ОБЗОРЫ

OVERVIEWS

УДК 629.78.072

ОСНОВНЫЕ ПУТИ СОЗДАНИЯ ПУЛЬТА КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ТРЕНАЖЕРНОГО КОМПЛЕКСА МОДУЛЕЙ РОССИЙСКОЙ ОРБИТАЛЬНОЙ СТАНЦИИ

В.В. Батраков, Ю.Б. Сосюрка, С.П. Супрун, В.И. Брагин, Б.Н. Нефедов

В.В. Батраков; канд. техн. наук, доцент Ю.Б. Сосюрка; С.П. Супрун; В.И. Брагин (ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина»)
Б.Н. Нефедов (ООО «ЦТиПП»)

В статье приведен краткий анализ трех поколений пультов контроля и управления (ПКУ) на примере тренажерного комплекса (ТК) российского сегмента (РС) Международной космической станции (МКС). Рассмотрены различные подходы к проектированию ПКУ для космических тренажеров, создаваемых по программе МКС. Сформулированы основные пути создания ПКУ для ТК модулей перспективной Российской орбитальной станции (РОС).
Ключевые слова: пульт контроля и управления, тренажерный комплекс, Российская орбитальная станция, функциональная система

The Main Paths in the Creation of the Monitoring and Control Panel for the Simulator Complex of the Russian Orbital Station Modules. V.V. Batrakov, Yu.B. Sosyurka, S.P. Suprun, V.I. Bragin, B.N. Nefedov

The paper provides a brief analysis of three generations of the monitoring and control panels (MCPs) using the example of the simulator complex (SC) of the ISS Russian Segment. Various approaches to designing of MCPs for simulators made according to the ISS program are considered. The main paths in creating the monitoring and control panels for the simulator complex of the promising Russian Orbital Station (ROS) Modules are formulated.
Keywords: monitoring and control panel, training complex, Russian Orbital Station, functional system

В период, начиная с 1980 по 2000 г., в Центре подготовки космонавтов (ЦПК) имени Ю.А. Гагарина для подготовки экипажей к выполнению программ космических полетов были созданы и введены в эксплуатацию три поколения ТК [1]:

– комплекс тренажеров долговременной орбитальной станции (ДОС) «Салют» и специализированного тренажера сближения и стыковки транспортного корабля (тренажерный комплекс «Беладонна»);

– ТК «Ермак-27» тренажеров орбитального комплекса (ОК) «Мир», состоящий из функционально связанных между собой тренажеров модулей при сохранении возможности автономии каждого из них при проведении тренировок;

– ТК по программе МКС, представляющий собой комплексный тренажер РС МКС с возможностью гибкого конфигурирования программных и аппаратных средств под задачи конкретной тренировки.

Ключевая роль в создании и построении всех ТК была возложена на Центр тренажеростроения в Новочеркасске.

После завершения проекта МКС основным приоритетом в пилотируемой космонавтике станет развертывание и эксплуатация РОС.

Для подготовки космонавтов по программе «РОС» специалисты ЦПК приступили к работе над созданием четвертого поколения ТК модулей РОС (ТКМ РОС).

Концепция построения ТКМ РОС базируется на выделении унифицированных для всех входящих в ТК тренажеров элементов, представляемых в виде типовых модулей и разрабатываемых как открытые системы, которые в последующем могут дополняться и расширяться. Структура ТК создается из указанных типовых унифицированных модулей и их сопряжения со специфическими (или индивидуальными) элементами и системами, присущими каждому тренажеру конкретного модуля РОС.

ТК – это сложная автоматизированная система управления (АСУ) реального времени. В контуре АСУ управление тренировочным процессом осуществляется на основе интегрально-факторной организации взаимодействия типологических групп операторов, размещаются на трех уровнях:

– 1-й уровень управления – операторы ПКУ: специалисты по подготовке космонавтов, специалисты по техническим средствам подготовки космонавтов, члены межведомственной экзаменационной комиссии. Решаемые задачи – контроль действий экипажа и состояния информационной модели объекта управления, варьирование ситуацией по степени сложности с целью выявления ошибок экипажа, анализ и оценка действий экипажа;

– 2-й уровень управления – обучающиеся операторы-космонавты. Располагаются на рабочих местах операторов (РМО) тренажеров. Решаемые задачи – обучение и привитие навыков работы на штатных изделиях;

– 3-й уровень управления – операторы пультов управления (ПУ) функциональных систем (ФС); специалисты по техническим средствам подготовки космонавтов (ТСПК). Решаемые задачи – подготовка составных частей тренажерного комплекса к работе, его сборка, обеспечение и контроль работоспособности, управление аппаратурой на тренировке, устранение неполадок.

