

**ОТДЕЛ ЦЕНТРИФУГ И ДИНАМИЧЕСКИХ ТРЕНАЖЕРОВ  
ЦЕНТРА ПОДГОТОВКИ КОСМОНАВТОВ  
ИМЕНИ Ю.А. ГАГАРИНА – 50 ЛЕТ НА СЛУЖБЕ  
ОТЕЧЕСТВЕННОЙ КОСМОНАВТИКИ И АВИАЦИИ (Часть 1)  
В.Н. Киршанов**

В.Н. Киршанов (ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина»)

В статье представлены материалы, посвященные созданию и развитию отдела центрифуг и динамических тренажеров Центра подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина. В хронологическом порядке проведен обзор создания центрифуг ЦФ-7, ЦФ-18 и динамических тренажеров на их базе. Приведены основные характеристики центрифуг, а также задачи, решаемые с их использованием в процессе подготовки космонавтов и проведении научно-исследовательской и испытательной работы. В статье использованы воспоминания ветеранов отдела: Павлова В.А., Степановой В.П., Чудинова А.П., Бурдина Б.В.

**Ключевые слова:** Центр подготовки космонавтов, центрифуга, технические средства подготовки космонавтов, экстремальные факторы космического полета, динамические тренажеры ручного управляемого спуска, перегрузка.

**Department of Centrifuges and Dynamic Simulators  
of Yu.A. Gagarin Cosmonaut Training Center – 50 Years Devoted  
to Domestic Cosmonautics and Aviation (Part 1). V.N. Kirshanov**

The article describes creation and development of the Department of Centrifuges and Dynamic Simulators in Yu.A. Gagarin Cosmonaut Training Center, gives a chronological review of creation of the centrifuges CF-7 and CF-18 and dynamic simulators based on them. The main characteristics of the centrifuges, as well as the tasks that can be solved with their use in the process of training cosmonauts and carrying out research and test work are presented. The article contains memoirs of veterans of the department including Pavlov V.A., Stepanova V.P., Chudinov A.P., Burdin B.V.

**Keywords:** Cosmonaut Training Center, centrifuge, cosmonaut training facilities, space flight extreme factors, dynamic simulator of manually controlled descent, g-load.

Давняя мечта человечества проникнуть в просторы космоса начала успешно реализовываться в СССР с запуском первого искусственного спутник Земли 4 октября 1957 года. Запуски спутников стали предвестниками и основой для подготовки полета человека в космос. Задача пилотируемого полета была определена Постановлениями ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 05.01.1959 г. № 22-10 и от 22.05.1959 г. № 569-264 [1].

Для успешного решения вопроса о полете человека в космос С.П. Королёв считал необходимым создание Центра для подготовки космонавтов. Вместе с главнокомандующим ВВС, главным маршалом авиации К.А. Вершининым, он ходатайствовал об этом перед правительством [2].

В конце 1959 года принимается решение о создании в ВВС специального Центра для подготовки человека к космическому полету. Центр был образован в соответствии с указанными выше Постановлениями ЦК КПСС и Совета Министров СССР.

Главнокомандующим ВВС 11.01.1960 года была издана директива № 321141, которой были определены организационно-штатная структура и общая численность личного состава Центра подготовки космонавтов (ЦПК) ВВС [1].

Год 1961, 12 апреля. Мир облетела новость о покорении космоса советским человеком – Гагариным Юрием Алексеевичем. Первому полету человека в космос предшествовала большая подготовительная работа. В период с 1947 года по 1959 год – период становления отечественной космической медицины, ее основоположник В.И. Яздовский определил основные направления исследований. В целях разработки программы исследований В.И. Яздовский впервые сформулировал классификацию факторов космического полета.

К первой группе факторов ученый отнес те из них, которые определяют «враждебную среду» космического пространства (крайне низкое барометрическое давление, отсутствие молекулярного кислорода, радиация, резкие колебания температуры, метеорная опасность и прочие). Во вторую группу были отнесены факторы, обусловленные самим полетом (перегрузки, невесомость, вибрация, шум и др.) [2].

Имитация (моделирование) факторов космического полета, входящих во вторую группу, в процессе подготовки космонавтов осуществлялась на стендах и тренажерных средствах, в том числе и на динамических, к которым относились качели Хилова, вращающееся кресло, катапульты и, конечно, центрифуги (ЦФ). На центрифугах космонавты проходили исследования на предмет переносимости перегрузок различных по величине, времени воздействия, скорости изменения и направлению.

