

Системы отображения информации космических
кораблей “Восток”, “Восход”
Ю.А. Тяпченко, г. Жуковский

Представляются пульта, приборные доски и отдельные приборы систем отображения информации космических пилотируемых кораблей “Восток” и “Восход”. В приложениях приведены воспоминания Э.Кулагина и Е.Носова о начале работ в ЛИИ, связанных с созданием пультов космических кораблей и тренажеров для подготовки космонавтов.

Постановлением ЦК КПСС и СМ СССР от 22 мая 1959 г. N 569-264 была поставлена задача по разработке экспериментального варианта корабля-спутника, который должен создать предпосылки для разработки спутника-разведчика и спутника для полёта человека. Этим постановлением были утверждены 18 основных исполнителей¹, среди которых был лётно-исследовательский институт (ЛИИ). В этот период ЛИИ возглавлял Николай Сергеевич Строев. На институт возлагалась задача создания пульта управления.

Как начинались и велись работы в ЛИИ по системам отображения информации в интересах пилотируемых КА, рассказано в работе автора², воспоминаниях С.Г.Даревского³, в воспоминаниях Е.Н. Носова и Э.Д. Кулагина (см. приложение 1).

В своих публикациях автор неоднократно отмечал, что системы отображения информации (СОИ) это специфическое средство обеспечения деятельности человека в сложной системе. По тому, что и как представлено на приборных досках и пультах управления объекта можно судить об отношении создателей системы деятельности к человеку, об уровне развития в данной отрасли эргономики или ее составной части инженерной психологии, уровне приборостроения. Изучая СОИ, можно получить представление о составе и харак-

¹ ОКБ-1 (С,П, Королев), ОКБ-2 (А.М.Исаев); НИИ-88 (Г.А.Тюлин); ЦКБ-598 (Н.Г.Виноградов); Завод N 918(С.М.Алексеев); ЛИИ (Н.С. Строев); ОКБ-124 (Г.И. Воронин); НИИ-137 (В.А.Костров); НИИ-695 (Ю.С. Быков); НИИ-648 (А.С.Мнацаканян); ВНИИТ (Н.С.Лидоренко); ОКБ МЭИ (А.Ф.Богомолов); ГНИИА и КМ (А.В.Покровский) совместно с СКТБ "Биофизприбор" НИИ ЯФ МГУ (С.Н.Вернов), ИБФ Академия медицинских наук СССР; НИЭИ ПДС совместно с заводом N 81 ГКАТ; КГБ (К.В.Булгаков) и Красногорский механический завод (Н.М.Егоров) - кинофотоаппаратура.

²Ю.А. Тяпченко. Сергей Григорьевич Даревский – первый главный конструктор СОИ ПКА и тренажеров для подготовки космонавтов

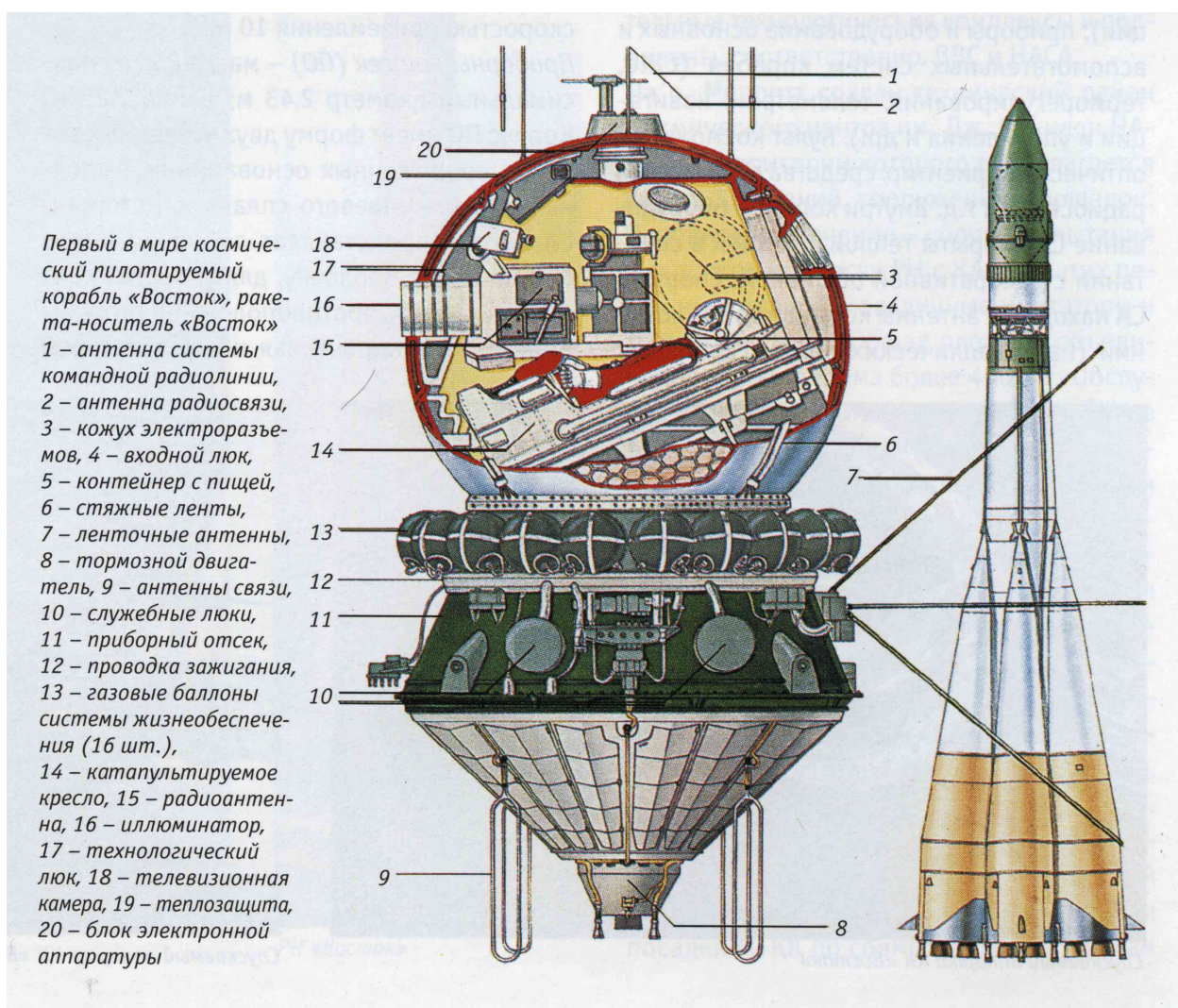
<http://www.cosmoworld.ru/spaceencyclopedia/publications/dar.pdf>

