взлетная тяга — 5923,2 кН (604,4 т), диаметр основного блока — 3,35 м, диаметр стартовых ускорителей — 2,25 м, максимальный диаметр обтекателя — 3,8 м. В качестве топлива для двигателя основного блока и двигателя разгонного блока использовали азотный тетраоксид и несимметричный диметилгидразин. Грузоподъемность при запуске на околоземную орбиту — 8 т.

«Чанчжэн–2F» включает 10 систем: конструкции корпуса ракеты, двигательную, управления, расхода топлива, выявления и парирования нештатных

* Сюй Чжуанчжи. Надежность РН «Чанчжэн–2F» достигла мировых показателей // Китайская космонавтика. — 2003. — 3 января (на кит. яз.).

ситуаций, САС, телеметрии, внешнего контроля безопасности, вспомогательную и наземного оборудования.

Конструкция стартового ускорителя, главным образом, состоит из головного конуса, бака окислителя, межбакового отсека, бака горючего, переходного отсека, хвостового отсека. Диаметр — 2,25 м, длина — 16 м, отключение и отделение осуществляются по израсходованию топлива. Первая ступень включает межступенный переходник, бак окислителя, межбаковый отсек, бак горючего, переходной отсек, хвостовой отсек. Диаметр — 3,35 м, длина — 28,5 м (включая межступенный переходник). Вторая ступень состоит из рамы крепления ПКК, приборного отсека, бака окислителя, межбакового отсека, бака горючего, переходного отсека. Диаметр — 3,35 м, длина — 15,1 м. Обтекатель построен по ферменной схеме и делится на верхнюю и нижнюю части. Верхняя часть — часть конструкции САС и состоит из передней конической, средней цилиндрической и задней конической частей, с внешней стороны установлены 6 твердотопливных двигателей: 4 FG-59 и 2 GF-5, внутри имеется 3 верхних и 3 нижних опоры. Нижняя часть обтекателя состоит из цилиндрической и обратной конической частей.*

Двигательная система ракеты «Чанчжэн-2F» состоит из двигателей первой ступени, второй ступени, стартовых ускорителей и системы наддува. Условное наименование двигателя первой ступени — DaFY10-1 — это четыре параллельно соединенных двигателя DaFY11-1. Условное наименование двигателя второй ступени — DaFY20-2 — это параллельно соединенные главный двигатель DaFY21-2 и верньерный двигатель DaFY22-1, у главного двигателя большая форсуночная головка, а у верньерного — короткая (используется регенеративная система охлаждения). Условное наименование двигателя стартового ускорителя — DaFY5-2.

Двигательная система двух ступеней ракеты разрабатывалась Шестой академией (база 067) Китайской корпорации космической науки и техники. Она создана путем модернизации двигательной установки РН «Чанчжэн-2Е». Академия на базе отработанных технологий спроектировала надежную модель, проверила ее адаптацию к работе, надежность двигателя в различных экстремальных условиях и увеличила надежность РН на базе использования схемы «испытания — модернизация — испытания — модернизация». Чтобы обеспечить высокую надежность пилотируемого запуска, академия провела продолжительные испытания двигателя. В начале 2003 года снова прошли тщательные проверки: время стендовых испытаний было больше реального времени работы в два раза. Результат показал, что двигатель надежно и стабильно работает.**

В двигателе применили систему расхода топлива, в которой посредством регулирования одновременного расхода двух компонентов топлива можно было повысить коэффициент его использования и грузоподъемность ракеты. В данной системе использовали зацикливание части потока на выходе топливного насоса,

* Чжан Чжи. Новая китайская ракета-носитель «Чанчжэн-2F» // Международный космос. — 2002. — № 12. — С. 15 (на кит. яз.).

** Фэн Чуньпин. «Золотой» двигатель РН «Чанчжэн-2F» — первая страховка космонавта // Китайская космонавтика. — 2003. — 26 марта (на кит. яз.) <http://www.china-spaceneews.com>

упругий датчик жидкости — в качестве сенсорного элемента, а регулирующие клапаны — в качестве исполнительных элементов. Система состояла из датчиков горючего и окислителя, регулятора, привода электродвигателя, батареи, регулирующих клапанов и электрической кабельной сети. CPU регулятора и электрической сети имели тройное резервирование.

На «Чанчжэн-2F» впервые использовали систему выявления неисправностей. У нее было две главные задачи: 1. Измерять критически значимые параметры ракеты и в случае выявления неисправностей подать соответствующей системе команду аварийного покидания и команду прекращения полета; 2. При аварийном спасении осуществлять управление КА и подачу электрических сигналов в пиросистему. Оборудование системы включало процессор выявления неисправностей, командно-управляющее устройство, управляющее устройство САС, электrorаспределитель пиросистемы и аккумуляторную батарею. Параметры неисправностей, предоставляемые независимо системой телеметрии и системой управления, включали угловое отклонение и угловую скорость ракеты, осевую перегрузку, сигналы отделения ДУ САС, стартовых ускорителей, сброса головного обтекателя и переключения платформы. Система начинала опрос параметров всех систем за 30 минут до старта и давала команду на проведение запуска, его прекращение или ввода в действие САС. Применение данной системы значительно повысило безопасность при запуске ПКК.

В течение 8 лет разработки «Чанчжэн-2F» Китайская исследовательская академия технологий РН и предприятия-производители отдельных систем всегда ставили на первое место надежность и безопасность. При создании ракеты широко использовали принцип дублирования, повысили критерии отбора элементов и компонентов, коэффициент остаточной прочности конструкции и надежность двигателя. Показатель надежности «Чанчжэн-2F» увеличился до 0,97 с 0,91 у ракеты «Чанчжэн-2Е», в результате она стала самой высоконадежной РН в Китае. Если принять во внимание меры безопасности, осуществляемые на самом ПКК, то суммарный показатель безопасности космонавтов достигал 99,7%.*

Чтобы повысить показатель надежности для пилотируемого полета, в системе управления, прикладных системах и электросистеме ракеты использовали принцип дублирования; провели модернизацию твердотопливного двигателя, конструкции ракеты и сетей электропитания приборов. Чтобы гарантировать безопасность космонавтов, на «Чанчжэн-2F» установили САС и систему выявления неисправностей. Для реализации мер аварийного спасения модернизации была подвергнута и система управления и телеметрии.

Во время полета ракеты система выявления неисправностей посредством измерения критических параметров полета в случае выявления неисправностей вводит в действие САС и выдает команду на прекращение полета. Получив команду от системы выявления неисправностей или с командного пункта

* Сюй Чжуанчжи. Надежность РН «Чанчжэн-2F» достигла мировых показателей // Китайская космонавтика. — 2003. — 3 января (на кит. яз.) <http://www.china-space.com>; Чжу Илин. Последняя воля подлежит исполнению (часть 3) // Международный космос. — 2001. — № 9 (на кит. яз.).

управления с Земли, САС быстро уводит возвращаемый отсек и орбитальный модуль подальше от опасной зоны, и с помощью системы возвращения и посадки корабля завершает миссию спасения экипажа.

В процессе разработки «Чанчжэн-2F» контроль качества был очень строгим. Китайская исследовательская академия технологий РН предложила ужесточить контроль за изменением технических параметров: модифицировать только те узлы, которые действительно этого требуют, повысить уровень контроля; произвести замену основных электрических реле для ключевого оборудования; перед официальной приемкой провести предварительную приемку; давать независимые оценки испытаний на разных этапах разработки, гарантировать точность оценочных данных; подготовить аналитические доклады по всем заменяемым материалам; при всех изменениях, даже если это один болт, необходимо одобрение двух генеральных конструкторов; по функциональным показателям продукции оставлять задел 20 %; продукция с ограничениями по сроку годности на день выпуска с завода не должна исчерпывать 50 % срока. Все разработчики должны уделять внимание вопросам, возникающим в процессе разработки, и методам их решения, проверять компоненты, элементы и сырье на соответствие стандартам. Кладовщики, инспекторы по качеству, технологи, конструкторы и рабочие должны сверять соответствующие первоначальные данные, материалы и техническую документацию, тщательно проверять неполадки, недоработки и слабые места. Все сотрудники должны подумать, спокойны ли они за свой рабочий участок, и, тщательно всё проверив, заполнить 7 таблиц. Для отражения реальной обстановки, содержание таблиц необходимо обновить и сделать более подробным.*

20 ноября 1999 года РН «Чанчжэн-2F» успешно вывела на орбиту опытный образец ПКК «Шэньчжоу-1». 10 октября 2001, 25 марта 2002 и 30 декабря 2002 года было успешно запущено 3 беспилотных корабля «Шэньчжоу» на заданную орбиту, что показало высокую надежность РН.

Прототип РН «Чанчжэн-2F» «Чанчжэн-2Е» всего совершила шесть коммерческих запусков спутников. Два неудачных запуска, а также изменения обстановки на международном рынке пусковых услуг заставили ее покинуть этот рынок. Через 8 лет работы, направленной на повышение надежности и безопасности, стабильность характеристик и уровень надежности РН «Чанчжэн-2F» превысили показатели РН, обычно используемых для коммерческих запусков спутников. Поэтому она могла бы выйти на рынок коммерческих запусков с высокими показателями надежности и большими преимуществами в получении контрактов. После модернизации грузоподъемность «Чанчжэн-2F» при запусках на околоземную орбиту повысилась до 11,2 т, а путем модернизации стартовых ускорителей и использования разгонных блоков можно обеспечить потребности различных полезных нагрузок. Посредством необходимой модернизации «Чанчжэн-2F» можно будет использовать для исследований Луны и других планет.**

* Фэн Чуньпин. Тщательное производство РН «Чанчжэн-2F» // Китайская космонавтика. — 2003. — 26 февраля (на кит. яз.) <http://www.china-spacenews.com>

** Чжан Чжи. Новая китайская ракета-носитель «Чанчжэн-2F» // Международный космос. — 2002. — № 12. — С. 17 (на кит. яз.).

5.5. Запуски ПКК «Шэньчжоу» в беспилотном режиме

20 ноября 1999 года первый корабль китайской пилотируемой программы «Шэньчжоу-1» успешно прошел первое летное испытание в беспилотном варианте. «Шэньчжоу-2» был запущен с космодрома Цзюцюань 10 января 2001 года, через семь дней на Землю вернулся его возвращаемый модуль. 25 марта 2002 года с космодрома Цзюцюань успешно запустили корабль «Шэньчжоу-3». 30 декабря 2002 года был выведен на орбиту беспилотный корабль «Шэньчжоу-4». Так завершился этап запусков в беспилотном режиме.

5.5.1. Испытания ПКК «Шэньчжоу-1»

Во время обсуждения общего проекта первого космического корабля «Шэньчжоу-1» генеральный конструктор Ци Фажэнь предложил проводить разработку, исходя из реальной обстановки в Китае, вводя инновации и гарантируя надежность и безопасность. На основе предварительного обсуждения был составлен общий проект. Он унаследовал отработанные технологии спутника возвращаемого типа — термоконтроля, баллистики и навигации, возвращения, телеметрии, управления, связи и др. Одновременно с подготовкой проекта шло строительство Пекинского испытательного центра, который был оснащен самым мощным в Китае и передовым в мире испытательным оборудованием для проведения динамических, термовакуумных испытаний и испытаний на электромагнитную совместимость. Через несколько лет исследований в 1995 году началась разработка корабля.

Ранним утром 20 ноября 1999 года на космодроме Цзюцюань в провинции Ганьсу раскрылись створки недавно построенной башни обслуживания высотой в сотню метров и огромная ракета «Чанчжэн-2F» и экспериментальный корабль «Шэньчжоу-1» избавились от оков. В 6:30 после команды «зажигание» из двигателя вырвались оранжевые языки пламени, ракета с кораблем медленно оторвалась от стартового стола и всё больше и больше ускоряясь, скрылась в облаках. Примерно через 10 минут после старта «Шэньчжоу-1» отделился от второй ступени ракеты и вышел на заданную орбиту. Корабль сделал на орбите 14 витков и через 21 час 21 декабря в 3:41 возвращаемый модуль успешно совершил мягкую посадку в центральной части автономного района Внутренняя Монголия. Первый запуск в беспилотном режиме прошел успешно, и в истории китайской космонавтики открылась новая глава.

Полет «Шэньчжоу» делился на 12 этапов: старт ракеты, отделение стартовых ускорителей; отделение первой ступени, сброс головного обтекателя; включение двигателя второй ступени, отделение и вход корабля на орбиту; раскрытие панелей солнечных батарей; полет корабля, проведение научных экспериментов; первая орбитальная коррекция; разделение возвращаемого и орбитального модулей; вторая орбитальная коррекция связки возвращаемого и двигательного модулей — разделение возвращаемого и двигательного модулей; вхождение возвращаемого модуля в атмосферный слой, регулирование подъемной силы; раскрытие парашюта возвращаемого модуля; включение двигателей мягкой посадки, посадка возвращаемого модуля.*

* Священная ракета вызывает на бой небесное пространство: космическая наука и техника / Сост. Ши Лэй. — Пекин: Изд-во Пекинского политехнического ун-та, 2002. — С. 312–313 (на кит. яз.).

«Шэньчжоу-1» был лишь экспериментальным кораблем и сильно отличался от настоящего летного образца. Главная цель испытательного полета — посредством реального запуска проверить характеристики и надежность новой РН «Чанчжэн-2F». Чтобы ракета не летала «впустую», она несла экспериментальный корабль, доработанный на базе макета. Благодаря экспериментальному кораблю были проверены качество конструкторских решений для основных систем корабля, его отсеков и технология возвращения.* Другими словами, испытание корабля не было главной целью. Так как испытание корабля было вторичным по отношению к испытаниям РН «Чанчжэн-2F», комплектация его систем отличалась от реального пилотируемого запуска. Но при этом посредством данного пускового испытания была проведена реальная проверка систем корабля и процедуры полета, включая запуск, сброс ДУ САС, полет на орбите, связь с Землей, научные эксперименты, сведение с орбиты, точность приземления и т. д. Кроме того, всестороннюю проверку прошли схема вертикальной сборки корабля и РН, процедуры транспортировки на стартовую позицию и запуска, характеристики связки «корабль-ракета», управление кораблем в полете и т. д. Можно сказать, что путем запуска корабля «Шэньчжоу-1» была достигнута двойная цель: проверка качества проектирования и надежности ракеты и корабля и испытание запуска корабля и оценка его параметров в течение всего полета.