Подготовка космонавтов к первым полетам в основном велась на стендах и тренажерах (в том числе и ЦФ) 7 Центрального военного клинического авиационного госпиталя (ЦВКАГ), Научно-исследовательского испытательного института авиационной медицины (НИИИАМ), Летно-исследовательского института имени М.М. Громова (ЛИИ), конструкторского бюро (КБ) «Звезда». Вот как об этом писал известный исследователь Антон Первушин: «В начале июля 1960 года отряд переехал в подмосковный Зеленый (впоследствии – Звездный) городок. Здесь в районе платформы «41-й километр» Северной железной дороги началось строительство Центра подготовки космонавтов ВВС. Однако до его завершения основные испытательные

стенды находились на территории институтов» [3]. Технические характеристики центрифуг этих предприятий приведены в таблице 1.

Таблица 1

## Технические характеристики центрифуг СССР

№ п/п	Основные характеристики	АГ ЦВКАГ	НИИИАМ МО РФ		КБ «ЗВЕЗДА»	ИМБП РАН	ЛИИ имени М.М. Громова	
			ASEA Швеция	– Герм.			– Герм.	Gons ФРГ
1	Поставщик. Фирма, страна	– Герм.	ASEA Швеция	– Герм.	– ФРГ	ASEA Швеция	– Герм.	Gons ФРГ
2	Название ЦФ	нет д.	Ц-30	нет д.	С-3	ЦФ-АСЕА	–	–
3	Год постройки	нет д.	1962	1947	1961	1968	1959	1965
4	Радиус, м	3...4	7,25	3,7	8	8	8	8
5	Макс. перегрузка, ед.	нет д.	30	10	25	30	–	9
6	Угл. скорость, об./мин	нет д.	61	нет д.	–	–	–	–
7	Град. перегр., ед./с	нет д.	0...6	нет д.	0...4	0...5		5
8	Кол-во степеней свободы	нет д.	2	2	2	3+1	2	2
9	Кол-во посад. мест	нет д.	2	4	1	1	1	1
10	Режим упр.:							
	Ручной	есть	есть	есть	есть	есть	есть	есть
	Автоматич.	есть	есть	есть	есть	есть	есть	есть
	Программный	нет д.	нет	нет	есть	есть	есть	есть
11	Привод:							
	Мощность двигателя, кВт		400	2,75	–	–	–	350
	Тип преобразователя		электро-машин.	электро-машин.	электро-машин.	тиристор	электро-машин.	электро-машин.
	Наличие редуктора	есть	есть	есть	есть	нет	есть	есть
12	Кол-во и тип плеча	2 плеча, ферма	2 плеча, ферма	4 плеча, ферма	1 плечо, балка	2 плеча, труба	2 плеча, короб	1 плечо, балка

### **Создание отдела. Первая центрифуга ЦПК**

В ЦПК отдел центрифуг появился после 1 апреля 1969 года, когда был введен в действие новый штат Центра. В соответствии с ним организационная структура Центра включала, в том числе, 2-е управление, в состав которого вошел 4-й отдел – отдел испытаний космических летательных аппаратов и подготовки космонавтов на центрифугах.

Начальником отдела был назначен полковник Филекин Иван Андреевич, заместителем начальника отдела – подполковник Лопатников Петр Федорович. В составе отдела было сформировано 2 отделения. Начальником 1-го отделения был назначен подполковник Козлов Александр Дмитриевич. В его подчинении оказались специалисты механического и электрического профилей отдела. Начальником 2-го отделения назначили подполковника Любимова Алексея Васильевича, под его началом работали специалисты отдела, занимавшиеся электронным и физиологическим оборудованием, а также математики и программисты.

В 1986 году, в рамках общего изменения нумерации отделов, отдел получил номер 24. В 1995 году, в связи с переходом отдела из 2-го управления в 3-е управление, номер отдела изменился вновь, теперь уже на № 31. С 1996 года отдел является составной частью 3-го управления – управления экстремальных видов подготовки космонавтов. Полное наименование отдела – научно-исследовательский испытательный инженерно-технического обеспечения подготовки космонавтов и испытаний в условиях воздействия перегрузок, научно-технического сопровождения создания, модернизации, испытаний и эксплуатации центрифуг и динамических тренажеров, разработки методик. Сокращенное наименование отдела – отдел центрифуг и динамических тренажеров ЦПК имени Ю.А. Гагарина.