³Сергей Даревский. Юрий Гагарин был еще просто старшим лейтенантом.// Спутник. Март-апрель 1997г. Дайджест российской прессы. стр.18-21

теристиках бортовых систем, об участии человека в их управлении и о многом другом.

Учитывая сказанное, кратко представим особенности космического корабля «Восток» (ЗКА) и эволюцию его приборной доски и пульта управления.

Корабль состоял из спускаемого аппарата (СА) и приборного отсека (ПО), в котором располагалась тормозная двигательная установка с двигателем. СА крепился к приборному отсеку стяжными лентами, на которых располагалась часть антенн радиосистем.



В состав КА «Восток» входили следующие основные системы:

- система автоматического и ручного управления;
- система автоматической ориентации на Солнце и ручной ориентации на Землю;
- система жизнеобеспечения (СЖО);

- система электропитания;
- система терморегулирования;
- система приземления;
- радиотелеметрическая система;
- командная радиолиния;
- ТВ - система для наблюдения за космонавтом с Земли;
- радиосистема контроля параметров орбиты и пеленгации КК;
- тормозная двигательная установка ТДУ-1.

Космонавт находился в специальном скафандре, обеспечивающем при необходимости пребывание его в разгерметизированной кабине корабля в течение 4 ч и защиту при катапультировании из гермокабины на высотах до 10 000 м.

Приборная доска размещалась перед космонавтом, пульт – сбоку, а ручка управления у кресла.

Система ориентации корабля "Восток" имела два независимых режима работы: с автоматической одноосной ориентацией на Солнце (АСО) и ручным управлением (РУ),

В состав АСО входили блоки датчиков положения Солнца и датчиков угловой скорости (ДУС) и счётно-решающий блок. Контрольный датчик сигнализировал о правильности ориентации перед включением ТДУ.

Ручное управление включало оптический прибор для визуальных наблюдений, датчики угловой скорости, ручку ориентации, блок логики и формирования управляющих сигналов.

Перед посадкой корабль ориентируется так, чтобы вектор тяги двигателя был направлен против движения корабля по орбите.

Оптический прибор (ориентатор "Взор") имел кольцевую зеркальную зону, установленную на иллюминаторе, и матовый экран для проектирования изображения. На экране были нанесены стрелки, указывающие направление бега подстилающей поверхности Земли при орбитальной ориентации "на торможение" перед спуском при торможении с помощью ТДУ. При использовании ТПРД бег Земли должен быть в обратном направлении. Зеркальное кольцо обеспечивало наблюдение горизонта Земли при высотах 150-350 км. Непосредственное наблюдение подстилающей поверхности через центр экрана давало возможность контролировать направление полёта.

Программа пилотируемых космических кораблей "Восток" (ЗКА) включала запуск шести пилотируемых кораблей, в том числе полёт первой женщины и групповые полёты двух пар кораблей.

12 апреля 1961 г. в 9 час 06 мин 59,7 с был запущен космический корабль "Восток" (ЗКА) с лётчиком-космонавтом Ю.А.Гагариным. Полёт продолжал-

ся около 108 мин. Спуск осуществлен автоматически по программе спуска. Космонавт катапультировался и на парашюте приземлился в 10 ч 55 мин на мягкую пашню у берега Волги вблизи деревни Смеловка Терновского района Саратовской области.

6 августа 1961 года был запущен корабль, получивший название "Восток-2", с лётчиком-космонавтом Г.С.Титовым. Полёт продолжался 25 ч. Орбитальный полёт и спуск прошли нормально.

11 августа 1962 года был запущен корабль "Восток-3" с лётчиком-космонавтом А.Г.Николаевым, а 12 августа 1962 г. - корабль "Восток-4" с лётчиком-космонавтом с П.Р.Поповичем.