Главные объекты проверки в первом летном испытании «Шэньчжоу-1»: 1. Система прицеливания и управления: обеспечение полета по заданной процедуре и в заданной ориентации; 2. Система возвращения и торможения: нештатная работа системы торможения во время снижения скорости и возвращения корабля не позволит обеспечить его безопасное возвращение на Землю; 3. Вопрос разделения элементов конструкции: во время запуска корабля необходимо обеспечить надежность соединения нескольких отсеков и по заданной процедуре выдать команды на разделение; 4. Технология возвращения и посадки; 5. Технологии теплозащиты: обеспечить безопасность и комфорт космонавтов в условиях наружных высоких температур в несколько тысяч градусов. Посредством испытаний все цели были достигнуты.**

Для того чтобы получить как можно больше пользы из одного испытания, в возвращаемом модуле «Шэньчжоу-1» были размещены предметы трех видов: 1. Флаги, включая флаг КНР, флаги специальных административных районов Аомынь и Сянган, Олимпийский флаг; 2. Различные марки и памятные конверты; 3. Примерно десятиграммовые упаковки семян дыни, помидора, арбуза, гороха, редьки, рапса, зеленого перца, кукурузы, пшеницы, а также лекарственных растений: солодки, корня вайды и др. До запуска все материалы получили нотариальные сертификаты Пекинской нотариальной конторы.*** После возвращения на Землю все флаги, почтовые товары и семена вернулись в целости и

* Священная ракета вызывает на бой небесное пространство: космическая наука и техника / Сост. Ши Лэй. — Пекин: Изд-во Пекинского политехнического ун-та, 2002. — С. 312 (на кит. яз.).

** Янь Сюй. Первое плавание китайского корабля «Шэньчжоу» // Мировая аэрокосмическая выставка. — 1999. — 11 января (на кит. яз.).

*** Там же.

сохранности, что подтвердило факт устойчивости модуля к факторам радиации, высоких температур, ударам и перегрузкам. Во время первого полета были проведены зондирование космического пространства, мониторинг среды, а также научные и технологические эксперименты в области космических материалов, наук о жизни, астрономии, физиологии и др.

5.5.2. Испытания ПКК «Шэньчжоу–2»

Чтобы сократить сроки разработки, на испытательном корабле «Шэньчжоу–1» использовали минимальную комплектацию. «Шэньчжоу–2» — первый летный образец с полной комплектацией и техническими характеристиками идентичными пилотируемому варианту. Разработчики корабля устранили недочеты, имевшиеся на «Шэньчжоу–1», но основное внимание было уделено разработке и испытанию системы контроля среды корабля и системы жизнеобеспечения, двух подсистем системы экстренного спасения и установке моделирования метаболизма космонавта. Кроме того, нужно было подумать об обеспечении разрабатываемых АН Китая нескольких десятков видов полезной нагрузки необходимыми орбитальными энергоресурсами, созданию условий для их функционирования в течение всего периода эксплуатации.

Хотя «Шэньчжоу–2» был автоматическим кораблем, его внутреннее устройство было близко к пилотируемому. Данный корабль оснастили системой контроля среды корабля, системой жизнеобеспечения, двумя подсистемами системы экстренного спасения и установкой моделирования метаболизма космонавта. Всё это оборудование, за исключением узлов, которые предусматривали участие в их функционировании космонавта, были полностью натуральными. С точки зрения испытаний, в «Шэньчжоу–1» больше уделяли внимания конструкции РН и корабля и проверке надежности, а в «Шэньчжоу–2» — проверке отдельных систем и проведению научно-технических экспериментов.*

В «Шэньчжоу–2» были приняты меры по оптимизации размещения оборудования, поэтому он был гораздо компактнее «Шэньчжоу–1». Возвращаемый модуль был рассчитан на трех космонавтов, общая масса была значительно снижена, работать в отсеках стало удобнее, размещение проводов стало более эргономично и практично. Технология шаблонного проектирования сети электропитания была отработана на спутниках и получила применение в «Шэньчжоу–2». Кабельная сеть возвращаемого модуля и орбитального модуля благодаря шаблонному проектированию не выступала на поверхность, поэтому шансы ее повреждения были значительно снижены, масса сети снизилась по сравнению с «Шэньчжоу–1» на 100 кг.

8 ноября 2000 года модули «Шэньчжоу–2» были оттранспортированы на космодром с помощью двух больших грузовых самолетов. После завершения сборки в сборочно-испытательном цехе и испытаний корабль с РН в вертикальном положении доставили на стартовый стол. 10 января 2001 года в 1 час ночи ракета «Чанчжэн–2F» стартовала в космос с кораблем «Шэньчжоу–2». На большом

* Священная ракета вызывает на бой небесное пространство: космическая наука и техника / Сост. Ши Лэй. — Пекин: Изд-во Пекинского политехнического ун-та, 2002. — С. 314 (на кит. яз.).

экране в зале командного пункта управления красная линия реальной траектории полета совпала с зеленой линией расчетной траектории. Ракета полетела в направлении Тихого океана все выше и выше, все быстрее и быстрее. Вскоре руководитель полета объявил по громкой связи: «корабль “Юаньвань” обнаружил цель!», в 1:10 «Шэньчжоу-2» отделился от ракеты и вышел на заданную орбиту. Через 7 суток полета 16 января согласно программе полета после 108-го витка прошло разделение возвращаемого и орбитального модулей, и возвращаемый модуль вернулся на Землю. Орбитальный модуль еще в течение полугода проводил на орбите исследования и научные эксперименты.

Хотя целью этого полета по-прежнему являлось испытание систем корабля, он должен был выполнить ряд важных космических научно-экспериментальных задач. Если осмотреть отсеки корабля изнутри, то по установленному в них научному оборудованию можно сделать вывод, что это комплексное экспериментальное оборудование, соединившее в себе функции космической лаборатории, космического перерабатывающего завода и космической обсерватории. В каждом из трех отсеков корабля установили 64 комплекта научно-экспериментального оборудования: в возвращаемом модуле — 15, в орбитальном — 12, а в дополнительном отсеке — 37. Все это оборудование впервые отправилось в космос. Оно включало в себя: многофункциональную печь для выращивания кристаллов и установку наблюдения за выращиванием кристаллов в интересах космического материаловедения; установку кристаллизации белков и космический универсальный биореактор для выращивания микроорганизмов; детекторы высокоэнергетического излучения солнца и небесных тел Вселенной для проведения астрономических наблюдений в космосе, включая датчики сверхмягких рентгеновских лучей, рентгеновских лучей и гамма-лучей; детектор состава атмосферы, измеритель плотности атмосферы и твердотельный дальномер для проведения исследования космической среды; общая система управления полезной нагрузкой, прибор измерения микрогравитации и т. д. Ученые посредством этого оборудования проводят эксперименты по материаловедению, биологии, космической астрономии, мониторингу среды и т. д. Организаторами выступают АН Китая, более 50 научно-исследовательских академий со всего Китая и университеты.*

На корабле «Шэньчжоу-2» было установлено оборудование для экспериментов по кристаллографии — многофункциональную печь для выращивания кристаллов. Проведение научных опытов в области космического материаловедения имеет важное значение для получения функциональных кристаллов высокого качества, изучения влияния роста кристалла на его качество и организации наземного серийного производства. Ученые на Земле с помощью телеуправления многофункциональной печью для выращивания кристаллов вырастили полупроводники, оксиды, металлические сплавы и многие другие кристаллические материалы, исследовали воздействие различных эффектов на процесс роста кристаллов в условиях микрогравитации.

Во всех отсеках «Шэньчжоу-2» было размещено много биологических экспериментальных образцов. В двух космических биобоксах универсаль-

* Ли Сюэцзи. Все о космической лаборатории // Китайская космонавтика. — 2001. — 11 января (на кит. яз.).

ного назначения было 25 образцов растений, животных, водных организмов, микроорганизмов, клеток и клеточных тканей 19 видов. Эти отправившиеся в космос биологические виды были тщательно отобраны соответствующими организациями АН Китая из 87 видов организмов и прошли семилетние наземные испытания.*

Установленная на «Шэньчжоу-2» установка кристаллизации белков была создана путем многолетних разработок. В ней синтезировались 15 видов белков, включая гастродийные и фунгицидные белки, щелочную фосфолипазу А2, цитохром В5 и др., которые имеют важное значение для борьбы с заболеваниями сельскохозяйственных культур, лечения хронических болезней, изготовления новых препаратов, изучения жизни на клеточном и молекулярном уровне.

Китай ранее много раз использовал спутники с возвращаемыми капсулами для экспериментов с биологическими организмами. Исследования в области космической биологии, проведенные на борту «Шэньчжоу-2», — это первое в Китае комплексное биологическое исследование многочисленных видов и организмов в условиях космоса. На борту размещались 19 видов биологических образцов, включая животных, растений, микроорганизмы, водные биообъекты. На базе таких экспериментов можно на разных уровнях — клеток, тканей, особей, групп и простых экосистем — исследовать воздействие условий космоса на биоорганизмы и биологические закрытые системы, развивать технологии выращивания и обработки живых организмов в космосе, технологии биореакторов, обнаружить пути метаболизма высокоэффективных и высококачественных биовеществ.**

Космическая селекция очень рано начала развиваться в Китае и достигла больших результатов. На борту «Шэньчжоу-2» размещалось 20 тыс. семян овощей 4 видов, включая помидоры, огурцы, капусту и зелень весом в 100 кг, подготовленных учеными из Шанхая. Эта партия семян была доставлена на Землю, и через 3–4 года на их основе можно было культивировать лучшие сорта.

Бортовая система исследования вспышек гамма-излучения на «Шэньчжоу-2» была совместно разработана Обсерваторией Цзыцзиньшань АН Китая и НИИ высокоэнергетической физики АН Китая. Это было первое исследование вспышек гамма-излучения в Китае, раньше такая возможность была только у США, СССР и государств ЕС.*** Кроме того, на корабле «Шэньчжоу-2» также установили датчик состава атмосферы, измеритель плотности атмосферы и твердотельный дальномер для наблюдения за изменениями космической среды и получения соответствующих данных по мониторингу среды.

Хотя экспериментальные проекты и оборудование были новыми и эффект применения корабля для научных экспериментов не мог проявиться в короткие сроки, были охвачены почти все области экспериментов, повлекшие за собой развитие ряда фундаментальных исследований и высокотехнологичных проектов. В дальнейших полетах планировалось добавить новые образцы для иссле-

* Священная ракета вызывает на бой небесное пространство: космическая наука и техника / Сост. Ши Лэй. — Пекин: Изд-во Пекинского политехнического ун-та, 2002. — С. 315 (на кит. яз.).

** Ли Сюээй. Все о космической лаборатории // Китайская космонавтика. — 2001, 11 января (на кит. яз.).

*** Там же.

дований в области космического материаловедения. Для биологических исследований и проведения технологических экспериментов на биоорганизмах будут дополнительно включены клеточный биореактор, клеточный синтез, электрофорез и другие эксперименты, начнется экспериментальное производство в космосе лекарственных препаратов. В исследованиях космической среды продолжится изучение состава, плотности и спектра атмосферы. В области ДЗЗ намечено проведение экспериментов по микроволновому дистанционному зондированию, использованию видимой области спектра и мониторингу земной среды. Это приведет к синхронному развитию технологий ДЗЗ в Китае и мире, расширит их использование до нового уровня.

После приземления возвращаемого модуля «Шэньчжоу-2» орбитальный модуль продолжал проводить космические научные исследования на орбите. После планового разделения орбитального и возвращаемого модулей при поддержке наземной сети управления была быстро выстроена нормальная рабочая ориентация и продолжено выполнение миссии. Установленные на орбитальном модуле приборы исследования в области космической астрономии продолжили наблюдение вспышек гамма-излучения и высокоэнергетического электромагнитного излучения солнечных вспышек. Научные исследования длились несколько месяцев.

Во время автономного полета на «Шэньчжоу-2» были проведены следующие эксперименты: эксперименты по росту кристаллов полупроводниковых оптикоэлектронных материалов, оксидных кристаллов, кристаллизации металлических сплавов и многих других материалов; эксперименты по росту белковых кристаллов других биомакромолекул в космосе; эксперименты по воздействию факторов космического полета на растения, животные, водные организмы, микроорганизмы, клетки и клеточные ткани. Экспериментальное оборудование стабильно функционировало, в результате чего были получены многочисленные ценные результаты, и задача полета была успешно выполнена. После доставки возвращаемого модуля в Пекин был проведен технический анализ, исследования самого корабля и полезной нагрузки.

5.5.3. Испытания ПКК «Шэньчжоу-3»

«Шэньчжоу-3» — второй летный образец космического корабля. В отличие от «Шэньчжоу-2» на нем были установлены оборудование для моделирования метаболизма, копирования физиологических параметров и манекен человека для получения важных параметров по копирования физиологической деятельности космонавта. С помощью этих приборов можно было моделировать биение сердца, кровяное давление, расход кислорода и выделение энергии, речь космонавта и получать информацию о работе бортовых систем для наземного центра управления. При запуске «Шэньчжоу-3» также были впервые проведены испытания САС. Изначально запуск планировался на 2001 год, но в процессе его подготовки выяснилось, что изменения, внесенные в некоторые виды оборудования, не повышают их надежность. В результате было принято решение вернуться к первоначальным образцам, что привело к сдвигу запуска на 2002 год.* Перед пуском

* Космические специалисты раскрывают секреты РН и корабля «Шэньчжоу-3» // www.china-spacenews.com, 13.03.2002.

были завершены все наземные испытания, проверены все цепи и утверждена схема полета.

Главная цель полета корабля «Шэньчжоу-3» — проверка рабочих характеристик систем пилотируемого запуска, надежности и безопасности, слаженности работы систем и условий корабля для пилотируемого полета, определение эффективности решения обнаруженных проблем, проверка работы САС и системы управления РН, а также изучение возможностей практического применения корабля. В отличие от полета «Шэньчжоу-2» появилась реальная САС. Кроме того, в системе управления ракетой использовали принцип дублирования, т.е. была установлена запасная система управления, то есть даже в случае неисправности в основном контуре система управления смогла бы продолжить нормальную работу на запасном. На корабле было установлено оборудование для ручного ввода в действие САС.*

Кроме того, изменилась и система электроснабжения: нужно было проверить, смогут ли солнечные батареи и бортовые аккумуляторы нормально работать в космосе в составе единой системы.

25 марта 2002 года в 22:15 РН «Чанчжэн-2F» вывела «Шэньчжоу-3» на заданную орбиту. Примерно через 7 суток полета 1 апреля в 16:51 возвращаемый модуль успешно приземлился в зоне посадки в центральной части автономного района Внутренняя Монголия. Поисково-спасательная группа очень быстро обнаружила возвращаемый модуль и сразу же произвела его осмотр. Двигатель мягкой посадки отработал штатно, конструкция возвращаемого модуля после приземления сохранилась в хорошем состоянии; герметичность отсека не была нарушена, размещение бортовых приборов внутри модуля осталось в первоначальном положении; термостойкая структура стенок модуля не нарушена. Отделяемые при посадке элементы возвращаемого модуля были обнаружены в районе точки падения, их структура не была повреждена, следы воздействия высокой температуры были в пределах допустимого.

Проведенные во время полета эксперименты дали хорошие результаты. Зарегистрированные физиологические параметры и показатели метаболизма были в норме, что подтвердило, что среда в орбитальном модуле и система жизнеобеспечения полностью удовлетворяют медицинским требованиям.