На начальном этапе становления отдела его основным и единственным динамическим техническим средством подготовки космонавтов (ТСПК) была центрифуга ЦФ-7.

Создание и строительство центрифуги ЦФ-7 началось с утверждения в апреле 1963 года первым заместителем Главнокомандующего ВВС маршалом авиации Руденко С.И. тактико-технических требований (ТТТ) на ее проектирование и изготовление. По утвержденным ТТТ по заказу ЦПК специалистами Центрального экспериментального завода (ЦЭЗ) ВВС в конце 60-х годов был разработан и представлен проект центрифуги. Параллельно изготовлению и поставке отдельных элементов центрифуги завершалось строительство здания центрифуги.

При сопровождении работ, связанных с проектированием, поставкой, монтажом и пусконаладкой оборудования ЦФ-7, значительный вклад внесли руководители и специалисты отдела: Филекин Иван Андреевич, Кулебакин Александр Иванович, Кушков Виктор Иванович, Коваленок Нина Васильевна, Козлов Александр Дмитриевич, Любимов Алексей Васильевич,

Лопатников Петр Федорович, Мякотных Михаил Степанович, Козлов Владимир Степанович, Пантенков Игорь Викторович, Павлов Владимир Александрович, Павлов Владимир Константинович, Померанцев Юрий Николаевич, Салмин Михаил Федорович. Общее руководство и координацию работ по строительству центрифуги эффективно осуществлял главный инженер Центра Гусаров Василий Иванович, а позднее, заменивший его на этой должности, Никитин Юрий Петрович, который после увольнения с военной службы в течение двух лет работал в отделе в качестве гражданского специалиста.

Строительство центрифуги ЦФ-7 (рис. 1) завершилось в конце 1972 года. После проведения приемо-сдаточных испытаний приказом командира в/ч 26266 Береговым Г.Т. от 28.02.1973 г. № 97 ЦФ-7 была введена в опытную эксплуатацию. Таким образом, официальным днем рождения центрифуги стало 1 марта 1973 года, а сам приказ подобием свидетельства о рождении (рис. 2) [5].

Начиная с этой даты, решение задач отбора кандидатов в космонавты в условиях воздействия перегрузок, медицинской экспертизы космонавтов в условиях воздействия перегрузок и подготовки космонавтов в условиях воздействия перегрузок в основном осуществляется в отделе центрифуг и динамических тренажеров Центра подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина.

Кроме того, на центрифуге решались и решаются по сегодняшний день задачи испытаний объектов космической техники в условиях воздействия перегрузок, а также исследований с целью обоснования и разработки тактико-технических требований и технико-экономических показателей на создание и совершенствование специализированных динамических тренажеров на базе центрифуг для подготовки космонавтов, программ и методик испытаний тренажеров.

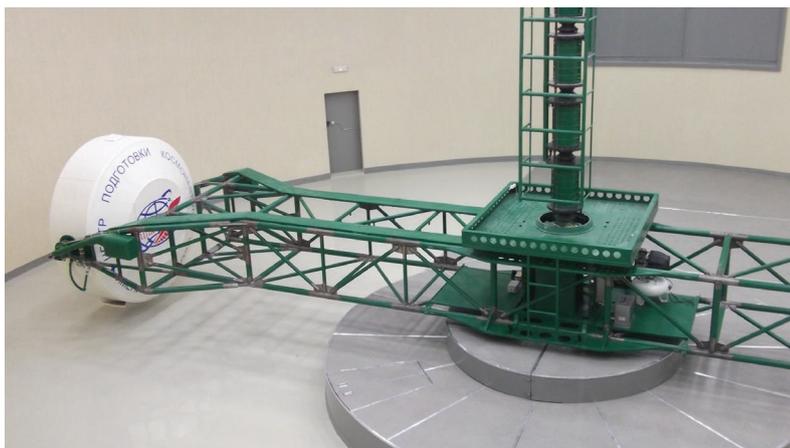


Рис. 1. Центрифуга ЦФ-7 (ЦПК имени Ю.А. Гагарина, 2016 г.)