14 июня 1963 г. стартовал корабль "Восток-5" с лётчиком-космонавтом В.Ф.Быковским на борту (полёт 120 ч), а 16 июня 1963 г. - корабль "Восток-6" с первой женщиной-космонавтом В.В.Терешковой (полёт 72 ч). Полёт и спуск кораблей прошли нормально.

Опыт проектно-конструкторских работ по кораблям "Восток" был использован при создании трёхместного корабля "Восход" (ЗКВ). На корабле "Восход" были установлены три некатапультируемых кресла, рассчитанные на космонавтов без скафандров; запасной тормозной пороховой двигатель (ТПРД), дублирующий ТДУ, модернизированная телевизионная система. При посадке космонавтов в СА использовалась парашютно-реактивная система приземления, аналогичная тем, которые использовались при десантировании тяжелой техники в воздушно-десантных операциях. Такая система позволяла осуществить мягкую посадку СА.

6 октября 1964 г. для проверки всех нововведений был осуществлен пуск беспилотного корабля ЗКВ ("Космос-47").

12 октября 1964 г. был запущен трёхместный пилотируемый корабль (ЗКВ), получивший название "Восход" с лётчиками-космонавтами В.М.Комаровым, К.П.Феоктистовым (ученый), Б.Б. Егоровым (врач). Полёт продолжался 24 ч. Программа полёта была выполнена.

Особенности систем отображения информации кораблей «Восток».

На рисунках 1-15 показаны внешние виды приборных досок (ПД) и пультов управления (ПУ) кораблей серии «Восток» и «Восход».

Как видно, конструкция ПД и ПУ всех кораблей указанной серии практически одинаковы. Отличаются они наличием кодового замка на кораблях Ю.А. Гагарина и Г.С. Титова. Далее замки не использовались. Пульт подвергался непрерывным изменениям.

Как известно, код замка передавался космонавтам в конверте после посадки в кабину. Считалось, что космонавты вскроют конверт и узнают код только при острой необходимости - в случае ручного спуска. Однако, как следует из воспоминаний С.Г. Даревского, Н.П. Каманина, М.Л. Галлая и неопубликованных воспоминаний Д.Н. Лаврова и др., код знали многие и каждый считал своим долгом сообщить его Ю.А. Гагарину.

Что же касается самого кода, то здесь имеются противоречивые воспоминания. Так Н.П. Каманин называет код 145⁴. Он же говорит, что проверил его лично. То же самое говорит М.Л. Галлай, но он называет код 125⁵.

Космонавты могли включать систему ориентации только после введения кода, так как замок электрически блокировал схему питания органов управления пульта.

Следует отметить несколько принципиально важных технических решений, которые были приняты при создании СОИ претых ПКА.

1. Тумблеры, кнопки, сигнальные табло, трехстрелочные индикаторы были заимствованы из авиации. Переключатели, регуляторы – общие средства радиоэлектроники. Возможность их использования была подтверждена исследованиями устойчивости к воздействию факторов космического полета, в частности вакуума и инженерно-психологическими исследованиями, которые первоначально проводились в ЛИИ, а затем непосредственно в СА корабля на заводе «Звезда» с непосредственным участием разработчиков и испытателей кресла и скафандра при штатном размещении космонавта в кресле и в скафандре. Такой подход в дальнейшем был принят при проектировании каждой новой СОИ.
2. Для решения задач спуска на корабле был принят программно-временной способ управления. Для контроля программ со стороны космонавта впервые был предложен индикатор контроля программ. Эффективность принятой схемы управления и контроля была в дальнейшем подтверждена при создании СОИ кораблей «Союз», «Зонд», «Н1-Л3».
3. Одним из главных индикаторов стал индикатор, с помощью которого космонавт определял свое положение относительно Земли. Текущее

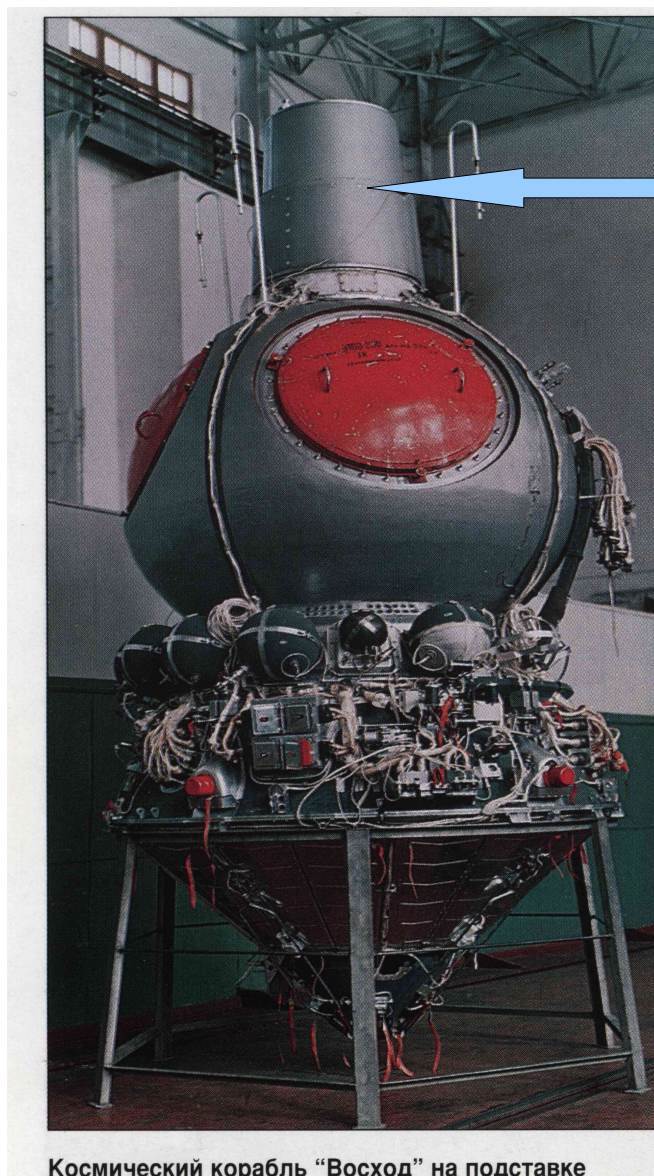
⁴Каманин Н.П. Скрытый космос: 1 книга. - М.: Инфортекст-ИФ, 1995.- 400 с., стр.52