Чтобы гарантировать успех пилотируемого полета, во время автономного полета было необходимо провести полную проверку систем медицинского наблюдения, контроля среды и жизнеобеспечения, а также конструкции, поэтому требовалось разработать соответствующую имитационную полезную нагрузку. Так как космонавт живет и работает в герметичном отсеке корабля, ему нужно потреблять воздух, пополнять энергию и поддерживать обмен веществ в организме, поэтому система контроля среды и жизнеобеспечения должна постоянно обеспечивать поступление воздуха, снижение температуры и удаление влаги для создания комфортных атмосферных условий в бытовом отсеке. Так как во время старта и возвращения корабля космонавт пристегнут к креслу в возвращаемом модуле, его рост, вес и центр тяжести являются необходимыми параметрами для проектирования конструкции корабля; медработники долж-

* Техническое состояние корабля «Шэньчжоу-3»: см. сайт газеты «Китайская космонавтика», www.china-spacenews.com, 27.03.2002.

ны посредством измерения ЭКГ, параметров дыхания, температуры и других физиологических данных космонавта оценивать состояние его здоровья. Сбор, хранение, передача, обработка и отображение этих физиологических данных требуют наличия бортовой и наземной системы медицинского наблюдения. Некоторые специалисты указывают, что использование имитационной полезной нагрузки во время автономного полета превратило автономный корабль в пилотируемый.*

В орбитальном модуле корабля были установлены сканирующий спектрометр среднего разрешения и другие 44 комплекта экспериментального приборного оборудования 20 видов. За время полета корабля и полугодового полета орбитального модуля были проведены эксперименты по оптическому ДЗЗ, мониторингу космической среды, биологии и материаловедению. Состав полезной нагрузки: сканирующий оптический спектрометр среднего разрешения, зонд перистых облаков, измеритель радиационного поля Земли, регистратор солнечного УФ-спектра, измеритель солнечных постоянных, датчики состава и плотности атмосферы, детали иллюминаторов орбитального модуля, многофункциональная печь для выращивания кристаллов, установка кристаллизации белков, клеточный биореактор, твердотельный лазерный дальномер, микрогравитометр. При этом многофункциональная печь для выращивания кристаллов, установка кристаллизации белков и функциональное оборудование полезной нагрузки орбитального модуля использовались в экспериментах уже второй раз; микрогравитометр и функциональное оборудование полезной нагрузки возвращаемого модуля — в третий; остальное оборудование использовалось для космических экспериментов впервые.**

Как и во время предыдущего летного испытания, на «Шэньчжоу-3» тоже проводились многочисленные научные эксперименты и исследования. Космические исследования по биологии включали опыты по росту кристаллов белков и других макромолекул и эксперименты по выращиванию биоклеток. На корабле была размещена разработанная в Китае установка кристаллизации белков второго поколения, которая позволяла проводить кристаллизацию двумя разными способами и в двух температурных режимах. 16 видов белков, выбранных для экспериментов, в большинстве своем были получены на основе имеющихся в Китае биоресурсов. Среди них были белки, выполняющие различные биологические функции, а также белки, имеющие потенциальное значение или перспективы для создания лекарственных препаратов, например, марганцевая нитрогеназа и др. Также присутствовали гастродийные, фунгицидные и другие белки, способные убивать вирусы животного и растительного происхождения. Третий тип — белок сложной активности, полученный из змеиного яда. Главная цель эксперимента — улучшить качество кристаллов и получить точную информацию о структуре белка. С помощью экспериментов в условиях микрогравитации были получены образцы кристаллов белков с цельной структурой, что имело большое значение для исследования связей структуры белка с его особы-

* Си Цзинь. Специалисты о параметрах «Шэньчжоу-3» / Си Цзинь, Тянь Чжао-юнь // Пекинская молодежная газета. — 2002. — 4 апреля (на кит. яз.).

** Ши Сюй. «Шэньчжоу» раскрывает тайны космоса: предисловие / Ши Сюй, Сун Лифан, Вэн Яньян // www.china-spaceneews.com, 3.27.2002.

ми функциями. Все исследовательские результаты играли большую роль в получении и производстве высокочистой и высокоэффективной биопродукции и разработке биологических лекарственных препаратов.

Кроме того, специалисты также провели исследования роста и производства в условиях космического полета кристаллов разных материалов, а также соответствующих технологических методов. Эксперименты по материаловедению по-прежнему проводились на многофункциональной печи для выращивания кристаллов. 6 видов материалов, использованных в экспериментах, — перспективные прикладные материалы. Они делятся на 3 вида: полупроводниковые оптикоэлектронные кристаллы, это важный материал для оптоэлектроники, который может использоваться в новых полупроводниковых компонентах и ИК-элементах с плоским фокусом, а также для ИК-детекторов спутников; металлические сплавы — перспективные материалы, которые при выращивании в условиях микрогравитации приобретают высокую прочность, твердость и упругость; оксидные кристаллы, имеющие большое прикладное значение в сфере оптоэлектроники.

Также было проведено много исследований роста кристаллов многочисленных материалов, изучение технологий их производства. Например, используемые в производстве основных электронных материалов, микроволновых интегральных схем и сверхбыстрых интегральных схем кристаллы антимонида галлия; используемые в производстве подложек инфракрасных детекторов кристаллы кадмий-цинк-теллур; используемые в материалах с функциями оптической записи и хранения информации кристаллы силиката висмута, лазерные кристаллы, другие новые сплавы, обладающие большими перспективами применения. Исследования этих материалов способствуют углублению знаний физических свойств процесса их производства, освоению и улучшению технологий производства материалов на Земле и имеют потенциальный экономический эффект. Их можно использовать в авиационной, космической, оборонной промышленности и научно-технической сфере.

За 7 дней орбитального полета корабля «Шэньчжоу-3» всего было проведено 14 экспериментов в области космической биологии и материаловедения. Были использованы такие приборы, как измеритель радиационного поля Земли, регистратор солнечного УФ-спектра, измеритель солнечных постоянных, которые служат для мониторинга космической среды и верхних слоев атмосферы. Посредством наземного моделирования и анализа данных была дана предварительная оценка результатов исследований, цель которых — постараться довести методы исследований в Китае до мирового уровня.

Основной научный прибор «Шэньчжоу-3» — сканирующий оптический спектрометр среднего разрешения — был разработан Шанхайским НИИ технической физики АН Китая. В приборе использовались вращательное сканирование с помощью двустороннего вращающегося зеркала, двойная оптическая система, прямое совмещение разделенных призмой лучей, дифракционная оптическая решетка и др. технологии. Спектрометр был установлен в дополнительном отсеке орбитального модуля. За полгода работы на орбите были отработаны технологии формирования спектров, ИК с плоским фокусом и механического охлаждения. Главные объекты исследований — море, атмосфера и земля.*

* Там же.

Чтобы измерить параметры космической среды на орбите в реальном масштабе времени, на корабле «Шэньчжоу-3» было установлено оборудование для исследования верхних слоев атмосферы — датчики состава и плотности атмосферы и исследующий тяжелые частицы твердотельный измеритель. Их использовали для наблюдений за изменениями верхних слоев атмосферы, мониторинга состава и энергетического спектра высокоэнергетических заряженных тяжелых частиц, которые закладывают основу для прогнозирования изменений космической среды.*

5.5.4. Испытания ПКК «Шэньчжоу-4»

30 декабря 2002 года в 00:40 РН «Чанчжэн-2F» был запущен беспилотный корабль «Шэньчжоу-4». Через 10 минут находящийся в Бохайском заливе корабль с системой управления полетом «Юаньван-1» на борту передал информацию о выходе корабля «Шэньчжоу-4» на орбиту. 5 января 2003 года в 18:27, когда «Шэньчжоу-4» совершал 107-й виток вокруг Земли и находился над южными районами Атлантического океана, Пекинский центр управления передал на борт команду на возвращение. В 18:28 успешно произошло разделение орбитального и возвращаемого модулей, орбитальный модуль остался на орбите для проведения дальнейших научных экспериментов. В 18:29 Пекинский центр управления дал команду на включение тормозного двигателя. В 19:20 возвращаемый модуль совершил мягкую посадку.

В возвращаемом модуле «Шэньчжоу-4» были установлены два кресла, в которых размещались два манекена космонавтов. Хотя они были ненастоящими, им приготовили все необходимое для работы, жизни и медицинской помощи, включая спальные мешки, гермокостюмы, космическое питание, а также необходимые на случай чрезвычайной ситуации после посадки нож, пистолет, порох и другое снаряжение. Генеральный конструктор корабля Ци Фажэнь в рассказе о «Шэньчжоу-4» отметил 4 изменения: еще больше была повышена надежность и безопасность корабля: были усовершенствованы методики спасения жизни космонавтов и введена функция автономного экстренного возвращения, установлены запасные противоударные подушки безопасности, огнетушители, аккумуляторная батарея с длительным сроком эксплуатации,** усовершенствована функция ручного управления. Все бортовое оборудование было автоматизировано. Но при его отказе, космонавты теперь могли вернуться на Землю, используя ручное управление; повысили возможности разворота корабля относительно вертикальной оси; улучшили среду обитания в модуле: усовершенствовали эргономический дизайн орбитального модуля, сделали более функциональным кресло космонавта, более удобными переходные люки между модулями, оптимизировали размещение органов управления. Кроме того, в модуле был проведен необходимый ремонт, для космонавтов постарались создать красивую и уютную рабочую и бытовую обстановку.***

* Там же.

** Четыре больших изменения гарантируют безопасность «Шэньчжоу-4» // Освоение. — 2002. — 30 декабря (на кит. яз.).

*** Там же.

В ходе полета «Шэньчжоу-4» также было проведено много важных научных исследований и экспериментов. В этот раз было установлено 52 комплекта оборудования полезной нагрузки, среди которых 19, включая функциональное оборудование, датчик состава атмосферы, микрогравитометр, уже использовались в предыдущих полетах, а 33, включая многомодовый прибор микроволнового зондирования, устройство для ионоферного разделения клеток, зонд высокоэнергетических частиц и другие — впервые отправились в космос.*

Основное условие для выполнения экспериментов с помощью полезной нагрузки — функциональное оборудование системы управления полезной нагрузкой. На «Шэньчжоу-4» оно было почти таким же, как на «Шэньчжоу-2» и «Шэньчжоу-3», внесены были лишь необходимые изменения в соответствии с новыми приборами и новыми требованиями. Отдельные подсистемы функционального оборудования включали подсистемы электропитания, управления данными, передачи данных и измерения гравитации.**

Для содействия экспериментам с помощью многомодового прибора микроволнового зондирования системы ДЗЗ АН Китая впервые провела комплексный эксперимент точного определения параметров орбиты, точность измерения в радиальном направлении повысилась с 2–3 до 1 м. Этот эксперимент стимулировал увеличение точности измерения орбиты китайских низкоорбитальных спутников. Его проводили тремя методами, объединив методы динамики и геометрии, обработку материалов дистанционного зондирования с тем, чтобы точно определить орбиту корабля. Первый способ — использование размещения на борту приборов глобальной навигационной системы. Этим методом можно было получить данные о положении корабля в реальном масштабе времени, а затем посредством подсчетов получить конечные данные. Второй способ — единая система измерения скорости и расстояния S-диапазона. Это один из обычных в мировой практике методов измерения параметров орбит, он уже применялся на корабле. Он не зависит от погодных условий, и точность измерения скорости очень высокая. Третий способ — система лазерного измерения расстояния. На корпусе корабля устанавливают лазерный отражатель, и когда он входит в зону видимости, с Земли направляется лазерный луч, который, попав на отражатель, посылается в обратном направлении и затем регистрируется наземным приемником — так получают данные о высоте орбиты корабля. Этим методом в хороших условиях наблюдения можно получить данные с точностью до сантиметров.***

Чтобы получить точные параметры орбиты, АН Китая и другие соответствующие организации приняли участие в приемке и обработке данных. У них была определенная база и свои собственные преимущества в определении орбиты КА и наработки в области ионосферной физики. Этот эксперимент был выполнен благодаря совместной работе организаций со всего Китая.

Во время данного полета была не только осуществлена комплексная проверка систем корабля, но и проведены крупномасштабные космические научные ис-

* Раскрываем секреты «Шэньчжоу-4»: современно оборудованный космический научно-исследовательский корабль // Цзефан цзюньбао. — 2003. — 10 января (на кит. яз.).

** Сю Минь. Главное о космических экспериментах (часть 2) // www.china-spacenews.com, 03.01.2003.

*** Там же.

следования и эксперименты, включая первый крупномасштабный мониторинг космической среды, первое микроволновое дистанционное зондирование в формате «три в одном», эксперимент по смешиванию жидкостей, опыты на живых организмах в условиях космического полета и т. д. Технические эксперименты с использованием прибора микроволнового дистанционного зондирования создали условия для дальнейшего развития таких приборов в Китае.* Эксперимент по смешиванию жидкостей показал, что научные эксперименты с жидкостями в условиях микрогравитации в Китае находятся на мировом уровне.** Эксперименты на клетках животных и растений по электрическому воздействию являлись актуальными с точки зрения передовых мировых биотехнологий.*** На «Шэньчжоу-4» также впервые провели эксперимент космического ионофорного разделения биомакромолекул и клеток.

В рамках китайской пилотируемой программы было проведено четыре полета в беспилотном режиме, тогда как в СССР и США таких испытаний было намного больше. Это говорит о том, что со временем многие ранее неизученные вопросы стали общедоступными знаниями; с другой стороны, технологии и более чем 20-летний опыт разработки, запусков и возвращения на Землю капсул со спутников ДЗЗ в Китае заложил прочную техническую базу. Хотя полетов в беспилотном режиме в Китае было очень мало, надежность ракеты и корабля оказались очень высокие. Первый китайский космонавт, которому посчастливилось побывать в космосе, подвергался гораздо меньшему риску, чем советский космонавт Юрий Гагарин и американский астронавт Джон Гленн.****

5.6. Пилотируемые полеты ПКК «Шэньчжоу»

В ходе полетов «Шэньчжоу» в беспилотном режиме были полностью проверены характеристики и надежность РН, безопасность и надежность ПК, адаптируемость системы наземного управления, а также надежность всех других систем. Когда все семь систем для пилотируемого запуска были полностью проверены, в Китае началось осуществление пилотируемого полета.

5.6.1. Полет «Шэньчжоу-5»

15 октября 2003 года с космодрома Цзюцюань был запущен ПК «Шэньчжоу-5», первый китайский космонавт Ян Ливэй поднялся в космос, так осуществилась тысячелетняя мечта китайской нации. 16 октября после того, как корабль сделал

* Раскрываем секреты «Шэньчжоу-4»: современно оборудованный космический научно-исследовательский корабль // Цзефан цзюньбао. — 2003. — 10 января (на кит. яз.).

** Сун Лифан. Секреты некоторых научных экспериментов «Шэньчжоу-4» // www.china-spacenews.com, 15.01.2003.

*** Раскрываем секреты «Шэньчжоу-4»: современно оборудованный космический научно-исследовательский корабль // Цзефан цзюньбао. — 2003. — 10 января (на кит. яз.).

**** Китайский корабль более надежный: специалисты объясняют проблему безопасного возвращения «Шэньчжоу-4» // www.china-spacenews.com, 08.01.2003.