**Технические характеристики центрифуги ЦФ-7:**

Диапазон создаваемых перегрузок	0,2–20 ед.
Максимальная скорость изменения перегрузки	8 ед./с
Радиус вращения	7 (3,64) м
Угловая скорость при максимальной перегрузке	50,7 об./мин
Линейная скорость при максимальной перегрузке	37,2 м/с
Максимальное тангенциальное ускорение	21 м/с <sup>2</sup>
Максимальное угловое ускорение	3 рад/с <sup>2</sup>
Максимальный полезный груз в кабине	200 кг

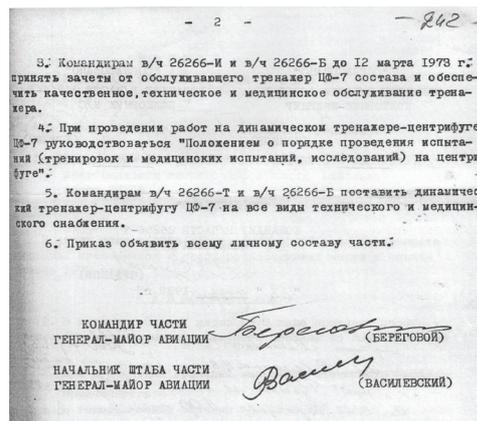
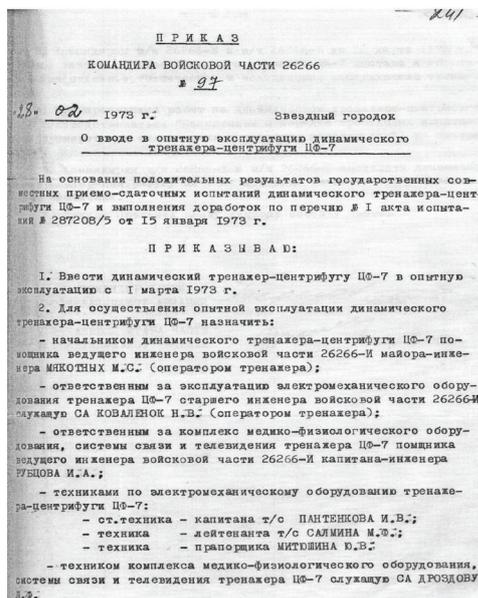


Рис. 2. Копия приказа командира в/ч 26266  
о вводе в опытную эксплуатацию ЦФ-7  
(по материалам Центрального архива МО РФ, г. Подольск, 2017 г.)

Центрифуга имеет две степени свободы: основное движение и свободно подвешенная одноместная кабина с креслом испытателя. Кресло испытателя имеет два фиксированных положения, при которых моделируемая перегрузка воспринимается космонавтом либо в направлении «голова–таз», либо «грудь–спина».

### Создание тренажера ручного управляемого спуска на базе центрифуги

В 1979 году начальник отдела А.В. Любимов предложил создать на базе центрифуги ЦФ-7 динамический тренажер управляемого спуска. В результате слаженной работы специалистов отдела в лице начальника отделения Макарова Е.П., ведущих специалистов Белухина Ю.С., Рябова В.В., Соколова Ю.А., Полетавкина Г.А., Аверьяновой Л.П. и специалистов Федорова А.И., Брюзгина Н.Н., Забрускова В.А., Павлова В.А., Шестаковой Л.Н., Степановой В.П., Дроздовой Л.Ф. совместно со специалистами 1-го управления (Чеботарев М.В., Сухоруков И.И., Силков С.В., Манюхин А.П. и др.) и опытного завода, в сентябре 1982 году был создан, испытан и введен в эксплуатацию специализированный динамический тренажер ручного управляемого спуска «Пилот-732».

В состав тренажера входило рабочее место космонавта в кабине ЦФ-7, включавшее штатное кресло кабины, ручку управления спуском и информационный пульт (рис. 3, а). В пультевой центрифуге находилось рабочее место инструктора в составе системы связи и пульта контроля управления тренировкой (рис. 3, б). Вычислительный комплекс на базе ЦЭВМ М-220 и аналогово-цифровой электронно-вычислительной машины МН-18 находились по соседству в двух специальных помещениях. При испытаниях тренажера в состав бригады, кроме специалистов ЦПК, входили представители НПО «Энергия»: Феоктистов А.П., Манаров М.Х., Крикалёв С.К., Виноградов П.В. [6].