⁵Галлай М.Л. С человеком на борту: Повесть. - Советский писатель, 1985.- 304с., стр.102, 126

время и положение корабля относительно Земли являются одними из главных параметров СООИ космических кораблей.

4. При создании СООИ ПКА «Восток» принципиально был решен вопрос о выборе главных параметров систем и параметров безопасности. К первым относятся количественные характеристики запасов рабочих тел (давление в баллонах топлива, кислорода и др.), положение корабля в пространстве. Ко вторым – параметры атмосферы в кабине космонавта, напряжение питания, остаток топлива и ряд других.

Ниже на фото показан корабль серии «Восход» с дополнительным или запасным тормозным двигателем. Соответственно на пульте введены команды для выбора и запуска этого двигателя.



Тормозной
пороховой
ракетный
двигатель

Космический корабль «Восход» на подставке

Эволюция пультов и отдельных индикаторов показаны на нижеприведенных рисунках.

Рис. 1 Система отображения информации и сигнализации СИС-1-ЗКА корабля "Восток".
1. Приборная лоска ПД-1-ЗКА.
2. Двухкоординатная ручка управления ориентацией корабля РУ-1А.
3. Пульт управления – ПУ-1-ЗКА

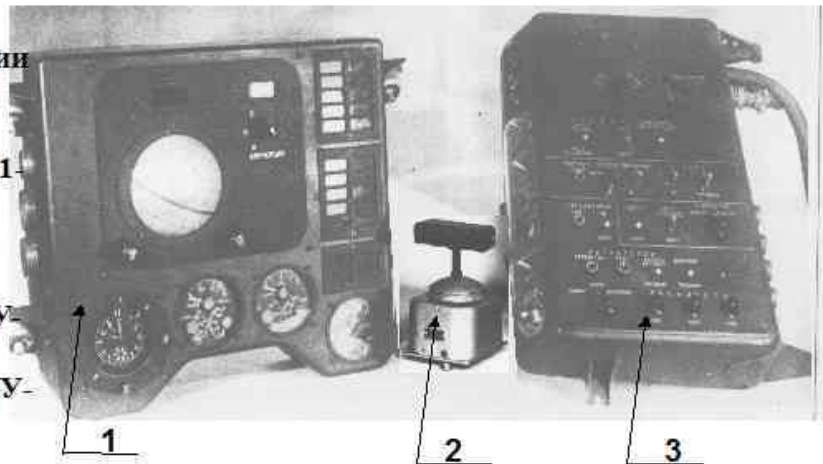


Рис.2 Система СИС-2-ЗКА корабля "Восток":
пульт управления – ПУ-2-ЗКА,
ручка управления РУ-1Б,
приборная лоска ПД-2-ЗКА с новым индикатором местоположения



Рис. 3 Система СИС-3-ЗКВ корабля "Восход":
новый пульт управления – ПУ-3-ЗКВ,
ручка управления ориентацией корабля РУ-1Б,
приборная лоска ПД-3-ЗКВ





Рис.5 Фото пульта управления СОИ "СИС-1-3КА" корабля "Восток". В пульте применены самолетные тумблеры и кнопки, малогабаритные галетные переключатели. Специфической была ручка запуска часового механизма газоанализатора. Она поворачивалась до упора влево и затем под воздействием сжатой пружины в течение некоторого времени возвращалась в исходное положение. После этого на одном из приборов приборной доски индицировалось значение параметров атмосферы.