Назначение ПКУ

Неотъемлемой частью АСУ ТКМ РОС является ПКУ, который в его структуре является центральным звеном.

ПКУ представляет собой комплекс аппаратных и программных средств, объединенных единой целью – отображение и управление информационной моделью управляемого объекта и общим алгоритмом функционирования – преобразование воспроизведенной информации в команды управления или сообщения, которые отображаются на его мониторах и сигнальных устройствах.

ПКУ ТКМ РОС предназначен для размещения его аппаратно-программных средств управления тренировкой, средств отображения информации, средств связи, элементов электропитания и организации восьми автоматизированных РМО (специалистов по подготовке космонавтов и специалистов по ТСПК) для проведения всех видов занятий с космонавтами на комплексных тренажерах (КТ) научно-энергетического модуля (НЭМ), базового модуля (БМ), универсального узлового модуля (УУМ), шлюзового модуля (ШМ), целевых модулей (ЦМ-1, -2).

С использованием аппаратных средств ПКУ операторы осуществляют:

– управление процессом тренировки;

– управление работой функциональных систем ТКМ РОС и систем тренажеров модулей РОС;

– контроль действий экипажа;

– контроль состояния аппаратных и программных средств ФС ТКМ РОС и систем тренажеров модулей РОС.

Для поддержания высокого качества работы операторов ПКУ, при проектировании его составных частей, используют эргономические и инженерно-психологические принципы, направленные для снижения сложности решения интеллектуальных оперативных задач по контролю и управлению тренировочным процессом и оценки деятельности экипажа. Руководствуясь этим, также снижается нагрузка на операторов ПКУ за счет передачи некоторых функций (операций) техническим средствам, например формирование, обработка, коммутация, передача и выведение информации на устройства отображения информации и др.

Особенности построения ПКУ ТК на примере ТК РС МКС

При создании ПКУ ТК, как и при создании ТК, можно также выделить три поколения, отличающихся уровнями технического облика (совершенства).

ПКУ первого поколения разрабатывались для специализированного тренажера сближения и стыковки транспортного корабля с ДОС «Салют»: тренажер «Бивни» (1979), тренажер базового блока «Дон-17КС» (1989) и изделие «Скиф» (1983), созданные по программе ОК «Мир».

При этом ПКУ комплектовался:

– цифро-буквенными монохромными мониторами;

– несколькими штатными приборами-повторителями, которые также были установлены на РМО тренажеров, что влекло к большим затратам (например, на ПКУ и в РМО тренажера «Бивни» были установлены: КСП-Л и КСП-П (командно-сигнальная панель левая и правая); ТСЭ (табло сигнальные электролюминисцентные); БРВИ (блок ручного ввода информации) и др.;

– конструктивами массивными металлическими прямоугольной рубленной формы и др. [2, 3].

Первый вариант ПКУ второго поколения был разработан в 1998 г. для тренажеров служебного модуля (СМ) (рис. 1, *а*) и функционально-грузового блока (ФГБ) (рис. 1, *б*) РС МКС [2, 3]. Устройства отображения информации были представлены дисплеями и телевизионными приемниками, размещенными на громоздких держателях. От приборов-повторителей отказались, изображение штатных приборов синтезировали через вычислительную систему (ВС) тренажера. Конструктив состоял из сборных массивных металлических конструкций. К числу достоинств относится надежность конструкции по прочности и долговечности, к недостаткам – большая масса.