16 витков вокруг Земли, он успешно приземлился на полигоне Сыцзыванци в северной части автономного района Внутренняя Монголия, космонавт безопасно вернулся на Землю. Успех первого полета в космос означал, что китайские пилотируемые космические технологии достигли исторического прорыва, и Китай стал третьей в мире страной, которая может самостоятельно проводить пилотируемую космическую деятельность.

Главные задачи «Шэньчжоу-5»: выполнить первый пилотируемый полет; обеспечить космонавту все необходимые бытовые и рабочие условия во время полета; создать условия для проведения экспериментов с использованием полезной нагрузки; гарантировать безопасное возвращение космонавта и полезной нагрузки после завершения полета; при возникновении аварийных ситуаций в процессе полета обеспечить возвращение на Землю при поддержке других систем и участии космонавта, в автоматическом режиме или методом ручного управления, гарантировать безопасность жизни космонавта; после расстыковки провести на орбите различные исследования и эксперименты с использованием орбитального модуля.

ПКК «Шэньчжоу-5» так же, как и его предшественники, состоял из трех модулей и одного отсека. Общая длина корабля — 8,8 м, суммарная масса — 7,84 т. Орбитальный модуль был герметичным, цилиндрической формы с коническими днищами с обеих сторон, диаметр цилиндра — 2,25 м, общая длина — 2,8 м. В местах соединения переднего днища с дополнительным отсеком и заднего — с возвращаемым модулем были сделаны раскрывающиеся внутрь герметичные переходные люки, чтобы космонавт мог заходить в модуль и выходить из него. В боковой стенке орбитального модуля был врезан иллюминатор для того, чтобы космонавт мог наблюдать и фотографировать. По обе стороны орбитального модуля были установлены две панели солнечных батарей общей площадью 12,24 м² для обеспечения энергией орбитального модуля во время работы на орбите. Возвращаемый модуль также герметичный, максимальный диаметр — 2,51 м, длина — 2,5 м, на боковых стенках конусообразной части 2 иллюминатора, 6 антенных отверстий и 1 отверстие для оптического визира, чтобы космонавт мог наблюдать и определять положение. В центре модуля и с правой стороны установлено два кресла: космонавт размещается в среднем, а на правое, по необходимости, — кладет различные предметы. Двигательный отсек негерметичной конструкции, общая длина — 2,94 м, максимальный диаметр конусообразной части — 2,8 м. На внешней стенке цилиндрической части установлен радиатор, по обе стороны — пара панелей солнечных батарей для энергообеспечения во время работы ПК на орбите. Дополнительный отсек — параллелепипед негерметичной конструкции длиной 0,9 м, шириной 1,26 м, высотой 0,86 м, внутри которого размещена полезная нагрузка, включающая ССД-камеру и др.

Корабль «Шэньчжоу-5» состоял из 13 отдельных систем: конструкционной схемы, прицеливания, навигации и управления, термоконтроля, электропитания, телеуправления и связи, обработки данных, контроля среды и жизнеобеспечения, возвращения и посадки, двигательной системы, приборов и освещения, полезной нагрузки, экипажа, аварийного спасения и электросети. Всего на корабле было 69 комплектов различного оборудования и 74 вида программного обеспечения.

«Шэньчжоу-5» был очень похож на «Шэньчжоу-4» и отличался от него лишь в том, что верхняя часть «Шэньчжоу-5» была цилиндрической формы, а не полукруглой; в модуле, за счет снятия части экспериментального оборудования, было достаточно свободно, чтобы обеспечить более комфортные условия нахождения в нем космонавта. В плане многих ключевых технологий был сделан шаг вперед по безопасности и надежности, например, для упрочения соединения орбитального и возвращаемого модулей использовано большее количество болтов, были улучшены технологии межмодульного крепления. Также были усовершенствованы технологии стабилизации ПК, абляции во время прохода сквозь плотные слои атмосферы, аэродинамики безопасной посадки. Для обеспечения безопасности космонавта ПК был снабжен многочисленными средствами обеспечения безопасного полета.

После финальной сборки «Шэньчжоу-5» было проведено испытание его механических и электрических характеристик, надежности, медицинское эргономическое испытание и совместное испытание систем, которые показали, что все функции и характеристики корабля соответствуют требованиям. Проведение повторной проверки среды обитания подтвердило такие характеристики и параметры, как атмосферное давление в орбитальном модуле, газовый состав, температура, влажность, уровень шума, величина перегрузки и эргономика. По сравнению с «Шэньчжоу-4» по 39 пунктам была повышена надежность, и в 20 — безопасность, было проведено 56 испытаний на надежность и 9 — на безопасность. Чтобы гарантировать безопасность жизни космонавта, отработаны меры борьбы с 123 видами отказов.

Корабль «Шэньчжоу-5» был рассчитан на одного космонавта. Он занял среднее кресло в возвращаемом модуле за 2 часа 45 минут до запуска и, согласно требованиям инструкции, проверил готовность к полету и герметичность скафандра. РН «Чанчжэн-2F» вывела корабль на начальную орбиту с перигеем 200 км, апогеем — 350 км, наклонением — 42,4°. После коррекции орбиты корабль вышел на круговую орбиту высотой 343 км. Так как главной целью «Шэньчжоу-5» было осуществление первого пилотируемого полета, научно-экспериментальных задач по сравнению с предыдущими запусками было намного меньше.

Первым китайским космонавтом, участвовавшим в пилотируемом полете, стал Ян Ливэй. 15 октября утром в 05:20 Ян Ливэй доложил руководителю Китайской пилотируемой программы Ли Цзиняю: «Товарищ главнокомандующий, мне дано задание совершить первую пилотируемую миссию, подготовка закончена, к выполнению готов». «Поехали!» — отдал приказ Ли Цзинай, и Ян Ливэй отправился на стартовую позицию, расположенную на расстоянии 7 км от гостиницы, в которой он жил на космодроме. За 40 минут до запуска вся работа на стартовом столе была завершена, все разъемы отсоединены, на отверстия некоторых из них нанесено термостойкое покрытие. За 30 минут до начала обратного отсчета группы спасения приведены в состояние готовности. Когда оставалось 5 минут, донесся звонкий голос: «Корабль к запуску готов!»

По приказу командующего начался волнительный отсчет времени — 5, 4, 3, 2, 1, зажигание! Было только видно, как из двигателей «Чанчжэн-2F» показались огненные языки пламени, и ракета начала медленно подниматься. Примерно через 10 минут корабль «Шэньчжоу-5» успешно вышел на околоземную орбиту. Наконец сбылась тысячелетняя мечта китайской нации полететь в космос.

15 октября в 9:12 раскрылись панели солнечных батарей на двигательном модуле корабля «Шэньчжоу-5», в 9:14 — на орбитальном модуле. В 9:32 Пекинский центр управления передал на борт данные, предусматривающие полет ПК в запланированном режиме. В 9:33 находящийся в южной части Тихого океана корабль системы управления полетом «Юаньвань-2» получил информацию с корабля, а в 9:34 изображение из возвращаемого модуля «Шэньчжоу-5» появилось на большом экране Пекинского центра управления полетами. Ян Ливэй во время разговора с врачом выглядел очень спокойно. Он сказал: «Я чувствую себя хорошо!» — это первая фраза, которую он произнес после вылета в космос.

В 9:42 главный руководитель Китайской пилотируемой программы Ли Цзинь объявил: «Запуск прошел успешно, корабль вошел на заданную орбиту». Зал управления полетами охватила радость. В 10 утра во время первого витка вокруг Земли, после того, как руководители по отдельным системам доложили о нормальных параметрах среды в модуле, Ян Ливэй получил команду открыть иллюминатор шлема, взять книгу и ручку. Когда он расслабил руку, ручка в условиях невесомости тут же начала свободный полет.

В 10:31 «Шэньчжоу-5» вошел в зону ответственности Кашгарской станции управления. Получив команду с Земли, Ян Ливэй снял перчатки и развязал завязанные под коленями пристяжные ремни. На большом экране Пекинского ЦУП было видно, что движения Ян Ливэя были очень легкие и отработанные. Примерно в 10:40 корабль начал совершать второй виток вокруг Земли. По картинке, переданной с корабля, было видно, что Ян Ливэй поменял положение лежа на положение сидя и смотрел в иллюминатор.

В 11:08 Ян Ливэй начал прием пищи в космосе. Он одновременно читал бортовую инструкцию и ел обед из тюбика. Говорят, что меню Ян Ливэя имело китайскую специфику: каша из восьми злаков, свинина по-сычуаньски, курица с арахисом и напиток, приготовленный из китайских лекарств и полезных добавок. В 11:12 космонавт Ян Ливэй провел первый отдых в космосе. Экран показал, что выражение его лица во время отдыха на спине было очень спокойное. Он крепко проспал примерно три часа на корабле, вращающемся вокруг Земли. Отдых Ян Ливэя закончился в 14:15.

В 15:52 Пекинский ЦУП поинтересовался у Ян Ливэя работой систем корабля и его самочувствием. Космонавт доложил Земле, что герметичность скафандра хорошая, все системы корабля работают нормально. В 15:54 началась коррекция орбиты ПК. На трехмерном изображении на большом экране справа было видно оранжевое пламя, показавшееся из хвостовой части корабля — заработала двигательная установка «Шэньчжоу-5». После выхода на новую орбиту корабль очень быстро был снова стабилизирован. Во время всего процесса Ян Ливэй сохранял полное спокойствие. Корабль системы управления полетом «Юаньвань-2» передал из южной части Тихого океана в Пекинский ЦУП информацию, что коррекция орбиты прошла успешно.

В 18:40, когда «Шэньчжоу-5» начал свой седьмой виток, Ян Ливэй продемонстрировал из космоса флаги Китая и ООН. С высоты 343 км над Землей он сказал: «Приветствую все народы мира, приветствую всех коллег, работающих в космосе, приветствую народ Китая, соотечественников из Гонконга, Макао и Тайваня, соотечественников за границей, благодарю весь китайский народ за

забóту». В 23:08, когда «Шэньчжоу-5» осуществлял десятый виток, космонавт Ян Ливэй приступил к отдыху. В 23:27 корабль системы управления полетом «Юаньван-4» принял телеметрию с «Шэньчжоу-5». В 23:32 Ян Ливэй закрыл глаза. Это был его второй отдых в космосе. В 23:45 на одиннадцатом витке Ян Ливэй уснул.

На 00 часов 16 октября «Шэньчжоу-5» уже провел на заданной орбите 14 часов 50 минут. В 1:17 начался 12-й виток. Со станций управления в Пекинский ЦУП поступала информация, что сопровождение идет нормально. В 2:52 ПКК пошел на 13-й виток, Ян Ливэй доложил командующему, что чувствует себя хорошо. В 3:10 космонавт проверил скафандр на герметичность.

В 4:31 Пекинский ЦУП вышел на связь с Ян Ливэем, в 4:53 ПКК был переведен с состояния сорокаминутной готовности к возвращению, в 5:04 — успешно вышел на орбиту возвращения, в 5:23 — объявлена десятиминутная готовность, в 5:33 начался процесс возвращения на Землю.

В 5:35 была проведена первая коррекция ориентации ПКК. Пекинский ЦУП передал на борт команду на возвращение. По схеме после построения ориентации ПКК для возвращения и торможения корабля происходит разделение орбитального модуля и связки возвращаемого и двигательного модулей, разделение двигательного и возвращаемого модулей и начинается возвращение на площадку приземления во Внутренней Монголии. Корабль системы управления полетом «Юаньван-3» в Атлантическом океане ведет прием информации с ПКК и передает ее в ЦУП.

В 5:36 ЦУП дал команду «отделение орбитального модуля», и орбитальный модуль «Шэньчжоу-5» отделился от связки возвращаемого и двигательного модулей. Высота орбиты связки постоянно снижалась, траектория была направлена в точку приземления. Орбитальный модуль остался на орбите на полгода для проведения научных экспериментов. В 5:38 включился тормозной двигатель «Шэньчжоу-5», скорость полета и высота орбиты стали стремительно уменьшаться, возвращаемый модуль направлялся в заданную точку приземления.

В 5:59 по команде Пекинского ЦУП возвращаемый и двигательный модули корабля «Шэньчжоу-5» успешно разделились и вышли на траекторию возвращения. После потери динамической силы (отсоединения двигательного модуля) возвращаемый модуль по технологии управления использовал для посадки аэродинамическую силу. Очень скоро Хотанская станция управления в Синьцзяне передала информацию, что корабль «Шэньчжоу-5» вошел в китайское воздушное пространство. В 6:04 ПК вошел в атмосферный слой и пребывал на этапе отсутствия связи.

В 6:07 поисково-спасательный вертолет принял радиосигнал от возвращаемого модуля. Поисково-спасательная группа, состоящая из 5 вертолетов и 14 специальных машин, обнаружила его и сразу же направилась в район точки приземления.

В 6:22 Ян Ливэй доложил, что чувствует себя хорошо. Тормозной парашют возвращаемого модуля раскрылся. Скоро Ян Ливэй снова доложил, что чувствует себя хорошо. Основной парашют работал нормально. Скоро пилоты вертолетов визуально зафиксировали в воздухе основной парашют, наземная поисково-спасательная группа зафиксировала парашют приземления, главный парашют возвращаемого модуля отделился. Все 5 вертолетов вели сопровожде-

ние в штатном режиме. В 6:28 наземная поисково-спасательная группа доложила, что находится в 7,5 км от точки приземления модуля. В 6:36 модуль был обнаружен. В 6:38 группа доложила, что состояние здоровья Ян Ливэя хорошее. Скоро он вышел из модуля, взмахом руки поприветствовал членов поисково-спасательной группы.

В 6:54 Ли Цзинай в Пекинском ЦУП объявил, что ПКК «Шэньчжоу-5» 16 октября в 6:23 совершил посадку на площадке приземления в автономном районе Внутренняя Монголия, отклонение реальной точки приземления от заданной составило 4,8 км. Возвращаемый модуль был в целости и сохранности. Китайский космический герой Ян Ливэй сам вышел из модуля. Первый пилотируемый полет Китая прошел успешно. Эта новая веха в истории китайской космонавтики означала, что Китай уже стал одной из стран мира, которая самостоятельно овладела пилотируемыми космическими технологиями. Китайские космические наука и техника вступили в новый этап.

5.6.2. Полет «Шэньчжоу-6»

12 октября 2005 года с космодрома Цзюцюань был запущен корабль «Шэньчжоу-6». Участниками полета стали Фэй Цзюньлун и Не Хайшэн. Расчетная продолжительность полета — 5 суток. «Шэньчжоу-6» сначала выполнил 5 витков по эллиптической орбите с наклоном $42,4^\circ$, перигеем 200 и апогеем 347 км, после коррекции занял круговую орбиту высотой 343 км. Период одного витка вокруг Земли — 90 минут. Орбитальные параметры сходны с «Шэньчжоу-5».