Рис.6 Фото пульта управления СОИ "СИС-2-3КА" корабля "Восток"

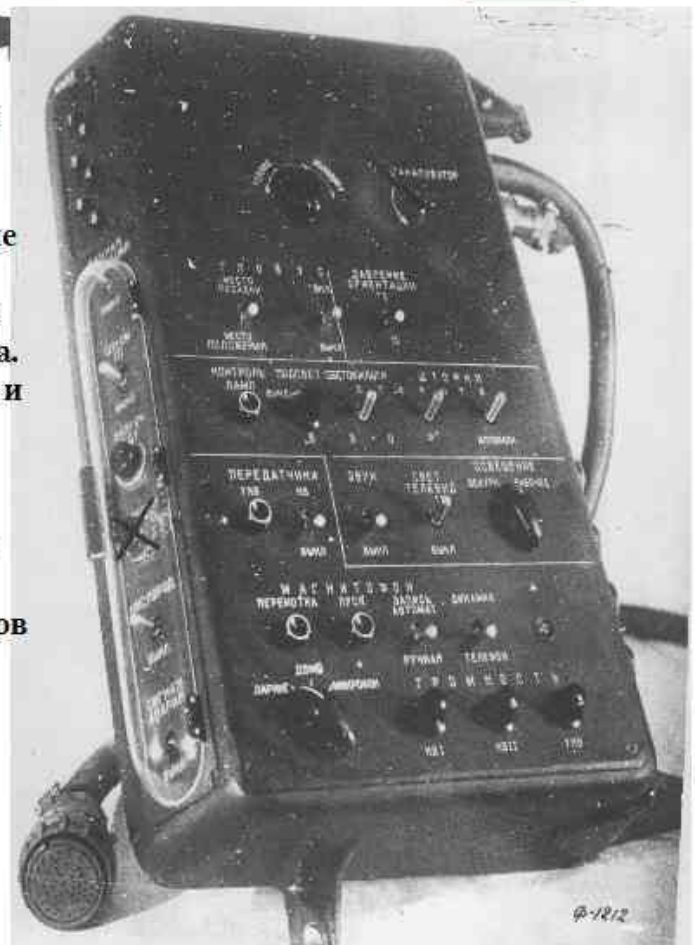


Рис.4
Теоритический
чертеж боковой
панели пульта СОИ
"СИС-1-3КА"
корабля "Восток"



Рис.7 Графическая модель пульта управления СОИ “СИС-1-3КА” корабля “Восток”



Рис.8 Фото электронного замка пульта космонавтов кораблей “Восток”.
 2. Сменное кодирующее устройство.
 3. 2. Кнопки набора кода, заданного кодирующим устройством

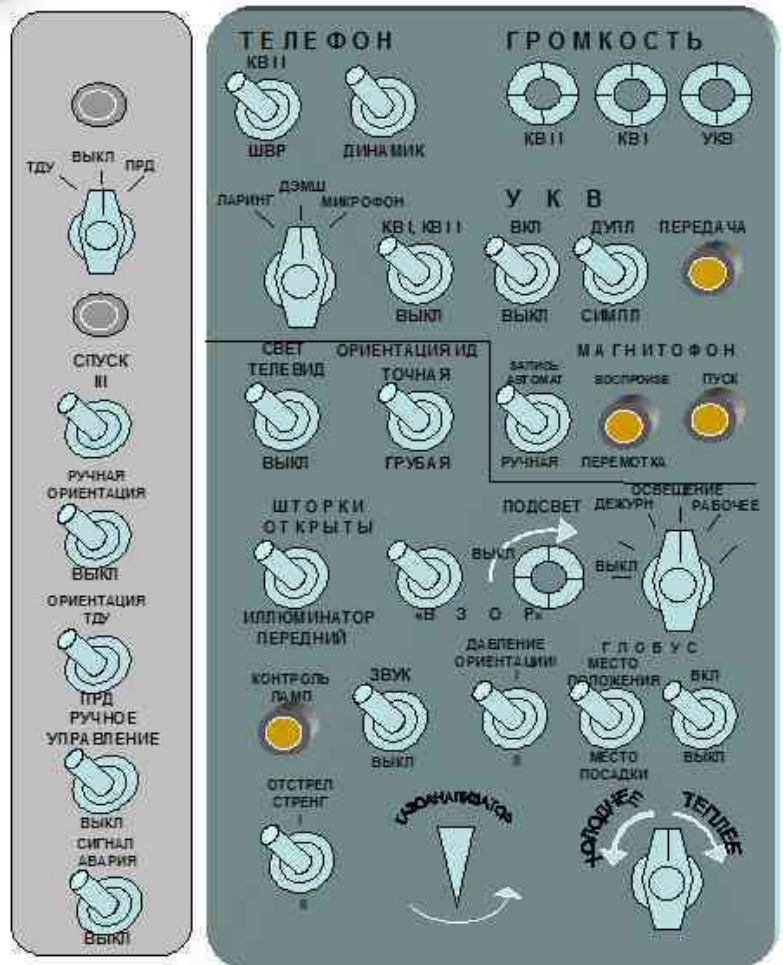


Рис.9 Сменное кодирующее устройство с шильдиком



Рис.10 Фото пульта управления СОИ “СИС-3-3КВ” корабля “Восход”. Для обеспечения досягаемости органов управления в этом пульте по сравнению с пультами первых кораблей “Восток” компоновка органов управления на панели пульта изменена на 180 градусов, введены органы управления пороховым реактивным двигателем (ПРД) торможения, выбор точной и грубой ориентации с использованием ионных датчиков (ИД). Космонавты приземлялись в спускаемом аппарате. Для исключения протаскивания СА после посадки введены команды (тумблер) отстрела стренг парашюта. Введены другие изменения.