а б

Рис. 1. ПКУ КТ модулей:

а – СМ второго поколения; *б* – ФГБ второго поколения

В дальнейшем неоднократно проводились модернизация и доработки ПКУ, связанные с введением в эксплуатацию и интеграцией в состав ТК РС МКС последовательно тренажеров следующих модулей: ФГБ «Заря», СМ «Звезда», стыковочный отсек (СО1) «Пирс», малый исследовательский модуль (МИМ1) «Поиск», малый исследовательский модуль (МИМ2) «Рассвет», учебно-тренировочный макет (УТМ) транспортного грузового корабля (ТГК) «Прогресс», многоцелевой лабораторный модуль (МЛМ) «Наука», узловой модуль (УМ) «Причал». Как следствие – доработка программной и обновление аппаратной частей ПКУ, особенно средств отображения информации [4].

В 2010 г. ПКУ ФГБ и ПКУ СМ были интегрированы в единый ПКУ ТК РС МКС на базе конструктива ПКУ СМ (рис. 2). На ПКУ установили современные ТВ-приемники Samsung, оборудовали две точки подключения для

установки бортовых Laptops, ввели два больших монитора с диагональю 49″. В этот же год приступили к замене дисплеев на ЖК-мониторы.

В 2011 г. в состав ТК РС МКС вошел КТ модуля МЛМ со своим ПКУ третьего поколения (рис. 3) [2–4].

Рис. 2. ПКУ КТ РС МКС (2010)

Рис. 3. ПКУ КТ модуля МЛМ третьего поколения

От второго поколения ПКУ отличало наличие эргономичного конструктива с его модульной конструкцией, современные ЭВМ, а ТВ-приемники и дисплеи заменили на ЖК-мониторы с менее громоздкими держателями.

По мере морального старения ПКУ ТК РС МКС и исчерпания возможности его совершенствования в 2016 г. произведены работы по переходу на ПКУ четвертого поколения (рис. 4) [5].

При этом столешница РМО и декоративные панели ПКУ выполнены из современных облегченных материалов ЛМДФ (легкая мелкодисперсная древесно-волокнистая плита средней плотности). Конструкция конструктива имеет минимум металлических элементов. Отказались от громоздкой конструкции держателей устройств отображения информации, которые полностью заменены современными кронштейнами для ЖК-мониторов.

Последние доработки на ПКУ проведены в 2018 г. Тогда РМО ПКУ было дооснащено системой обработки и отображения визуальной информации (СООВИ), на которую был получен патент на изобретение [6, 7].

В настоящее время РМО ПКУ имеет следующие средства отображения информации (сверху вниз) (рис. 5) [8]:

– два монитора LG (1) с диагональю 55″ СООВИ «Мозаика» для визуального наблюдения за действиями экипажа в РМО;

Рис. 4. ПКУ ТК РС МКС (2016)

Рис. 5. ПКУ ТК РС МКС (2018)

– два монитора SONY (2) с диагональю 55″ – для выведения видеоинформации с камер наблюдения РМО;

– пять мониторов MYSTERY (3) с диагональю 24″ – для выведения видеоинформации с камер наблюдения тренажеров модулей ТК РС МКС;

– шесть мониторов ASUS (4) с диагональю 24″ – для отображения бортовых приборов и информации с бортовых Laptops;

– семь мониторов ASUS (5) с диагональю 24″ – для отображения системных и управляющих форматов от ВС;

– два бортовых Laptops Lenovo T61 (6) или HP ZBook 15 G2.

В результате всех доработок и модернизаций ПКУ значительно увеличилось количество выводимой информации операторам ПКУ и членам межведомственной экзаменационной комиссии (МЭК), а также существенно улучшилось качество предоставления отображаемой информации, что полностью удовлетворяет потребности операторов ПКУ и МЭК.

На данную конфигурацию конструктива ПКУ ТК РС МКС и средств отображения информации в рамках трансфера технологий (повторное применение успешно использованных на практике существующих и внедрение перспективных отечественных разработок) предлагается ориентироваться при создании ПКУ ТКМ РОС.

Особенности создания ПКУ ТКМ РОС

В рамках применения трансфера технологий, которые были успешно использованы при создании тренажеров модулей РС МКС, при создании тренажеров РОС отдано предпочтение варианту построения не совокупности взаимосвязанных автономных тренажеров, а варианту ТК. Построение ТКМ РОС базируется на принципе коллективного использования в составе каждого тренажера одних и тех же тренажерных ФС, созданных в единственном экземпляре по определенным правилам (рис. 6) [9].