По сравнению с «Шэньчжоу-5» на «Шэньчжоу-6» дополнительно установили более 50 наименований оборудования и 6 видов программного обеспечения, в результате чего количество оборудования на корабле превысило 600 видов, программное обеспечение насчитывало 82 вида, а отдельных элементов и компонентов — более 100 тыс. штук. Было проведено 110 технических модернизаций по четырем аспектам:

Во-первых, в полете участвовало два космонавта, а его продолжительность составляла несколько суток. Это потребовало использования холодильника, размещения запасов воды в водяном баке и отдельных мягких пакетах, увеличения объема бака для водяного конденсата, гигроскопического покрытия для внешней проводки, поддержания влажности корабля на уровне менее 80 %.

Во-вторых, расширение функций использования орбитального модуля: в нем были размещены устройство для подогрева пищи и столовые принадлежности, спальный мешок для попередного отдыха космонавтов, гигиенический бокс с влажными салфетками и предметами для уборки, установка сбора продуктов жизнедеятельности, использовавшаяся на китайских ПКК впервые.

В-третьих, повышение безопасности космонавтов: заново спроектировано амортизационное устройство кресла космонавта — теперь оно позволяло поднимать кресло, что давало возможность космонавту смотреть в иллюминатор; разработана система быстрой автоматической проверки герметичности люка между возвращаемым и орбитальным модулями, создана специальная ткань для про-

тирки мест герметичных соединений люков, которая не накапливает статического электричества, не имеет запаха и не образует волокон.

В-четвертых, в 100 раз увеличен объем памяти бортового устройства записи данных, более чем в 10 раз — скорость записи и считывания, при этом размеры устройства уменьшились более чем наполовину.

Основные этапы космического полета:

12 октября в 17:29 космонавт Фэй Цзюньлун открыл люк между возвращаемым и орбитальным модулями и вошел в орбитальный модуль для проведения научных экспериментов.

13 октября в 4 часа космонавты провели испытания воздействия механических возбуждений, возникающих внутри корабля, на параметры движения ПКК: умышленно увеличивали амплитуду движений при перемещении внутри модулей, включая открывание и закрывание люка, одевание и снятие скафандра, переход из одного модуля в другой, извлечение водяного конденсата. Результаты опытов показали, что данная деятельность не оказывает большого воздействия на ПКК, коррекции орбитального положения и дополнительных мер по стабилизации не потребовалось.

14 октября утром после изменения на 30-м витке орбиты «Шэньчжоу-6» была впервые проведена операция по восстановлению орбиты, то есть осуществлена микрокоррекция в соответствии с точными параметрами заданной орбиты. Во время этой операции продолжительность работы двигателя составила 6,5 с, в результате чего орбита была поднята на 800 м.

15 октября в 16:29 началась беседа с Фэй Цзюньлуном и Не Хайшэном Председателя КНР Ху Цзиньтао. В 18:05 космонавты передали в Пекинский ЦУП цифровые снимки панелей солнечных батарей.

После выполнения задач полета возвращаемый модуль приземлился в районе Сицзыванци на территории автономного района Внутренняя Монголия. Возвращение «Шэньчжоу-6» включало 4 этапа: торможение, свободный аэродинамический спуск, вход в верхние слои атмосферы, приземление. После разделения орбитальный модуль продолжал находиться на орбите 6 месяцев для проведения ряда научных экспериментов.

17 октября в 3:44 утра орбитальный модуль и связка возвращаемого и двигательного модулей успешно разделились, в 3:45 включен двигатель на торможение и началось возвращение. В 4:07 двигательный модуль успешно отделился от возвращаемого, который автономно вернулся на Землю. В 4:20 раскрылся главный парашют, и модуль начал приземление в районе Сицзыванци. В 4:33 возвращаемый модуль приземлился, и космонавты Фэй Цзюньлун и Не Хайшэн доложили в ЦУП, что все прошло нормально, работники Центра зааплодировали. Примерно через полчаса поисково-спасательные вертолеты обнаружили возвращаемый модуль, он находился в 1 км от расчетной точки падения.

5.6.3. Полет «Шэньчжоу-7»

25 сентября 2008 году в 21:10 с космодрома Цзюцюань стартовал ПКК «Шэньчжоу-7». 28 сентября 2008 года в 17:37 корабль приземлился в районе Сицзыванци автономного района Внутренняя Монголия. Всего полет «Шэньчжоу-7» длился 2 дня 20 часов 27 минут. Участниками данного полета были Чжай Чжиган

(командир корабля), Лю Бомин и Цзин Хайпэн. Три космонавта — это максимальная численность экипажа ПКК «Шэньчжоу». Главной задачей полета было осуществление первого для китайских космонавтов выхода в открытый космос, овладение соответствующими прорывными технологиями внекорабельной деятельности. Другие задачи полета — запуск с борта ПКК спутника и проведение эксперимента по ретрансляции данных через специальный спутник, а также других научно-технических экспериментов.

«Шэньчжоу-7» также состоял из орбитального, возвращаемого и двигательного модулей, но из-за необходимости осуществления выхода в открытый космос, его длина составила 9,19 м, а масса — 12 т. При этом суммарная высота РН «Чанчжэн-2F» с ДУ САС составила 58,3 м. Поскольку задачи полета существенно отличались от предыдущих пилотируемых запусков, количество технических модернизаций на «Шэньчжоу-7» было намного больше, более 200, каждая из которых требовала согласования, координации, уточнения, реализации и завершения.

Корабль «Шэньчжоу-7» — первый корабль второго этапа китайской пилотируемой программы. Если разница между кораблями первого этапа была не слишком большая — это были только частичные изменения, вызванные коррекцией полезной нагрузки и параметров полета, то «Шэньчжоу-7» был сильно изменен в техническом плане. Планировалось осуществить внекорабельную деятельность, которая являлась одной из двух ключевых задач второго этапа пилотируемой программы (вторая задача — сближение и стыковка двух КА на орбите). Именно для выполнения важной задачи выхода в космос, орбитальный модуль корабля «Шэньчжоу-7» был полностью спроектирован заново. Ранее орбитальный модуль выполнял функции бытового и рабочего отсека для космонавтов. Во время полета «Шэньчжоу-6» космонавты впервые входили в него для отдыха и выполнения простой работы, а в «Шэньчжоу-7» орбитальный модуль надобно было использовать для осуществления внекорабельной деятельности, поэтому он не только сохранил прежние рабочие и бытовые функции, но и стал выполнять функции шлюзовой камеры. То есть перед выходом в открытый космос давление в орбитальном отсеке снижалось до уровня вакуума, так осуществлялось выравнивание давления в модуле с наружным, открытого космоса. После того, как космонавт надевал выходной скафандр, можно было выходить из отсека для проведения внекорабельной деятельности. Поэтому орбитальный модуль «Шэньчжоу-7» можно назвать «камерой шлюзования».

Чтобы осуществить эту функцию, технические специалисты спроектировали орбитальный модуль «Шэньчжоу-7» заново, поэтому технический облик всего корабля очень сильно изменился. Для проведения специальных испытаний и проверки орбитального модуля научно-технические специалисты провели испытания механических, тепловых и электрических интерфейсов на специальном испытательном образце такого модуля. Кроме того, с помощью орбитального модуля впервые осуществили в барокамере эксперимент в условиях вакуума с участием человека.

Корабль «Шэньчжоу-7» состоял из 13 отдельных систем. По сравнению с предыдущими кораблями «Шэньчжоу-7» — корабль с наибольшим количеством

отдельных приборов, механизмов и агрегатов и самый сложный в техническом отношении.* Он претерпел следующие изменения:

Во-первых, была добавлена задача осуществления внекорабельной деятельности. Внекорабельная деятельность космонавта — самый большой технический прорыв в проектировании «Шэньчжоу-7» по сравнению с предыдущими кораблями, который привел к ряду технических обновлений, включая проектирование шлюзовой камеры и отработку схемы выхода в открытый космос.

Орбитальный модуль «Шэньчжоу-6», кроме части, предназначенной для проведения исследований на орбите в течение полугода, имел также и часть, призванную обеспечить быт космонавтов. А у «Шэньчжоу-7» для проведения внекорабельной деятельности была исключена часть, предназначенная для орбитальных исследований, в результате чего орбитальный модуль был спроектирован заново: он превратился в конгломерат бытового отсека и камеры шлюзования. Камера шлюзования — переходной отсек космонавта на пути из возвращаемого модуля в открытый космос и из космоса в возвращаемый модуль. Когда оба космонавта из возвращаемого модуля вошли в шлюзовую камеру, люк в возвращаемый модуль закрыли, и шлюзовая камера превратилась в герметичный отсек. Космонавты переоделись в выходные скафандры, осуществили процедуру насыщения крови кислородом и удаления из нее азота, снизили давление, затем открыли люк из шлюзовой камеры в открытый космос и осуществили выход. После завершения по обратной схеме вернулись в камеру шлюзования.

К камере шлюзования имеет отношение оборудование для: обеспечения выходного скафандра электропитанием, его температурного режима и возможностей совершения механических операций. Энергообеспечение выходного скафандра, связь и передача данных и т. д. осуществлялись посредством проводов и радиопередающего устройства. Кроме автономной системы терморегуляции в скафандре, орбитальный модуль также должен был обеспечивать необходимый тепловой режим скафандра, чтобы он соответствовал заданным параметрам. Вешалка, такая же, как и обычная вешалка для одежды, используется для того, чтобы повесить скафандр, и его было удобно одевать и снимать. Размещение ее в камере шлюзования должно обеспечивать удобное переодевание. После внекорабельной деятельности космонавту нужна была комфортная зона для выполнения различных движений. Для переодевания в шлюзовой камере спроектировали поручни, педали и другие детали.

Съемки внекорабельной деятельности: чтобы запечатлеть внекорабельную деятельность космонавта и передать изображение на Землю, на переднем и заднем концах ПКК были установлены внешние камеры, которые с двух направлений могут фиксировать деятельность космонавтов в открытом космосе и передавать информацию на Землю в реальном масштабе времени; создания необходимого уровня освещенности во время работы космонавта в открытом космосе.

Так как внекорабельная деятельность намного сложнее внутрикорабельной, в соответствии с ограничивающими условиями выходного скафандра и принципами

* Шан Чжи. Исследования при реализации технических решений на ПКК «Шэньчжоу-7» / Шан Чжи, Юй Сяо // Проектирование КА. — Т. 17. — № 6 (ноябрь 2008). — С. 2 (на кит. яз.).

гарантии того, что космонавт сможет удачно выполнить программу внекорабельной деятельности, в программе полета корабля «Шэньчжоу-7» было запланировано 4 этапа внекорабельной деятельности и 7 ключевых задач, которые нужно было выполнить в пределах зоны наземного управления. Также нужно было обеспечить осуществление внекорабельной деятельности космонавта при свете для удобства видеосъемки, поэтому требовалось запускать корабль вечером, а внекорабельную деятельность проводить днем. Кроме того, в системе корабля спроектировали четыре схемы работы при чрезвычайных ситуациях и 30 программ предотвращения нештатных ситуаций при работе в открытом космосе.

Во-вторых, переход от трехдневного полета двух космонавтов к многодневному полету трех. По проектным возможностям максимальная численность экипажа «Шэньчжоу» составляла 3 человека. От «Шэньчжоу-1» до «Шэньчжоу-4» были полеты в беспилотном режиме, «Шэньчжоу-5» пилотировал один космонавт, «Шэньчжоу-6» — два. В полете «Шэньчжоу-7» впервые была проверена полная грузоподъемность — на орбиту на несколько дней отправились три человека. В случае добавления в экипаж третьего космонавта на «Шэньчжоу-7» надо было предусмотреть установку для него дополнительного кресла, увеличение запасов воды, продуктов питания, других необходимых для поддержания жизнедеятельности ресурсов.

В-третьих, добавились эксперименты на орбите. На «Шэньчжоу-7» был установлен первый китайский пользовательский терминал ретрансляции данных через специальный спутник, использование которого может намного повысить возможности управления КА, находящимися на средних и низких орбитах, увеличить зону их контроля наземными средствами с территории Китая с 13 % орбиты до приблизительно 45 %. На ПКК также нужно было провести орбитальные эксперименты с твердотельными материалами, предоставленными АН Китая и размещенными на внешней поверхности ПКК — после экспонирования в условиях космоса вернуть их в корабль во время внекорабельной деятельности.

Главная задача системы прикладных исследований «Шэньчжоу-7» — провести эксперименты в области ДЗЗ, космической науки и технологий. В области ДЗЗ целью являлось на мировом уровне осуществить системные исследования Земли с использованием передовой аппаратуры ДЗЗ. Это эксперименты с задействованием сканирующего спектрорадиометра среднего разрешения, многомодового прибора микроволнового дистанционного зондирования (включая микроволновой высотомер, радиометр и скаттерометр), мониторинг среды Земли и исследования применения данных ДЗЗ. Мониторинг земной среды включает мониторинг параметров солнечного излучения, инфракрасного излучения Солнца и Земли и радиационного пояса Земли. Прикладные исследования в области приборов дистанционного зондирования — это база развития в Китае прикладных технологий ДЗЗ. Они включали прикладные исследования технологий спектрального сканирования и микроволнового дистанционного зондирования земной поверхности и верхних слоев атмосферы. В области космической науки были проведены эксперименты по космической биологии, микрогравитации (включая космическое материаловедение, физику жидкостей в условиях микрогравитации), космической астрономии, прогнозу и мониторингу состояния космической среды. Цель — всесторонне повысить уровень космической

науки в Китае. В рамках темы «Космическая биология и биотехнологии» было разработано большое количество экспериментального оборудования, проведены эксперименты по космической биологии, кристаллизации белка и роста клеток в космосе, электровзаимодействию клеток и разделению белков и биомакромолекул в космосе. В рамках темы «исследования по космическому материаловедению» разработана многофункциональная печь для выращивания кристаллов и установка для наблюдения за их ростом, проведены исследования двух и трехкомпонентных полупроводниковых оптоэлектронных материалов, прозрачных оксидных кристаллов, металлов и сплавов, эксперименты в области динамики роста кристаллов в космосе. В рамках темы «прогноз и мониторинг космической среды» появилась возможность создания Центра прогноза космической среды, публикации долгосрочных, среднесрочных и краткосрочных прогнозов и предупреждений, анализа возможных последствий изменений космической среды для обеспечения безопасности космонавтов, ПКК и работоспособности космического оборудования.

Самой главной задачей полета было проведение внекорабельной деятельности на третьи сутки после запуска, а именно — 27 сентября. В 16:30 командир корабля Чжай Чжиган и космонавт Лю Бомин перешли в орбитальный отсек, выполняющий функции камеры шлюзования, и надели выходные скафандры, а Цзин Хайпэн остался в возвращаемом модуле. Чжай Чжиган выполнял главную задачу выхода, а Лю Бомин ему помогал. В процессе внекорабельной деятельности Чжай Чжиган сначала высунул из люка голову, помахал рукой камере, установленной снаружи ПКК, затем вышел полностью. Лю Бомин тоже высунул голову и передал Чжай Чжигану маленький флаг. Тот взял его и помахал им перед объективом. После этого Чжай Чжиган забрал установленные за бортом образцы твердотельных материалов. В 16:58 космонавты успешно завершили работу и вернулись в возвращаемый модуль. Время нахождения Чжай Чжигана в открытом космосе — 19 минут 35 секунд. В 17:00 был закрыт выходной люк орбитального модуля. В ходе полета «Шэньчжоу-7» был выполнен первый в истории Китая выход в открытый космос китайского космонавта. Китай стал третьей страной в мире, способной отправить человека в космос и обеспечить внекорабельную деятельность.