Рис. 11 Теоритические чертежи боковой и передней панелей пульта управления СОИ “СИС-3-3КВ” корабля “Восход”



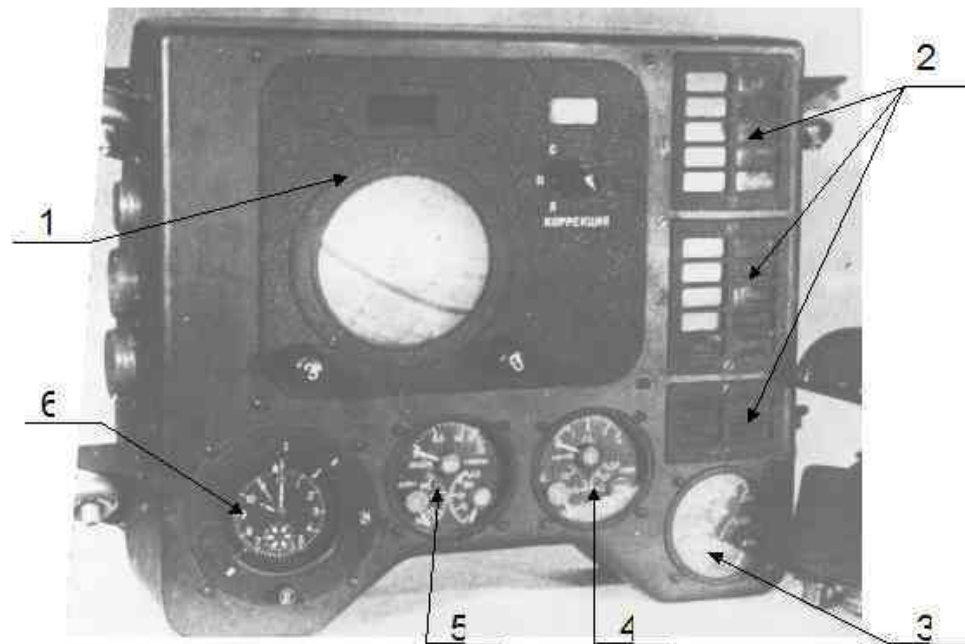


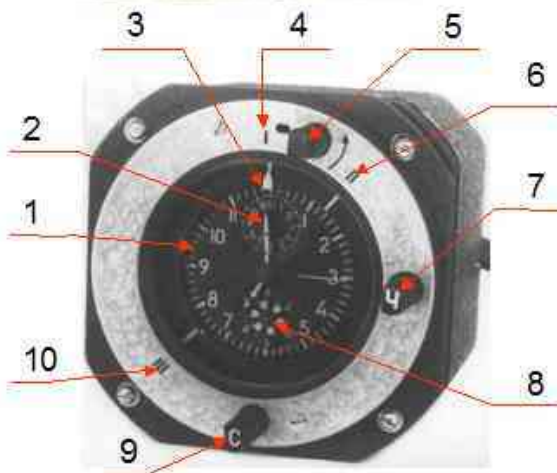
Рис.12 Фото. Приборная доска системы отображения корабля “Восток”.
 1. Индикатор местоположения – ИМП. 2. Табло сигнальные на основе ламп накаливания. 3. Трехстрелочный индикатор давления газа в шар- баллонах систем автоматической (АУ), ручной ориентации (РУ) и тормозной двигательной установки (ТДУ). 4. Индикатор состава воздуха: кислород (O₂), углекислый газ (CO₂) и давления в баллоне кислорода. 5. Индикатор параметров воздуха в СА



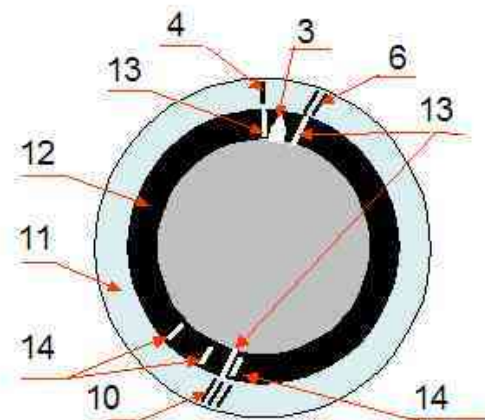
Рис.13 Приборная доска системы отображения корабля “Восход”.
 Компьютерная графика В. Н. Пушкарева г. Жуковский



Рис. 14 Фото лицевой части экспериментального индикатора временного комбинированного – ИВК. На ИВК отсутствуют: индикатор времени полета и соответственно кремальера установки этого времени, риски установки индекса программ спуска.