На рис. 6 ПКУ изображен в составе ТКМ РОС как отдельная ФС коллективного пользования в отличие от ТК РС МКС, где ПКУ СМ и ПКУ МЛМ являлись частью системы управления тренировкой (СУТ) терминального вычислительного комплекса (ТВК) в составе ВС КТ СМ и МЛМ (рис. 7) [8].

При разработке предложений по созданию ПКУ, входящего в состав ТКМ РОС как его ФС, используется современный, наиболее отработанный вид трансфера технологий – повторное использование существующих и внедрение перспективных отечественных разработок.

После выполненных работ РМО ПКУ ТКМ РОС должно обеспечивать:

– размещение аппаратно-программных средств управления тренировкой, средств отображения информации (СОИ), средств связи – для ведения мониторинга и анализа операторами ПКУ учебного процесса, а также качественного доступа с их стороны к аудио- и видеоинформации и своевременной выдачи ими команд обучающимся космонавтам;

– комфортное размещение операторов ПКУ при проведении экзаменационных комплексных тренировок, типовых полетных суток, практических занятий, методических сборов и других занятий на тренажерах НЭМ, БМ, УУМ, ШМ, ЦМ-1, -2 модулей РОС;

– оперативное и полное предоставление информации в ходе тренировок о действиях экипажа при выполнении различных полетных операций.

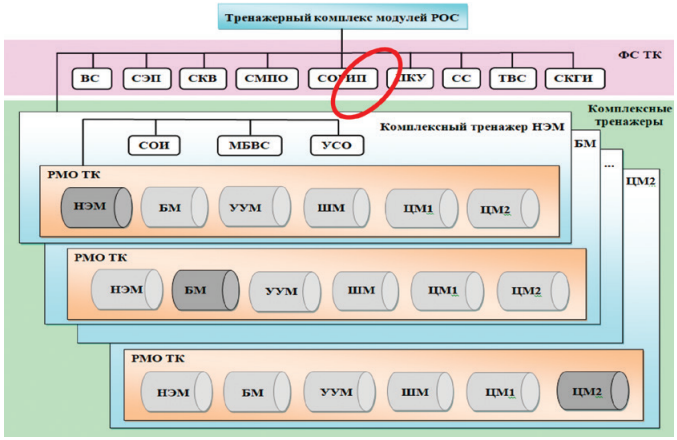

Рис. 6. ПКУ – ФС в составе ТКМ РОС:

ВС – вычислительная система; *СЭП* – система электропитания; *СКВ* – система кондиционирования воздуха; *СМПО* – система моделирования пожарной обстановки; *СОРИП* – система обеспечения регистрации и информационной поддержки; *СС* – система связи; *ТВС* – телевизионная система; *СКГИ* – система компьютерной генерации изображений; *СОИ* – средства отображения информации; *МБВС* – модель бортовой вычислительной системы; *УСО* – устройство сопряжения с объектом