В 19:24, вскоре после завершения внекорабельной деятельности и возвращения космонавтов в орбитальный модуль, когда корабль «Шэньчжоу-7» совершал 31-й виток, был запущен доставленный на корабле спутник-компаньон. После запуска спутник медленно отделился и с расстояния 1 км стал фотографировать корабль. Через 40 минут снимки были переданы в Пекинский центр управления полетами. После возвращения космонавтов на Землю Пекинский ЦУП провел анализ и обработку переданных спутником данных, сформировал новые параметры орбиты, ввел их на борт спутника, который, в итоге, приблизился к орбитальному модулю и начал вращение вокруг него.

Спутник-компаньон массой около 40 кг был установлен на переднем конце орбитального модуля «Шэньчжоу-7» и предназначался для получения видеозаписей, навигации, обеспечения связи в S-диапазоне и др. После вывода спутника и корабля на орбиту Пекинский ЦУП осуществлял слежение и контроль работы спутниковой полезной нагрузки, посредством подачи на борт команд управления привел в рабочее состояние его оборудование, ввел схему

полета и запустил процедуру подготовки к запуску. Использование спутников сопровождения может расширить функции больших КА, например, космической станции или космической лаборатории, обеспечит внешний осмотр и проверку больших КА, позволит оценивать неисправности КА и создать основу для обеспечения безопасности. Кроме того, проведение таких фундаментальных работ, как управление с Земли системой из двух КА, включая ряд организационных мероприятий, прогнозирование параметров орбит и т. д. дало ценный технический опыт для проведения сближения и стыковки в космосе.

Глава 6

Заключение: тенденции развития китайской космонавтики

Космические технологии, являющиеся сложными комплексными системными технологиями, с быстрым развитием современной науки и техники вступают на новый этап крупномасштабного развития и использования околоземного пространства в интересах народного хозяйства. Космические технологии делятся на четыре области: искусственные спутники, пилотируемая космонавтика, исследование космического пространства и космическая транспортная система — РН. Хотя в рамках проектов «Шэньчжоу-5», «Шэньчжоу-6» и «Шэньчжоу-7» были осуществлены пилотируемый космический полет и внекорабельная деятельность, с точки зрения использования космического пространства ПКК имеет серьезные ограничения: небольшой масштаб, короткое время полета, малая грузоподъемность, слабая автономность, ограниченность проводимых исследований и экспериментов и т. д., то есть с помощью ПКК трудно проводить крупномасштабные научно-технические эксперименты, а еще труднее осуществить производство космической продукции на промышленном уровне. Процесс развития пилотируемой космонавтики за рубежом имеет одну общую для всех стран модель: от пилотируемого корабля до строительства орбитальной станции, от экспериментальной орбитальной станции — к долговременной. В космических кругах Китая есть известная фраза: «Создание корабля для создания станции, создание станции для использования». Цель строительства станции — проведение космических научных экспериментов и исследование технологий использования космического пространства. Крупная космическая станция, которая сможет долго оставаться в космосе, — следующее основное средство развития и использования космического пространства.

В ноябре 2000 года китайское правительство опубликовало Белую книгу «Китайская космонавтика», в которой указаны следующие цели пилотируемой программы Китая:

— на ближайшую перспективу (ближайшие 10 или более лет): осуществить пилотируемый космический полет, создать комплексную систему разработки и испытаний пилотируемой космонавтики начальной комплектации (включая космическую станцию, транспортную систему, крупную РН, систему использования

космоса, систему подготовки космонавтов, систему управления и связи, космодром и площадку приземления и т. д.); развивать космическую науку, проводить исследования дальнего космоса.

— на дальнюю перспективу (на ближайшие 20 или более лет): создать китайскую пилотируемую космическую станцию, проводить пилотируемые космические научные исследования и технологические эксперименты определенного масштаба.

В настоящее время уже выполнена одна из задач второго этапа развития — осуществлена внекорабельная деятельность космонавтов, на данном этапе надо также провести сближение и стыковку, запустить космическую лабораторию, в которой в течение короткого времени смогут находиться космонавты.

Третий этап — создание крупномасштабной долговременной пилотируемой космической станции. Запуск космической лаборатории — ближайшая конкретная цель в пилотируемой космонавтике, запуск ПКК, внекорабельная деятельность космонавтов, сближение и стыковка в космосе — база и предпосылки запуска космической станции.

Сближение и стыковка — общее наименование двух видов операций КА на орбите: сближение КА и стыковка КА. Посредством сближения и стыковки КА на орбите можно проводить обслуживание пилотируемых КА, долгое время находящихся на орбите, например, ремонт оборудования, замену компонентов, заправку топливом, доставку продуктов питания и материальных ресурсов, смену экипажа и экстренное спасение. С помощью стыковки сегментов можно создать большую долговременную космическую станцию и другие крупные орбитальные комплексы.

Эти три этапа китайской пилотируемой программы сейчас проводятся в жизнь. Осуществление пилотируемого полета — только лишь первый шаг, после которого в будущем нужно провести еще ряд пилотируемых полетов, разработать усовершенствованную космическую транспортную систему, подготовиться к разработке шлюзовой камеры, выходного скафандра и стыковочного механизма. Хотя сложность этих работ очень велика, их значение гораздо больше. Предполагается, что Китаю понадобится примерно 10 лет для выполнения этих задач.

Благодаря разработке и запуску пилотируемой космической станции, можно будет овладеть технологиями долговременного пребывания космонавтов на орбите, проводить исследования и эксперименты, расширить масштаб использования космоса, создать базовую инфраструктуру космической деятельности на околоземной орбите, интегрировать прикладные спутники и космические станции, находящиеся на различных орбитах, и в результате заложить техническую базу и создать рабочую платформу для исследования дальнего космоса. Создание и запуск космической станции с долговременным пребыванием экипажей создадут условия для дальнейшего проведения Китаем космических научных исследований и экспериментов и освоения производства космической продукции. К тому времени китайская пилотируемая космонавтика достигнет мирового уровня.

В утвержденных в 2006 году китайским правительством «Тезисах 11-го пятилетнего плана социально-экономического развития» и «Тезисах программы научно-технического развития на средне- и долгосрочную перспективу на 2006–2020 годы.» развитию космонавтики отведено важное место. Для конкретизации

задач китайское правительство издало Белую книгу «Китайская космонавтика 2006 года»*, в которой изложены цели развития, главные задачи и соответствующие направления политики в области развития космоса. Главные пункты заключаются в следующем**.

1. Цель развития

Значительно повысить грузоподъемность и надежность РН; создать долговременную стабильную систему спутников ДЗЗ, скоординированную систему применения спутников ДЗЗ; создать достаточно полную систему спутниковой связи и повысить масштаб и эффективность использования данной сферы; поэтапно создать систему спутниковой навигации, отвечающей требованиям потребителей, реализовать начальный этап формирования отрасли применения спутниковой навигации; начать перевод прикладных спутников и сферы их использования с этапа экспериментального использования на этап обслуживания потребителей.

Осуществить выход человека в открытый космос, сближение и стыковку КА; провести исследования Луны с помощью автоматической станции с орбиты ее искусственного спутника; достичь фундаментальных результатов в космических исследованиях.

2. Главные задачи

1. Разработать РН нового поколения низкой себестоимости и большой тяговооруженности на экологически чистых компонентах топлива, добиться грузоподъемности в 25 т при запуске на околоземную орбиту, 14 т — на переходные к геостационарной орбиты; завершить разработку кислород-керосинового ЖРД тягой 120 т и кислородно-водородного ЖРД тягой 50 т; повысить надежность и снизить время стартовой подготовки РН семейства «Чанчжэн».

2. Начать реализацию проекта системы ДЗЗ высокого разрешения; разработать и запустить полярный и геостационарный метеоспутники, спутник исследования океана, спутник изучения природных ресурсов, микроспутник мониторинга окружающей среды и прогнозирования стихийных бедствий; развернуть исследования в области спутника стереосъемки и других технологий ДЗЗ. На предварительном уровне сформировать стабильно функционирующую всепогодную, круглосуточную, всесезонную систему ДЗЗ с широким спектральным покрытием для стереонаблюдения и динамического мониторинга суши, атмосферы и океана.

3. Спланировать развитие наземной системы приема и использования информации спутников ДЗЗ; повысить степень интеграции и качество услуг системы,

* Китайская космонавтика 2006 г. // Пресс-офис Госсовета КНР. — 2006.

** К 2009 г. некоторые задачи, поставленные в Белой книге «Китайская космонавтика 2006 г.», уже были выполнены.

создать Государственный центр использования данных спутников ДЗЗ, построить и оборудовать базу радиационной коррекции спутников ДЗЗ, начать формирование системы общего доступа к данным ДЗЗ в интересах общественного развития; создать структуру использования спутниковой информации для уменьшения последствий стихийных бедствий, сформировать ряд основных систем использования данных спутников ДЗЗ; добиться прорыва в важных сферах применения данных ДЗЗ.

4. Разработать и запустить высоконадежный, мощный геостационарный спутник связи с большим ресурсом орбиты и спутник непосредственного телерадиовещания; развивать технологии спутникового непосредственного вещания, спутниковой связи в чрезвычайных ситуациях, радиовещания для широкого круга потребителей, широкополосные мультимедийные технологии. Продолжать развитие и совершенствование услуги спутниковой связи, расширять сферы обслуживания. Активно продвигать процесс коммерциализации спутниковой связи, расширять масштаб применения спутников связи и непосредственного вещания.

5. Совершенствовать экспериментальную навигационную спутниковую систему «Бэйдоу». Развивать национальные технологии применения и аппаратуру спутниковой навигации и позиционирования, создать систему обслуживания и поддержки услуг позиционирования в рамках спутниковой навигационной системы, ряд терминалов массового применения, расширить сферу применения и рынок соответствующих услуг.

6. Разработать и запустить спутник исследования новых технологий, усилить деятельность по отработке новых технологий, материалов, компонентов и оборудования в условиях космического полета, повысить уровень самостоятельных исследований и разработок, качество продукции и надежность.

7. Разработать и запустить «селекционный» спутник, развивать взаимодействие космических технологий и сельскохозяйственных селекционных технологий, расширять применение космических технологий в сельскохозяйственных научных исследованиях.

8. Разработать космический телескоп, новый научный спутник с возвращаемой капсулой и другие спутники; проводить фундаментальные исследования в области астрономии, космической физики, микрогравитации и космической биологии, добиться важных фундаментальных достижений; расширить возможности мониторинга космической среды и космического мусора, создать начальную систему мониторинга космической среды и предупреждения о столкновениях в космосе.

9. Осуществить внекорабельную деятельность в пилотируемой космонавтике, провести эксперименты по сближению и стыковке КА; развернуть разработку космической лаборатории с определенным масштабом использования кратковременно посещаемой экипажами и долговременно эксплуатируемой в автономном режиме, продолжить работу по пилотируемой программе.

10. Вывести КА на окололунную орбиту, провести исследования, сделать прорыв в фундаментальных технологиях исследования Луны, разработать и запустить первую китайскую автоматическую станцию исследования Луны «Чан Э-1» для проведения научных исследований и изучения ресурсов Луны; продолжить работу по программе исследования Луны.

11. Повысить эффективность космодромов и расширить возможности проведения на них комплексных испытаний, оптимизировать планировку космодромов, развивать инфраструктуру космодромов, повысить надежность оборудования и степень его автоматизации.

12. Продолжить повышение технического уровня и возможностей космической системы управления, расширить зоны покрытия наземных средств управления, добиться предварительного удовлетворения требований по управлению в исследованиях дальнего космоса.

3. Политика и меры развития

Китайское правительство будет строить планы в области космических технологий, использования космоса и космической науки, продвигать инновации в области космической науки и техники, стимулировать получение большего экономического и социального эффекта от космической деятельности, гарантировать упорядоченное, соответствующее правилам, здоровое развитие и осуществит поставленные цели.

В настоящее время и в будущем главными направлениями политики и мерами в области развития китайской космонавтики являются:

1. Рационально планировать различные космические мероприятия. Отдавать приоритет развитию прикладных спутников и применению спутников, в умеренной степени развивать пилотируемую космонавтику и исследования дальнего космоса, активно поддерживать космические научные исследования.

2. Сконцентрировать усилия на реализации крупномасштабной космической научно-технической программы, усилить фундаментальные исследования, опережающими темпами осваивать передовые технологии. Путем концентрации основных усилий, технологических прорывов и интеграции ресурсов осуществлять ключевые прорывы в космической науке и технике. Посредством развития фундаментальных исследований в области космоса и опережающих исследований некоторых передовых технологий расширять долгосрочные инновационные возможности в области космической науки и техники.

3. Расширять использование космоса, продвигать процесс развития космической промышленности. Усиливать развитие технологий использования космоса, расширять доступ к его ресурсам. Делая акцент на спутниках связи и спутниковых телекоммуникациях, спутниковом ДЗЗ, спутниковой навигации и РН, активно строить космическую производственную цепочку, состоящую из производства спутников, обслуживания запусков, производства наземного оборудования и операционного обслуживания. Усиливать «внедрение и освоение» космических технологий, улучшать и повышать уровень традиционной отрасли.

4. Уделять внимание строительству баз космической научно-технической промышленности. Усиливать базовую инфраструктуру разработки, производства и испытаний КА и РН. Поддерживать строительство ключевых космических научно-технических лабораторий и системных исследовательских центров, усиливать работу в области информатизации, прав интеллектуальной собственности и космической стандартизации.

5. Продвигать строительство системы инновационных космических технологий. Способствовать реформам и переходу на новый уровень космической научно-технической промышленности, ускорять формирование крупных космических предприятий передового мирового уровня. Активно создавать инновационную систему космических технологий, состоящую главным образом из космических научно-технических предприятий и государственных научно-исследовательских структур и объединяющую производство, обучение и исследования.

6. Усиливать научное управление космической деятельностью. В соответствии с ходом развития социалистической рыночной экономики активно внедрять инновации в механизм научного управления, усиливать меры контроля качества, концепции эффективности, системы функционирования, научное управление, повышать качество системы управления, снижать системные риски, повышать общую эффективность.

7. Усиливать работу по формированию политики и правовых норм. Изучать и внедрять политику, правовые нормы и правила, регулирующие космическую деятельность, направлять развитие различных форм космической деятельности в рамках нормативно-правовой базы, повышать административно-правовой уровень, создать благоприятную для развития космонавтики политико-правовую атмосферу.

8. Гарантировать финансовые вложения в космическую деятельность. Китайское правительство продолжит увеличивать инвестиции в космос, в то же время будет поощрять создание многополюсной и многоканальной космической инвестиционной системы, поддерживать долговременное и стабильное развитие космонавтики.