А. Общий вид прибора



Б. Рисунок шкал и отметок контроля программ спуска

Рис.15 Индикатор временной комбинированный (ИВК) кораблей “Восток”

Обозначения: 1. Шкала текущего московского декретного времени (час, мин, сек). 2. Шкала времени полета (0-12). 3. Индекс контроля программ спуска. 4, 6, 10. Метки установки индекса программ спуска. 5. Кремальера установки времени полета путем вращения стрелки относительно шкалы 2. 7. Кремальера установки времени суток: при нажатой кремальере устанавливается секундная стрелка, при отжатой - минутная и соответственно часовые стрелки. 8. Индикатор количества суток и времени полета: диапазон индикации 6 суток, белый сектор - день, черный сектор - ночь. 9. Кремальера установки шкалы день - ночь относительно меток шкалы суток (при исходном положении кремальеры) и установка шкалы день - ночь и стрелки индикатора суток полета одновременно относительно меток шкалы суток при нажатой от себя кремальере. 11. Наружная шкала ИВК, на которой нанесены метки 1,2,3 в виде арабских цифр - номера программ спуска. 12. Внутренняя шкала ИВК, на которой нанесены метки установки программно-временного индекса 3 при включении программ спуска 1 или соответственно 2 или 3. 13. Метки установки программно-временного индекса 3 при включении программ спуска 1 или соответственно 2 или 3. 14. Сигнализаторы исполнения команд, подаваемых программно-временным устройством (ПВУ) корабля. Сигнализаторы загораются последовательно при условии исполнения команд ПВУ.



Эмиль Дмитриевич Кулагин слева и Евгений Николаевич Носов справа в день семидесятилетия Э.Д. Кулагина

Носов Е.Н. - заместитель начальника отделения – начальник лаборатории НИИ авиационного оборудования, ктн, старший научный сотрудник,
Кулагин Э.Д. - ведущий инженер НИИ авиационного оборудования.

(Статья перепечатана Ю.А. Тяпченко с рукописи, предоставленной Е.Н. Носовым в 2006 году).

Из воспоминаний Е.Н. Носова и Э.Д. Кулагина

Создание пилотируемых космических аппаратов в Советском Союзе началось в конце 50-х годов.

К этому времени в ЛИИ был накоплен значительный опыт рационального включения пилота в контур управления воздушных ЛА. Поэтому вполне закономерно возникла необходимость использовать этот опыт в новой области человеческой деятельности – осуществление полетов человека в космическое пространство.

В апреле 1960 года по инициативе начальника 47 лаборатории Даревского С.Г. к нам приехала группа сотрудников ОКБ Королева С.П., в составе которой был ныне известный космонавт Макаров О.Г. Они рассказали нам основных особенностях первого пилотируемого космического корабля, показали проект приборной доски и предложили нам подумать, нельзя ли его улучшить, обратив особое внимание на уменьшение веса, габаритов, потребляемой мощности.

Через некоторое время группа сотрудников лаборатории №47 разработала свой вариант приборной доски, который представили для рассмотрения специалистам ОКБ С.П. Королева во главе с К.П. Феокистовым.

Наш вариант понравился, и нам было предложено сотрудничать в части создания доски и пульта управления для космического корабля «Восток», а несколько позже и в части создания тренажера для обучения космонавтов управлению кораблем.

Несмотря на то, что эти предложения предусматривали не только традиционные для ЛИИ работы исследовательского характера и выдачу рекомендаций, но также и разработку, изготовление и поставку в крайне сжатые сроки (4-8 месяцев) технологической и штатных бортовой аппаратуры и тренажера, начальник ЛИИ Строев Н.С., проявив государственный подход к делу, принял эти предложения.

В работе приняли участие ряд подразделений института и несколько предприятий различных отраслей.

Лаборатория №47 осуществляла разработку структур приборной доски, пульта управления и тренажера, определяла принцип построения входящих в их состав приборов и устройств, разрабатывала на все устройства электрические принципиальные схемы, проводила автономные испытания бортовой аппаратуры и участвовала в испытаниях аппаратуры в составе кабины космического корабля на испытательной станции головного предприятия, обеспечивала отладку и подготовку тренажера к проведению тренировок.

Конструирование экспериментальных приборов индикации, органов управления, приборной доски и пульта управления, а также устройств тренажера выполняло КБ Филиала ЛИИ под руководством Аверина В.И., а их изготовление – опытное производство под руководством Цивлина Н.Я.. В целом работами в Филиале ЛИИ руководил В.Н. Сучков.

Конструирование и изготовление летных образцов приборов индикации и органов управления осуществлялось Ленинградским ОКБ под руководством главного конструктора В.В. Медведева.

Боевые экземпляры приборных досок, пультов управления и контрольно-поверочно й аппаратуры были сконструированы и изготовлены комплексом №5 ЛИИ под руководством Знаменского С.И. и Конюхова К.И.

Головная роль в проведении работ и их координация как внутри института, так и вне его осуществлялась лабораторией №47 под руководством Даревского С.Г., который выполнял роль главного конструктора.

Нас тогда было в лаборатории №47 всего 18 человек, причем максимальный стаж работы «ведущих» специалистов (Кулагин Э.Д., Лавров Д.Н., Макаров Г.С., Марченко С.Т., Носов Е.Н.) не превышал 4-5 лет, а трудовой стаж «второго эшелона» специалистов (Ощепков Н.А., Конарев В.П., Максимова В.Н., Элькснин В.Н., Горячев В.В. и др.) - 2-х лет. Но чувство ответственности за большое доверие, которое нам было оказано, вместе с захватывающей новизной работы, позволили, в конечном итоге, сделать то, что нам самим сейчас кажется невозможным.