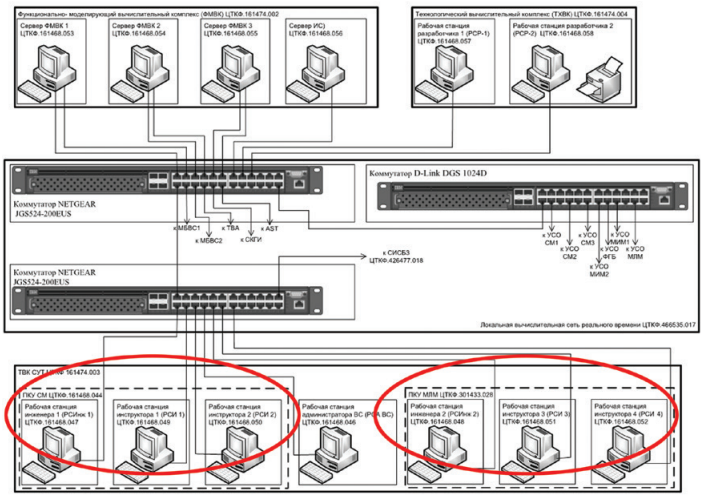

Рис. 7. ПКУ СМ и ПКУ МЛМ в составе ВС ТК РС МКС

К результату предстоящих работ следует добавить важное условие – ПКУ ТКМ РОС должен обеспечить размещение восьми операторов: инструктор экипажа (основной); инструктор экипажа (дублер)/специалист по действиям в аварийных ситуациях; руководитель бригады комплексной подготовки; три специалиста по выполняемым работам; секретарь; инженер (для сравнения: ПКУ ТК РС МКС способен разместить пять операторов).

Для достижения поставленной цели, проанализировав существующие наработки в области создания ПКУ по программам ДОС «Салют», ОК «Мир» и МКС, создаваемый ПКУ ТКМ РОС должен включать:

– конструктив;
– аппаратные и программные средства управления тренировкой;
– СОИ;
– средства связи;
– элементы электропитания ПКУ;
– РМО ПКУ.

Конструктив ПКУ ТКМ РОС должен представлять собой выполненную на основе легкого металлического (или аналогичного по прочностным характеристикам материала) сборного каркаса, устанавливаемого на регулируемые по высоте опоры, жесткую силовую конструкцию, разделенную на техническую и рабочую зоны.

Конструктив ПКУ ТКМ РОС в технической зоне должен иметь места (объемы) для размещения оборудования аппаратно-программных средств управления тренировкой, СОИ, средств связи, оборудования электропитания и коммутации. Должна быть предусмотрена возможность применения новой элементной базы. В местах расположения аппаратуры должны быть выполнены отверстия для вентиляционных решеток. Доступ к оборудованию в технической зоне должен осуществляться с задней стороны конструктива ПКУ с помощью раздвижных (или быстросъемных) декоративных панелей.

Для размещения средств отображения информации конструктив в технической зоне должен иметь крепления для вертикального размещения мониторов с диагональю по 24″ в три ряда: нижний – восемь мониторов отображения моделей приборов-повторителей, систем и форматов управления тренировкой; средний – восемь мониторов отображения информации от бортовых Laptops членов экипажа; верхний – восемь мониторов отображения видео сюжетов в РМО от штатных и нештатных камер наблюдения за работой экипажа. Крепления должны иметь возможность менять положение мониторов «лево-право», «верх-низ». По краям конструктива должны располагаться по одному кронштейну для установки мониторов с диагональю по 55″ (проведение режима «Сближение с ТГК…», ТВ-репортажей, занятий по замене оборудования и т. д.), а также по одному поворотному столику по краям для установки бортовых Laptops. Кронштейны должны обеспечивать поворот мониторов в сторону операторов ПКУ с целью устранения бликов с их поверхности и исключения ошибок восприятия ими искаженной визуальной информации.

В технической зоне должно быть предусмотрено пространство для кабельных каналов (вертикальные и горизонтальные) с элементами крепежа, монтажными отверстиями, кабельными держателями для размещения элементов электропитания ПКУ и прокладки кабельной сети в любое его место.

Конструктив ПКУ ТКМ РОС в рабочей зоне должен иметь столешницу, позволяющую разместиться восьмерым операторам с необходимым комплектом документации и мобильными информационными средствами.

Столешница и декоративные панели должны быть выполнены из материала ЛМДФ. Интересный вариант столешницы предлагается в работе [2]. Для создания рабочей зоны авторы применяют в изготовлении столешницы пластик HPL (Higt Pressure Laminate). Это композитный листовой материал, состоящий из слоев бумаги, пропитанных термореактивными смолами и спрессованных под высоким давлением. Этот материал обладает долговечностью, высокой стойкостью к температурам, ударам, истиранию, царапинам, а также обладает влагоустойчивыми, антистатическими и санитарно-гигиеническими свойствами.