9. Поощрять все слои общества к участию в космической деятельности. Поощрять промышленные предприятия, научно-исследовательские структуры, коммерческие предприятия, вузы, социальные группы в рамках государственной космической политики к реализации своих достижений и к активному участию в космической деятельности, принимать участие в международных обменах и сотрудничестве в области космоса. Поощрять спутниковые предприятия и пользовательские структуры к приоритетному использованию спутников и спутниковых услуг китайского происхождения.

10. Усилить формирование системы космических кадров. Усиленно развивать образовательную систему, уделить внимание подготовке кадров в инновационной практике, уделить особое внимание подготовке молодых научно-технических кадров, сформировать систему космических кадров с разумной структурой и лучшим уровнем образования. Распространять космические знания, пропагандировать космическую культуру, привлекать больше перспективных кадров для работы в сфере космонавтики.

Список использованной литературы

- [1] НИИ № 512 // Космическая станция: Сборник (1). — Пекин: Мин-во косм. пром., 1986.
- [2] Бай Чжаогуан, Ли Фань, Ян Вэньтао. Достижения китайских технологий морских спутников и перспективы // Системы КА. — 2008. — № 4.
- [3] Бай Ваньлянь. Люди, творящие чудеса // Основоположники китайского проекта «Бомба, ракета и спутник». — Ухань: Изд-во «Образование» провинции Хубэй, 2000.
- [4] Космические технологии и модернизация. — Пекин: Изд-во «Космос», 1991.
- [5] Развитие китайской космонавтики. — Пекин: Изд-во «Космос», 1996.
- [6] Научно-технический опыт // 30 лет развития космических технологий 1956–1986. — Пекин: Мин-во косм. пром., 1988.
- [7] Мировые космические средства выведения. — Пекин: Изд-во «Космос», 1996.
- [8] Цай Гуйлинь. Бледно-желтая небесная мечта: факты из 50 лет развития китайской космонавтики. — Гуйлинь: Изд-во «Лицзянь», 2003.
- [9] О семействе РН «Чанчжэн»: «Чанчжэн-4» // Мировые космические средства выведения. — Пекин: Изд-во «Космос», 1996.
- [10] Чао Ципин, Чжао Цзючжан. Биографии основоположников проекта «Бомба, ракета и спутник» / Под ред. Сун Цзяня. — Пекин: Изд-во ун-та Цинхуа, 1999.
- [11] Чэнь Фаньюнь, Лю Чжикуй. Развитие навигационной системы связи в Китае // Китайская космическая наука и техника. — 1987. — № 3.
- [12] Чэнь Фаньюнь. Развитие навигационной системы связи в Китае // Технология управления летательными аппаратами. — 1987. — № 1.
- [13] Чэнь Гохуа. РН «Чанчжэн-3» // Мировые космические средства выведения. — Пекин: Изд-во «Космос», 1996.
- [14] Чэнь Шаньгуан. Талантливые китайские космонавты. — Пекин: Изд-во Космос. — 2005.
- [15] Чэнь Сяодун. Китайская пилотируемая космонавтика: от мечты к реальности. — Пекин: Изд-во культуры и искусства НОАК. — 2003.
- [16] Чэнь Юань. Спутник «Цзыюань-1», вышедший на новый уровень развития китайских космических технологий // Международный космос. — 1998. — № 3.

- [17] Чэнь Юань, Чэнь Циньнань. Китайско-бразильский спутник изучения природных ресурсов // Системы КА. — 2002. — № 2; № 3.
- [18] Чу Гуйбай. Исследования путей развития китайской орбитальной станции. Специальный комитет летательных аппаратов Китайского общества космонавтики и др. // Сборник концептуальных научных работ по орбитальной станции. — Пекин: Мин-во косм. пром., 1988.
- [19] Ди Найон, Чжу Вэйцзэн, У Жуйхуа. «Чанчжэн-2» // Мировые космические средства выведения. — Пекин: Изд-во «Космос», 1996.
- [20] Дун Шэн. Ода небу и земле: подоплека проекта «Бомба, ракета и спутник». — Пекин: Изд-во «Синьхуа», 2000.
- [21] Фань Бэньяо, Цао Чжисянь. Спутник связи «Дунфанхун-3» // Китайская космонавтика. — 1997. — № 7.
- [22] Фань Шихэ. Разработка РН «Чанчжэн-3» и запуск спутников // Китайская космонавтика. — 2000. — № 6.
- [23] Гао Чунъю. Прославление колыбели золотой космической медали // Китайская космонавтика. — 1999. — № 10.
- [24] Си Дэцюань. Разработка РН «Фэнбао-1» в Шанхае // Молниеносное развитие китайской космонавтики / Под ред. Ван Лихэна. — Пекин: Изд-во «История культуры Китая», 1999. — С. 373–379.
- [25] Гун Сяохуа. Подоплека политических решений в области китайской космонавтики. — Пекин: Изд-во «История культуры Китая», 2006.
- [26] Гу Юнфэн, Ши Чаоли, Ли Чэнчи. История развития мировой космонавтики. — Чжэнчжоу: Хэнаньское изд-во «Наука и техника», 2000.
- [27] Го Луцзюнь, Го Фэн. Китайские метеоспутники и их применение // Международный космос. — 1999. — № 9.
- [28] Го Баочжу. Китайская космонавтика и системная инженерия // Оборонная наука, техника и промышленность. — 2003. — № 4.
- [29] Хань Хоуцзянь. РН «Чанчжэн-1» // Китайская космонавтика. — 1997. — № 5.
- [30] НИИ № 512 // Космическая станция (3): применение космической станции. — Пекин: Мин-во косм. пром., 1987.
- [31] НИИ № 512 // Космическая станция (5): исследование понятия космической станции и космической платформы. — Пекин: Мин-во косм. пром., 1987.
- [32] Ху Шисян, Чжан Цинвэй. Китайская пилотируемая программа: примеры успешной практики // Китайская космонавтика. — 2004. — № 10.
- [33] Ху Вэньжуй. Развитие китайской космической науки. — Пекин: Изд-во «Оборонная наука, техника и промышленность», 1995.
- [34] Хуа Люйлинь. Системная инженерия и управление космическими системами. — Пекин: Изд-во «Космос», 2007.
- [35] Хуан Вэйлюй. Разработка твердотопливных РН // Бомба, ракета и спутник: монумент республики: Сб. Политуправления ГУВВТ НОАК. — Пекин: Изд-во «Цзючжоу», 2001. — С. 200–207.
- [36] Цзяо Шицзюй. Первая бортовая пленочная камера: развитие технологий ДЗЗ китайских возвращаемых спутников // Развитие технологий китайских КА в XX веке / Под ред. Ван Сицзи. — Пекин: Изд-во «Космос», 2002. — С. 242–255.
- [37] Бомба, ракета и спутник: монумент республики: Сб. Политуправления ГУВВТ НОАК. — Пекин: Изд-во «Цзючжоу», 2001.

- [38] Цзинь Чжуанлун. Вступающие в новый век шанхайские космические наука, техника и промышленность // Китайская космонавтика. — 1999. — № 10.
- [39] Цзинь Чжуанлун. Исследования конкурентоспособности китайской космонавтики. — Шанхай: Ун-т Фудань, 2002.
- [40] Ли Бююн. Исторические материалы по развитию ракет и спутников. — Т. 2. — Пекин: Изд-во «Космос», 1987.
- [41] Ли Чэнчжи. Космические технологии и общество. — Цзинань: Шаньдунское изд-во «Наука и техника», 1999.
- [42] Ли Чэнчжи. Конструкторы китайского космического корабля. — Цзинань: Шаньдунское изд-во «Наука и техника», 2002.
- [43] Ли Чэнчжи. Очерки истории китайской космонавтики. — Цзинань: Шаньдунское изд-во «Образование», 2006.
- [44] Ли Даяо. 40 лет развития китайских зондирующих ракет. — Пекин: Изд-во «Космос», 1998.
- [45] Ли Миншэн. Выход в глобальную деревню: записки о запуске первого китайского ИСЗ. — Пекин: Изд-во НОАК, 2001.
- [46] Ли Пэйцай. Космическое слежение: об управлении в китайской космонавтике. — Пекин: Изд-во партийной школы ЦК КПК, 2005.
- [47] Ли Цин, Дун Яохай. Достижения в технологиях китайских метеоспутников и перспективы // Шанхайская космонавтика. — 2008. — № 1.
- [48] Ли Сянжун. РН «Чанчжэн-4» // Космонавтика. — 1989. — № 5.
- [49] Линь Хуабao. Разработка нового возвращаемого спутника за 28 месяцев // Молниеносное развитие китайской космонавтики / Под ред. Ван Лихэна. — Пекин: Изд-во «История культуры Китая», 1999. — С. 259–268.
- [50] Линь Шуан. «Дунфэн-2»: от поражения к победе // 30 лет развития космических технологий 1956–1986. — Пекин: Мин-во косм. пром., 1988. — С. 69–76.
- [51] Лю Байло. Спецком ЦК и проект «Бомба, ракета и спутник» // Бомба, ракета и спутник: монумент республики: Сб. Политуправления ГУВВТ НОАК. — Пекин: Изд-во «Цзючжоу», 2001. — С. 95–116.
- [52] Главные события в развитии ракет и спутников / Под ред. Лю Цзинюаня. — Пекин: Изд-во «Космос», 1989.
- [53] Космические технологии и модернизация / Под ред. Лю Цзинюаня. — Пекин: Изд-во «Космос», 1991.
- [54] Лю Линьцзун. Полет на Луну: о первой китайской программе исследования Луны. — Пекин: Изд-во «Гуанминь жибао», 2008.
- [55] Лю Линьцзун. Китайская космонавтика 100SHOW. — Пекин: Изд-во «Космос», 2007.
- [56] Лю Чжэнчан. О технических путях развития системы орбитальной станции // Сб. концептуальных научных работ по орбитальной станции. — Пекин: Министерство космической промышленности, 1988. — С. 16–24.
- [57] Лун Лэхао. «РН CZ-3A» // Технологии ракет и РН. — 1999. — № 3.
- [58] История шанхайской космонавтики / Под ред. Лу Чжэнтиня, Ван Дэхуна. — Шанхай: Изд-во Шанхайской академии общественных наук, 1997.
- [59] Пусть история нас запомнит: академия наук Китая и проект «Бомба, ракета и спутник» / Под ред. Ло Жунсина. — Гуанчжоу: Изд-во Цзинаньского ун-та, 1999.

- [60] Ма Цзиншэн. Государственная награда: в фокусе китайские космические герои. — Пекин: Народное изд-во, 2005.
- [61] Ма Синжуй, Чжан Юнвэй. Спутник «Шицзянь-5» и результаты его полета // Китайская космонавтика. — 1999. — № 11.
- [62] Минь Шицюань. Современная ситуация и перспективы китайской спутниковой связи // Китайская космонавтика. — 2002. — № 9.
- [63] Не Жунжэнь. Мемуары. — Пекин: Изд-во НОАК, 1984.
- [64] Не Жунжэнь. Избранные научно-технические работы. — Пекин: Изд-во «Оборонная наука, техника и промышленность». — 1999.
- [65] Пэн Цзичао. Государственная стратегия: о китайской пилотируемой программе. — Шанхай: Шанхайское изд-во «Культура», 2005.
- [66] Ци Фажэнь и др. Кратко о развитии китайского пилотируемого корабля // Международный космос. — 2002. — № 12.
- [67] Ци Шуин, Вэй Гэньфа. Цянь Сюэсэнь. — Шицзячжуан: Хэбэйское изд-во «Образование», 2000.
- [68] Цянь Сюэсэнь. Общая теория межпланетных полетов. — Пекин: Изд-во «Наука», 1963.
- [69] Шэнь Шигуан. Исследования модели развития китайской космонавтики. — Пекин: Изд-во докторантуры Китайского народного ун-та, 2006.
- [70] Ши Цзиньмяо. История полета в космос: краткий обзор развития шанхайских космических технологий // Космонавтика. — 1990. — № 6.
- [71] Священная ракета вызывает на бой небесное пространство: космическая наука и техника / Под ред. Ши Лэй. — Пекин: Изд-во Пекинского политехнического ун-та, 2002.
- [72] Ши Лэй, Цзо Сайчунь. «Шэньчжоу» изучает космос: новые истории китайской пилотируемой космонавтики. — Пекин: Изд-во «Космос», 2009.
- [73] Шу Юнь. Предыстория: запуск китайских космонавтов в космос // Пекинская литература. — 2001. — № 11.
- [74] Биографии основоположников проекта «Бомба, ракета и спутник» / Под ред. Сун Цзяня. — Пекин: Изд-во ун-та Цинхуа, 1999.
- [75] Тань Банчжи. Стратегическое планирование создания и развития китайской космонавтики // Управление космической промышленностью. — 2002. — № 9.
- [76] Тань Фэнкуй. Культура китайской космонавтики. — Гуанчжоу: Изд-во Южнокитайского политехнического ун-та, 2001.
- [77] Тан Бочан. ДЗЗ, научные эксперименты на китайских возвращаемых спутниках и перспективы // Китайская космонавтика. — 2001. — № 4.
- [78] Ван Даоли. Китайская космонавтика: управление наукой и научное управление. — Пекин: Изд-во «Космос», 2006.
- [79] Путь молниеносного развития китайской космонавтики / Под ред. Ван Лихэна. — Пекин: Изд-во «История культуры Китая», 1999.
- [80] Ван Лихэн. Китайские космические системы // Управление космической промышленностью. — 2008. — № 10. — С. 60–64.
- [81] Ван Шушэн. Исследование стратегии развития китайской космонавтики: сборник работ симпозиума по ускорению развития космонавтики. — Пекин: Изд-во «Космос», 1991.
- [82] Развитие технологий китайских КА в XX веке / Под ред. Ван Сицзи. — Пекин: Изд-во «Китайская космонавтика», 2002.