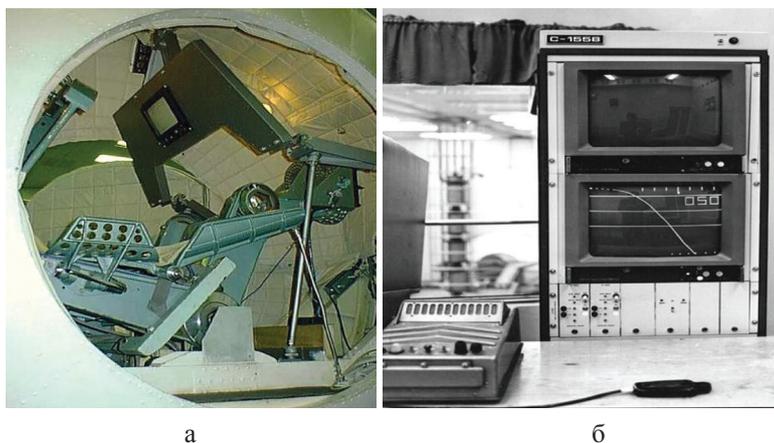


Рис. 3. Тренажер ручного управляемого спуска «Пилот-732», 1996 г.

Тренажер в процессе жизненного цикла модернизировался. В его модернизации принимали активное участие специалисты отдела: Щербак А.Н., Поздняков Ю.В., Киршанов В.Н., Слинкин Г.В. Тренажер «Пилот-732» более 20 лет эффективно использовался для формирования и поддержания у космонавтов устойчивых навыков и умений по ручному управлению транспортным пилотируемым кораблем «Союз» на атмосферном участке спуска, в том числе, в условиях воздействия перегрузки. Тренажер был выведен из эксплуатации в 2003 году, после того, как на базе центрифуги ЦФ-18 был создан и введен в систему подготовки космонавтов тренажер РУС ТС-18 на базе ЦФ-18.

В 2014 году приказом начальника ЦПК имени Ю.А. Гагарина от 10.10.2014 г. № 597 на базе центрифуги ЦФ-7 был введен в эксплуатацию тренажер спуска нового поколения ТС-7 (рис. 4). Это событие стало логическим продолжением развития отдела центрифуг и динамических тренажеров на базе центрифуг, в частности, и тренажерной базы Центра подготовки космонавтов в целом.



Рис. 4. Динамический тренажер ручного управляемого спуска ТС-7, 2015 г.

Исполнителем работ по разработке и созданию тренажера ТС-7 стала фирма АО «НИИАО» (г. Жуковский). В сопровождении работ по его созданию (от момента проработки идеи и разработки ТЗ до приемосдаточных испытаний) принимали участие: Киршанов В.Н. (начальник отдела), Чудинов А.П. (заместитель начальника отдела), Щепанский И.В. (ведущий инженер), Гаврик И.Н. (главный специалист), Буланов А.А. (инженер), Беляев А.Н. (начальник отделения), Юфкин А.Г. (начальник отделения), Аверьянов Н.Н. (ведущий инженер-электроник), Белявцев С.Н. (ведущий инженер), Михно Е.Г. (ведущий инженер), Максимов Н.А. (инженер), Рештак М.Г. (инженер), техники – Савина В.Д., Степанова В.П., Борец И.Н. (рис. 5); руководители и специалисты 1-го управления: Кондрат А.И., Кондратьев А.С., Васильев А.В., Сухоруков И.И., Краев В.М., Вовк Д.В., Пирогов Г.В.; от АО «НИИАО» – руководители, конструкторы, программисты и специалисты Безроднов В.И., Фролов Л.А., Касатиков Ю.В., Суворов А.П., Терехов В.В., Молев В.П. и др.



Рис. 5. Коллектив отдела в пультовой ЦФ-7

(слева направо: стоят – Чижиков М.А., Михно А.Е., Белухин Ю.С., Плотников А.В., Рештак Г.И., Забрусков В.А., Жирнов Г.С., Савина В.Д., Павлов В.А., Шестакова Л.Н., Терпелец С.Н., Борец И.Н., Ивашук О.Б., Степанова В.П., Аверьянов Н.Н., Есин П.А., Леснов Л.В.; сидят – Гаврик И.Н., Юфкин А.Г., Чудинов А.П., Киршанов В.Н., Швецов В.В., Соколов Ю.А.)