Конструктив должен представлять модульную конструкцию (один модуль – одно рабочее место) для удобства транспортировки, перемещения, сборки, монтажных работ и эксплуатации, а в собранном состоянии ПКУ должен иметь форму дуги (ПКУ для ТК РС МКС был прямой). При окончательном монтаже ПКУ на месте дугу конструктива (из модулей) можно изменять под более эргономичные состояния своего РМО каждому специалисту. Модули между собой скрепляются. Декоративные панели специалисты «подгоняют» под конечный вариант размещения модулей конструктива на месте (рис. 8).

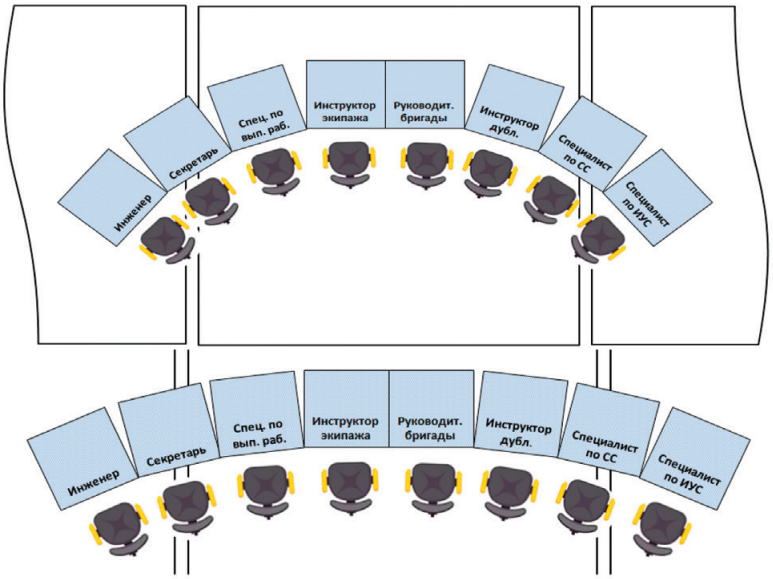

Рис. 8. Варианты сборки ПКУ ТКМ РОС (эскиз)

Столешница состоит из раздельных частей и изготавливается под каждый сборочный модуль конструктива.

С левой стороны столешницы должна быть размещена панель управления электрическим питанием ПКУ и его аппаратуры. Для питания мобильных информационных средств операторов ПКУ рабочие места должны быть оборудованы равноудаленными друг от друга четырьмя выдвижными блоками розеток 220 В и USB. Рабочая зона должна быть укомплектована средствами индивидуального освещения рабочего места каждого оператора ПКУ.

Ниже столешницы, по всей ее длине, должна быть предусмотрена скрытая монтажная технологическая зона для размещения кабельных каналов и оборудования ПКУ (сетевого, вычислительного, информационного, коммутационного, телевизионного), огражденная со всех сторон декоративными панелями.

В месте установки конструктива ПКУ фальшпол должен иметь усиленные опоры, рассчитанные на большие массовые нагрузки.

РМО ПКУ ТКМ РОС должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 50923-96 [10]. РМО должны быть укомплектованы мягкими эргономичными креслами.

В выбранном месте перед установкой ПКУ ТКМ РОС должны быть выполнены соответствующие работы по подготовке помещения к размещению сложного технического средства коллективного пользования (рис. 9).