Краткая хроника событий такова.

Апрель 1960г. - начало работ.

Август 1960г. - создание технологического образца приборной доски и пульта управления.

Ноябрь 1960г. - изготовление и сдача первого боевого комплекта бортовой аппаратуры.

Декабрь 1960г. - создание тренажера корабля «Восток».

Декабрь 1960г. - Изготовление и поставка бортовой аппаратуры на корабль, на котором впоследствии летал Ю.А. Гагарин.

Решение сложных задач в столь короткие сроки стало возможным стало возможным благодаря профессионализму основных и самоотверженной работе всех участников работы. В Филиале ЛИИ это: слесари Вендерников П.С., Дворников А.П., Крапивин В.С., Кокарев, Михайлов В.С., Трещалов Т.Н., токари Бокунов А.С., Данилов В.П., фрезеровщики Емельянов В.Ф., Титов В.И., радиомонтажники Еремин Н.А., Комраков А.А., Немякина Н.А., Фокин С.Н., гравер Кандаурова Л.К., мастера Подымов В.П., Пурин А.А., инженеры – конструкторы Белов А.М., Дмитриева В.Д., Марковкин А.Г., Омельченко Б.Н., Трипольский М.С., техник-конструктор Зенина Р.А. и многие другие.

В ноябре 1960 ЛИИ посетил С.П. Королев. Ему были показаны в действии приборная доска и пульт управления. С.П. Королев одобрил работу, сделав ряд конкретных предложений, направленных на облегчение и улучшение условий работы пилота.

В начале января 1961 года в ЛИИ для тренировок прибыла первая группа космонавтов, в состав которой входили Ю.А. Гагарин, Г.С. Титов, А.Г. Николаев, П. Р. Попович, В.Ф.Быковский, Г.Г. Нелюбов.

Тренировки проходили на втором этаже корпуса 1-а Филиала ЛИИ, где находился тренажер.

Во время тренировок возникло немало методических и технических проблем, которые были успешно решены.

Большую методическую помощь при проведении тренировок и разработке методики ручного управления космическим кораблем оказал герой Советского Союза заслуженный летчик-испытатель СССР М.Л. Галлай.

По окончании тренировок в этой же комнате Государственная комиссия⁶ под председательством героя Советского Союза Каманина Н.П. приняла экзамены у кандидатов в космонавты. Экзамены показали высокий уровень подготовки космонавтов. Каманин выразил глубокую признательность основным участникам работы.

12 апреля 1961 года состоялся полет первого человека в космос. Этим человеком был гражданин Советского Союза Ю.А. Гагарин.

⁶Состав комиссии: генерал-майор Бабийчук, генерал-лейтенант Волюнкин, генерал-лейтенант Клоков, полковники Яздовский и Карпов, академик Сисакян (АН СССР), ктн Феокистов (ОКБ-1), главный конструктор завода №918 ГКАТ Алексеев и заслуженный летчик-испытатель Галлай (ЛИИ). Присутствовали начальник ЛИИ ГКАТ Н.С. Строев. /см. стр.12 Каманин Н.П. Скрытый космос. Книга 1. - М.: Инфортекст-ИФ, 1995.- 400 с./

Правительство и ЦК КПСС высоко оценили вклад института, наградив многих его участников орденами и медалями. Но самой высокой наградой для всех участников работы явилось осознание причастности к осуществлению первого космического полета человека.

Позже пульт управления, приборная доска и тренажер корабля «Восток» экспонировались на ВДНХ, за что институт был награжден «Дипломом Почета», а многие создатели – медалями ВДНХ.

В дальнейшем приборные доски, пульта управления и тренажеры были созданы для космических кораблей «Восход», «Союз», «Салют», «комплекса «Алмаз».

По этому научно-техническому направлению институт дал жизнь новому предприятию – СОКБ ЛИИ.

Дополнение Е.Н. Носова.

1. На тренажере в Филиале проходили подготовку 2-ая и 3-я группы космонавтов по 6 человек в каждой. В составе этих групп прошли подготовку будущие космонавты В.М. Комаров, П. И. Беляев, А.А. Леонов и др.
2. Первый стенд-тренажер использовался для отработки контура ручного управления и его составных частей в частности ручки управления.
3. В мае месяце 1961 года был создан и введен в эксплуатацию в центре подготовки космонавтов второй более совершенный тренажер. Он был изготовлен опытным производством Филиала ЛИИ.

Справка от Носова Е.Н. 2006г.

Распределение работ между основными исполнителями лаборатории №47:

Кулагин Э.Д. - разработка стенда-тренажера;

Лавров Д.Н. - разработка индикатора временного комбинированного, определение состава и компоновки пульта и приборной доски; организация и проведение инженерно-психологических исследований;

Макаров Г.С. - главный теоретик и идеолог конструкции индикатора местоположения,

Марченко С.Т. - разработка стрелочных индикаторов;

Носов Е.Н. - разработка электрических схем пульта и приборной доски, аппаратуры логического замка, контрольно-проверочной аппаратуры, проведение приемо-сдаточных испытаний, отработка системы на комплексной испытательной станции в г. Королев и МИК на космодроме.