После ввода в эксплуатацию тренажер активно использовался при подготовке космонавтов к ручному управлению спускаемым аппаратом транспортного пилотируемого корабля «Союз ТМА», а после модернизации в 2016–2017 гг. и ТПК «Союз МС». За период с 2014 года по 2019 год на тренажере ТС-7 прошли подготовку экипажи МКС-42/43–61/62, в состав которых вошли представители Роскосмоса, NASA, ESA, JAXA, CSA, ASI и др. (всего 49 космонавтов и 23 астронавта). За это время космонавтами (астронавтами) на тренажере было выполнено 650 статических и 150 динамических тренировок.

### Модернизация центрифуги ЦФ-7

Практически с начала опытной эксплуатации центрифуги ЦФ-7 специалисты отдела совместно с опытным заводом и предприятиями промышленности (НПП «Энергия», ЦЭЗ ВВС и др.) выполняли доработку отдельного оборудования, а в некоторых случаях целых систем центрифуги, с целью улучшения качества подготовки космонавтов и снижения трудозатрат в процессе технической и функциональной эксплуатации.

Так, в кабине центрифуги изначально было установлено кресло с жесткой фиксацией в положениях «сидя» и «лежа» относительно пола кабины, находящейся в состоянии покоя (без вращения). Для перекладки кресла из одного положения в другое требовалось время, что создавало определенное неудобство в процессе подготовки космонавтов на ЦФ. По истечении трех лет эксплуатации центрифуги у специалистов отдела Мякотного М.С. (начальник отделения), Пантенкова И.В. (инженер) и Померанцева Ю.Н. (техник) появилась идея по автоматизации процесса перекладки кресла. Предложенная идея была переведена в практическую плоскость в 1976 году посредством установки серийного авиационного электромеханизма МП2-600 перевода кресла. Эта первая модернизация, выполненная силами и средствами специалистов отдела, позволила сократить время переустановки кресла и подготовки центрифуги к вращению в целом.

С начала двухтысячных годов специалисты отдела активизировали работы по модернизации и доработке систем и отдельного оборудования центрифуги ЦФ-7.

Особое внимание было уделено модернизации системы управления (СУ) и силового электропривода. Работа выполнялась в несколько этапов без вывода центрифуги из процесса подготовки космонавтов, за исключением последнего, на котором проходила комплексная отладка и приемосдаточные испытания.

Модернизация системы управления позволила:

- вывести из эксплуатации устаревшие морально и физически электромашинные агрегаты, станции управления и защиты оборудования, станции жидкой смазки, разработки начала и середины 60-х годов XX столетия;
- сократить время включения оборудования перед вращением;
- сократить в 1,5–2 раза расход электроэнергии (за счет использования современного энергосберегающего оборудования);
- снизить пожароопасность оборудования;
- сократить время на обслуживание оборудования в процессе эксплуатации.

Ведущим инженером по этой теме был главный специалист отдела Гаврик И.Н. Под его руководством группой специалистов в составе начальника отделения Юфкина А.Г., ведущих инженеров Михно Е.Г., Белявцева С.Н. было разработано глубоко продуманное техническое задание (ТЗ). Реализация требований ТЗ АО «РТСофт» (генеральный директор Синенко О.В., главный инженер проекта Свяжин А.И., инженеры программисты Павленко А.А., Астафьева Л.А.) и ООО «ЭДС», ОАО «Электропривод», ООО «ЛюкСан» позволила полностью заменить физически и морально устаревшую систему управления центрифуги, в том числе, и отдельные элементы силового электропривода.

В сопровождении работ по модернизации СУ ЦФ-7, кроме выше указанных специалистов, активное участие принимали заместитель начальни-

ка отдела Чудинов А.П., ведущие инженеры Терпелец С.Н., инженеры Максимов Н.А. и Рештак М.Г.

Одновременно с модернизацией СУ ЦФ-7 и реконструкцией здания, когда центрифуга была полностью выведена из эксплуатации, были реализованы давние планы руководства и сотрудников отдела по обновлению лакокрасочного покрытия фермы и кабины центрифуги. При строжайшем контроле исполнителя работ по покраске ЦФ со стороны начальника отделения Юфкина А.Г. и всей команды специалистов 2-го отделения (Михно Е.Г., Максимов Н.А., Терпелец С.Н.) на центрифуге были проведены работы по покраске конструктивных элементов фермы и кабины. На кабине и кормовой части фермы ЦФ появились надписи, идентифицирующие ее принадлежность Центру подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина (рис. 6а и 6б).