- [83] Ван Сицзи. Дискуссия о развитии пилотируемой космонавтики // Китайская космическая наука и техника. — 1990. — № 5.
- [84] Ван Сицзи. Исследование развития орбитальной станции // Китайская космическая наука и техника. — 1987. — № 4.
- [85] У Жуйхуа, Гу Жуйань. Мировые космические средства выведения. РН «Чанчжэн-4». — Пекин: Изд-во «Космос», 1996.
- [86] У Юань. Краткий обзор современных китайских КА // Международный космос. — 2009. — № 9.
- [87] У Чжо. Развивающаяся космическая наука и техника: в честь 50-летнего юбилея китайской космонавтики. — Пекин: Изд-во «Космос», 2006.
- [88] Оборонная наука и техника современного Китая / Под ред. Се Гуана. — Пекин: Изд-во «Современный Китай», 1992.
- [89] Цзин Юннин. Влияние иностранных государств, а также Гонконга и Тайваня на оборонную науку, технику и промышленность Китая. — Пекин: Изд-во НОАК, 1993.
- [90] Юань Цзяцзюнь. Управление системой ПКК «Шэньчжоу». — Пекин: Изд-во «Машиностроение», 2006.
- [91] Чжан Чуаньцзюнь. О «Шэньчжоу»: великие государственные деятели, которые отправили китайских космонавтов в космос. — Пекин: Изд-во партшколы ЦК КПК, 2005.
- [92] Современная китайская космонавтика / Под ред. Чжан Цзюнь. — Пекин: Изд-во Китайской академии общественных наук, 1986.
- [93] Чжао Юньшань. Китайские ракеты и стратегия: основное оружие НОАК. — Гонконг: Изд-во «Минцзин», 1997.
- [94] Полет в космос: 50 лет развития китайской космонавтики (1956–2006) / Совм. издание Китайской корпорации космической науки и техники и Китайской корпорации космической науки и промышленности. — Ханчжоу: Чжэцзянское изд-во «Наука и техника», 2006.
- [95] Китайские КА / Изд. Китайской исследовательской академии космических технологий. — Пекин: Изд-во «Электронная промышленность», 2008.
- [96] Бомба, ракета и спутник: монумент республики / Изд. Политуправления ГУВВТ НОАК. — Пекин: Изд-во «Цзючжоу», 2001.
- [97] Лю Дэнжуй. Мечта полететь в космос: о китайской пилотируемой программе / Под ред. Чжоу Сяофэй, Сяо Цзюнь. — Пекин: Изд-во «Космос», 2003.
- [98] Мечта полететь в космос: внутренние доклады по китайской пилотируемой программе / Под ред. Чжу Цзэнцюань. — Пекин: Изд-во «Китайское искусство», 2003.
- [99] Чжу Цзэнцюань, Цзо Сайчунь. Запись политических решений в области китайской пилотируемой космонавтики // Политика и информация. — 2005. — № 1–2.
- [100] Цзо Сайчунь. Полет китайских космонавтов в космос. — Пекин: Народное изд-во, 2003.

Список сокращений

АН Китая — Академия наук Китая
АР — Автономный район
АТ/НДМГ — тетраоксид азота / несимметричный диметилгидразин
АЭС — атомная электростанция
БО — бытовой отсек
БРПЛ — баллистические ракеты подводных лодок
ВВС НОАК — Военно-воздушные силы Народно-освободительной армии Китая
ВМФ — Военно-морской флот
ВСНП — Всекитайское собрание народных представителей
Горком — Городской комитет
Госсовет — Государственный совет
ГУВВТ НОАК — Главное управление военно-воздушного транспорта Народно-освободительной армии Китая
ГШ, Генштаб — Генеральный штаб
ГШ НОАК — Генеральный штаб Народно-освободительной армии Китая
ГЭС — гидроэлектростанция
ДЗЗ — дистанционное зондирование Земли
ДУ САС — двигательная установка системы аварийного спасения
ЕКА — Европейское космическое агентство
ЕС — Европейский союз
ЖРД — жидкостный ракетный двигатель
ИСЗ — искусственный спутник земли
КА — космический аппарат
КНКА — Китайская национальная космическая администрация
КНР — Китайская народная республика
КОНТОП — Комитет оборонной науки, техники и промышленности КНР
МАИ — Московский авиационный институт
МБР — Межконтинентальная баллистическая ракета
МВТУ им. Н.Э. Баумана — Московское высшее техническое училище им. Н.Э. Баумана (ныне — технический университет)
МИД — Министерство иностранных дел

НИОКР — Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы
НОАК — Народно-освободительная армия Китая
НИИ — Научно-исследовательский институт
ООН — Организация Объединенных Наций
ПАО — приборно-агрегатный отсек
ПК ВСНП — Партийный комитет Всекитайского собрания народных представителей
ПКК — пилотируемый космический корабль
ПЛ — подводная лодка
РН — ракета-носитель
РСМД — ракеты средней и меньшей дальности
СА — спускаемый аппарат
САС — система аварийного спасения
Спецком ЦК — Специальный комитет Центрального комитета
СССР — Союз Советских Социалистических Республик
США — Соединенные Штаты Америки
ЦК — Центральный комитет
ЦК КПК — Центральный комитет Коммунистической партии Китая
ЦК КПСС — Центральный комитет Коммунистической партии Советского Союза
ЦУП — Центр управления полетами
Шанхайский ревком — Шанхайский революционный комитет
ЭКГ — электрокардиограмма

РЫВОК В КОСМОС. ЧТО ДАЛЬШЕ? (Послесловие редактора)

Книга, которую вы только что прочли, заполняет многие пробелы в информации о китайских космических программах, но и оставляет российских читателей в некотором неведении об именах и событиях китайской космонавтики, видимо, потому что в Китае они настолько известны, что кажется, будто и в других странах нельзя о них не знать. Так, например, Цянь Сюэсэнь, о котором сообщается лишь, что он был одним из тысячи специалистов, возвратившихся в Китай из США, а затем возглавлял различные организации, занимавшиеся разработкой ракетно-космической техники, на самом деле заслуживает отдельного рассказа, если не книги.

Цянь Сюэсэнь (1911–2009) окончил Цзяотунский университет, продолжил образование в США, защитил докторскую диссертацию в Калифорнийском технологическом институте, в 1944 году стал одним из основателей знаменитой Лаборатории реактивного движения, в которой он занимался проектированием твердотопливных и жидкостных ракет. Полковник ВВС США Цянь Сюэсэнь весной 1945 года был командирован в Германию и 5 мая допрашивал сдавшегося американцам Вернера фон Брауна. Автор классического труда «Реактивное движение», который изучали все, кто занимался в Соединенных Штатах ракетной техникой. Профессор Массачусетского и Калифорнийского технологических институтов. Выдающийся ученый и организатор космической отрасли в КНР. В Китае ему был установлен памятник при жизни!

В книге приводятся интересные для российского читателя, прежде отрывочные и непроверенные сведения о ранних этапах китайской пилотируемой программы 1965–1966 годов. Для специалистов важны технические параметры и характеристики, которые в изобилии приводятся по всем описываемым системам. Техническая история космонавтики дается в контексте политических решений и мировой истории.

За пределами работы, к сожалению, остались коммерческие программы, планы международного космического сотрудничества, программа освоения геостационарной орбиты, космические аппараты, решающие военно-прикладные задачи, в частности, противоспутниковое оружие и разведывательные аппараты, и, что более всего досадно, — наземная космическая инфраструктура, космодромы.

Размышляя о будущем развитии китайской космонавтики, автор, Ли Чэнчжи, обращает внимание на одну общую для всех космических стран модель: от пилотируемого корабля до строительства орбитальной станции, от экспериментальной орбитальной станции — к долговременной. В космических кругах Китая, — пишет он, — есть известная фраза: «Создание корабля для создания станции, создание станции для использования». Китай сделал мощный и вполне самостоятельный рывок в космос. Нет сомнения, что КНР быстро пройдет указанный традиционный путь, повторит общую модель. Но куда он пойдет дальше?

Дело в том, что космонавтика уже завершила полный цикл развития от первых идей до научных исследований и теоретических построений, затем — к инженерным решениям, созданию ракетно-космической отрасли и, наконец, полномасштабному освоению созданной техники. Свидетельство тому — кризис целей космической деятельности держав-лидеров — США и России, который вполне очевиден. Экспедиция на Марс, высадка на астероид и другие подобные проекты — лишь «вариации на тему» достигнутого.

Именно сейчас в науке зреет бифуркация, в которой родится новое направление космонавтики. Зарождается новый глобальный цикл, он начинается с «безумных» идей, какими в конце XIX века казались мысли о путешествиях вне Земли. Страна, оказавшаяся наиболее чуткой к росткам нового в науке и технике, станет следующим космическим лидером. Существующая традиционная линия, конечно, останется, как инерционное развитие космонавтики, которое необходимо и неизбежно будет продолжаться посредством радикальных усовершенствований ракетно-космической техники. Подобное ветвление истории развития технологий естественно и непредотвратимо. На возникающей развилке пойдет ли Китай дальше по прежнему направлению, как детально описано в книге Ли Чэнчжи и как это сформулировано в его планах («Белых книгах») сегодня, или он сможет уловить «звуки будущего» и начнет качественно новое развитие космонавтики?

Неоднократно бывая в Китае, беседуя со специалистами космической отрасли, китайскими космонавтами и, что больше всего впечатляет, читая лекции студентам, слушая их зачастую неожиданные вопросы, видя их горящие глаза и энтузиазм, буквально ощущая их энергетику, устремленную в неизвестное, за пределы достижимого сегодня, склоняюсь к мысли, что именно эта молодежь, которая глядит на мир (и на космонавтику) под другим, нежели мы, углом зрения, «поймает волну» и откроет совершенно неожиданные возможности для космонавтики XXI века.

Юрий БАТУРИН
член-корреспондент РАН
летчик-космонавт России
директор Института истории науки
и техники имени С.И. Вавилова РАН

Оглавление

Предисловие к китайскому изданию.....	3
---------------------------------------	---

Глава 1

Космическая политика Китая

и структурные изменения в космической отрасли	6
1.1. Политика оборонного строительства Китая.....	6
1.2. Создание Исследовательской ракетной академии	13
1.3. Разработка искусственного спутника	19
1.4. Изменения в системе управления космической деятельностью	25

Глава 2

Разработка баллистических ракет	36
2.1. Ракета малой дальности «Дунфэн-1»	36
2.1.1. Подготовка к копированию	37
2.1.2. Копирование ракеты Р-2	38
2.1.3. Пусковые испытания	42
2.2. Ракета средней и малой дальности «Дунфэн-2»	43
2.2.1. Постановка задачи разработки	44
2.2.2. Попытка самостоятельного проектирования	45
2.2.3. Выявление причин аварии и изменение конструкции	47
2.2.4. Разработка «Дунфэн-2А»	49
2.3. Ракета средней дальности «Дунфэн-3»	51
2.3.1. Предварительные исследования	52
2.3.2. Подготовка общего проекта	53
2.3.3. Разработка и испытания	54
2.4. Ракета средней и большой дальности «Дунфэн-4»	57
2.4.1. Проект разработки	57
2.4.2. Преодоление технических трудностей	59
2.4.3. Пусковые испытания и модернизация	61
2.5. Межконтинентальная ракета «Дунфэн-5»	62
2.5.1. Постановка задачи и выдвижение проекта	63
2.5.2. Разработка и испытания	65
2.5.3. Испытания «Дунфэн-5» на максимальную дальность	67

2.6. БРПЛ «Цзюйлан-1»	69
2.6.1. Проект разработки «Цзюйлан-1»	69
2.6.2. Преодоление технических сложностей	73
2.6.3. Успешный запуск «Цзюйлан-1»	74

Глава 3

Разработка ракет-носителей	76
3.1. Ракета-носитель «Чанчжэн-1»	76
3.1.1. Постановка задачи и поиски проектов	76
3.1.2. Разработка и преодоление технических трудностей	79
3.1.3. Испытания и запуск спутника	82
3.2. Ракета-носитель «Чанчжэн-2»	84
3.2.1. Постановка задачи	84
3.2.2. Разработка, запуск и использование	85
3.2.3. Ракета «Чанчжэн-2Е»	87
3.3. Ракета-носитель «Фэнбао-1»	90
3.3.1. Постановка задачи	91
3.3.2. Проектирование и разработка ракеты	93
3.3.3. Запуск «Фэнбао-1»	95
3.4. Ракета-носитель «Чанчжэн-3»	98
3.4.1. Проект «331»	98
3.4.2. Обсуждение общего проекта	100
3.4.3. Решение главных технических проблем	102
3.4.4. Разработка и запуск	104
3.4.5. Модернизация «Чанчжэн-3»	109
3.5. Ракета-носитель «Чанчжэн-4»	110
3.5.1. Задача и цели разработки	111
3.5.2. Разработка и технические трудности	113
3.5.3. Пусковое испытание и модернизация	116

Глава 4

Разработка спутников и зондов	120
4.1. Спутник «Дунфанхун-1»	120
4.2. Научно-исследовательские спутники	126
4.2.1. Спутник «Шицзянь-1»	127
4.2.2. Спутник «Шицзянь-2»	129
4.2.3. Спутник «Шицзянь-4»	131
4.2.4. Спутник «Шицзянь-5»	133
4.2.5. Спутник «Шицзянь-6»	135
4.3. Спутники ДЗЗ возвращаемого типа	136
4.4. Телекоммуникационные спутники	145
4.4.1. Экспериментальный спутник связи «Дунфанхун-2»	145
4.4.2. Спутник связи «Дунфанхун-2А»	149
4.4.3. Спутник связи «Дунфанхун-3»	150

4.5. Метеорологические спутники.....	153
4.5.1. Метеоспутник «Фэньюнь-1»	153
4.5.2. Метеоспутник «Фэньюнь-2»	157
4.6. Спутники исследования природных ресурсов Земли.....	160
4.7. Навигационные спутники	168
4.8. Автоматическая станция исследования Луны.....	170
Глава 5	
Пилотируемая космонавтика Китая.....	174
5.1. Ранние исследования в области пилотируемой космонавтики.....	174
5.2. Программа 921.....	179
5.3. Разработка пилотируемого космического корабля «Шэньчжоу».....	185
5.4. Разработка ракеты-носителя «Чанчжэн-2F»	190
5.5. Запуски ПКК «Шэньчжоу» в беспилотном режиме.....	194
5.5.1. Испытания ПКК «Шэньчжоу-1»	194
5.5.2. Испытания ПКК «Шэньчжоу-2»	196
5.5.3. Испытания ПКК «Шэньчжоу-3»	199
5.5.4. Испытания ПКК «Шэньчжоу-4»	203
5.6. Пилотируемые полеты ПКК «Шэньчжоу»	205
5.6.1. Полет «Шэньчжоу-5»	205
5.6.2. Полет «Шэньчжоу-6»	210
5.6.3. Полет «Шэньчжоу-7»	211
Глава 6	
Заключение: тенденции развития китайской космонавтики.....	217
1. Цель развития	219
2. Главные задачи	219
3. Политика и меры развития.....	221
Список использованной литературы.....	223
Список сокращений	228
Рывок в космос. Что дальше?	
(Послесловие редактора)	230

Научное издание

Ли Чэнчжи

Развитие китайских космических технологий

Ответственный редактор и автор послесловия
член-корреспондент РАН Ю.М. Батурин

Научные редакторы русского перевода
профессор Б.И. Иванов, доцент Б.Б. Дьяков, доцент Д.Н. Савельева

Выпускающий редактор *М. В. Беглецова*
Корректор *А.М. Никитина*
Оригинал-макет *Л. А. Философова*
Дизайн обложки *И.А. Тимофеев*

Подписано в печать 18.12.2013
Формат 70х100¹/₁₆
Бумага офсетная. Печать офсетная
Усл.-печ. л. 14,75
Тираж 500 экз. Заказ № 3651

Издательство «Нестор-История»
197110 СПб., Петрозаводская ул., д. 7
Тел. (812)235-15-86
e-mail: nestor_historia@list.ru

Отпечатано в типографии
«Нестор-История»
198095 СПб., ул. Розенштейна, д. 21
Тел. (812)622-01-23