Рис. 6а. Логотип ЦПК на кабине ЦФ-7      Рис. 6б. Логотип ЦПК на корме ЦФ-7

Надо отметить, что ЦФ-7 в этом плане стала также первой в авиационно-космической отрасли России. Нанесенные логотипы и надписи на ее конструкцию глубоко символичны и подчеркивают ее принадлежность Центру подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина и индивидуальность отдела центрифуг в целом.

По инициативе начальника отдела, при подготовке к 55-летнему юбилею первого полета человека в космос, при полной поддержке инициативы руководством 3-го управления в лице начальника управления летчика-космонавта Онуфриенко Ю.И. и заместителя начальника 3-го управления Реня В.А., в 2015 году на стене круглого зала ЦФ установлен баннер с фотографией Ю.А. Гагарина, а на неподвижной части конструкции, поддерживающей вращающееся контактное устройство, установлен баннер со стартовым космическим кораблем «Союз». Все это гармонично вписалось в строгий конструктивизм круглого зала центрифуги (рис. 7).



Рис. 7. Современный дизайн зала центрифуги ЦФ-7, 2019 г.

Сейчас ЦФ-7 активно используется в процессе отбора и подготовки отечественных и иностранных космонавтов, в том числе, и на динамическом тренажере РУС ТС-7, при испытаниях и исследованиях. Интенсивность использования центрифуги характеризуется, в частности, таким показателем, как наработка, измеряемая в часах. С июля 2014 года по октябрь 2019 года включительно наработка центрифуги составила 370 часов чистого времени вращений. При этом на отбор и подготовку космонавтов приходится 50 % от общей наработки, остальные 50 % времени – это экспертиза летного состава, испытания, исследования и технические мероприятия, связанные с эксплуатацией центрифуги и тренажера РУС ТС-7.

*Окончание следует...*

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Алексеев В.И. и др. С именем Гагарина... / Под общей ред. В.В. Циблиева. – Научно-техническое издание. – М.: ООО «Издательство «АКАНТ», 2005. – 55 с.
- [2] Бутрименко М.В. Главный конструктор от медицины // СОГБУК «Музей Ю.А. Гагарина», компьютерный центр, г. Гагарин, 2018. – 107 с.
- [3] Первушин А.И. Империя Сергея Королёва – ООО «Издательство Пальмира»; М.: ООО «Книга по требованию», г. С-Петербург, 2017. – С. 235.
- [4] Батурин Ю.М. и др. Советская космическая инициатива в государственных документах 1946–1964 гг. – М.: Изд-во «РТСофт», 2008. – С. 101–103, С. 246–247.
- [5] Материалы Центрального архива МО РФ, г. Подольск, 2017 г.
- [6] Киришанов В.Н. и др. Фотоальбом 40 лет центрифуге ЦФ-7. – ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина», М.: Изд-во «РТСофт», 2013. – С. 36.

## REFERENCES

- [1] Alekseev V.I. and others. With the name of Gagarin... / Edited by V.V. Tsybliev. – Scientific and Technical Publication. –Moscow: LLC AKANT Publishing House, 2005. – p. 55.
- [2] Butrimenko M.V. Chief designer from medicine // SOGBUK “Yu.A. Gagarin Museum”, Computer Center, Gagarin city, 2018. – p. 107.
- [3] Pervushin A.I. Empire of Sergey Korolyov – LLC Palmira Publishing House; Moscow: LLC Kniga po trebovaniyu St. Petersburg, 2017. – p. 235.
- [4] Baturin Yu.M. and others. Soviet space initiative in government documents of 1946–1964. – Moscow: RTSoft Publishing House, 2008. – pp. 101–103, pp. 246–247.
- [5] Materials of the Central Archive of the Ministry of Defence of the Russian Federation, Podolsk, 2017.
- [6] Kirshanov V.N. and others. Photo album “The 40<sup>th</sup> anniversary of the centrifuge CF-7”. – Yu.A. Gagarin Reseaech&Test CTC, Moscow: RTSoft Publ., 2013. – p. 36.