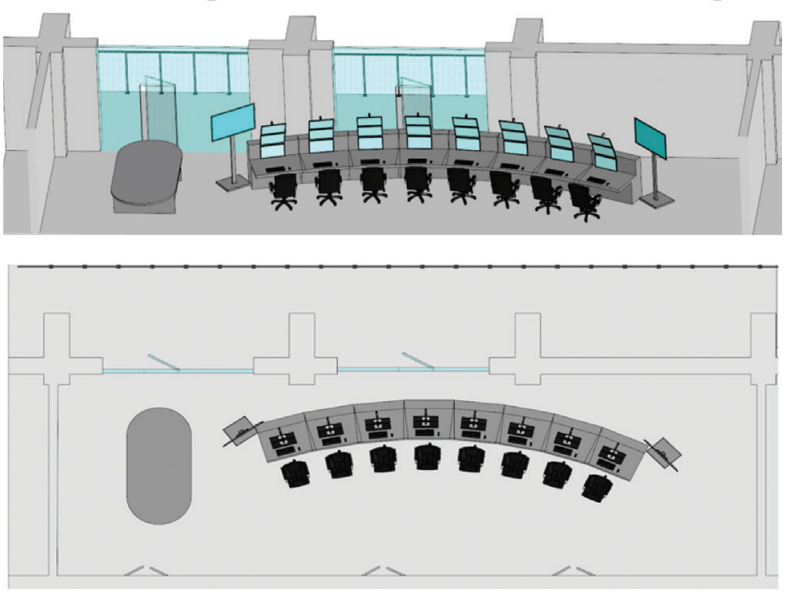

Рис. 9. Вариант размещения ПКУ ТКМ РОС (модель)

Примечание. Перечень оборудования для ПКУ, а также окончательные параметры рабочей зоны конструктива для организации РМО ПКУ ТКМ РОС определяются в процессе проектирования.

Выводы

Проанализировав существующие ТК для подготовки космонавтов и опираясь на опыт создания четырех поколений ПКУ космических тренажеров ОК «Мир» и ТК РС МКС, можно выделить следующие основные пути разработки и создания ПКУ для перспективного ТКМ РОС:

– использование отработанного вида трансфера технологий – повторное применение успешно использованных на практике существующих и внедрение перспективных отечественных разработок;

– разработка ПКУ в составе ТКМ РОС как отдельной ФС коллективного пользования;

– отказ от использования массивных металлических элементов при создании конструктива ПКУ в пользу современных легких прочных материалов и от громоздких креплений СОИ в пользу современных поворотных кронштейнов; столешница и декоративные панели должны быть выполнены из современных материалов на деревянной основе (как вариант – ЛМДФ);

– увеличение внутренних объемов технической зоны конструктива для размещения аппаратно-программных средств и установка каждому оператору ПКУ СОИ с необходимыми параметрами;

– разработка рабочей зоны операторов ПКУ в виде модульной конструкции и в форме дуги, что позволяет обеспечить обслуживающему персоналу удобства при ее транспортировке, перемещении, сборке, монтажных работах и эксплуатации, а также позволяющая создать операторам более качественное восприятие видеоинформации.

Каждый оператор ПКУ ТКМ РОС должен иметь свое рабочее и информационное пространство и обеспечивать совместную эффективную работу с представителями каждой типологической группы операторов:

– специалисты по подготовке космонавтов – ПКУ;

– специалисты по ТСПК – ПУ ФС;

– обучаемые космонавты – РМО модулей ТКМ РОС.

ПКУ ТКМ РОС является ПКУ четвертого поколения.

По мере усложнения конфигурации РОС на втором этапе развертывания архитектура и принципы построения ПКУ должны позволять наращивать программную и аппаратную части с целью подключения к действующему оборудованию новой аппаратуры для ПКУ или других КТ без изменения технологии построения программной и аппаратной частей.

Внедрение рассмотренных подходов к разработке и созданию ПКУ для перспективного ТКМ РОС позволит обеспечить качественную подготовку космонавтов по программе РОС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Наумов, Б.А. Космические тренажеры: монография. – ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина», 2013. – 214 с.

2. Шукшунов, В.Е. Основы построения тренажерно-моделирующего комплекса и технических средств подготовки космонавтов по программе «Российская орбитальная станция» / В.Е. Шукшунов, В.В. Янюшкин. – Москва: Инновационное машиностроение, 2024. – 224 с.
3. Каталог разработанных и созданных ООО «Центр тренажеростроения и подготовки персонала» пультов контроля и управления тренажерами для подготовки космонавтов (1979–2013 гг.). – Москва, 2013. – 25 с.
4. Шевченко, Л.Е. Пути совершенствования структуры системы отображения информации ПКУ тренажерного комплекса РС МКС / Л.Е Шевченко, В.В. Батраков // Труды международной научно-практической конференции «Психология труда, инженерная психология и эргономика 2014» (Санкт-Петербург, Россия, 3–5 июля 2014). – Санкт-Петербург: Межрегиональная эргономическая ассоциация, 2014. – С. 390–395.
5. Батраков, В.В. Информационная поддержка межведомственной комиссии при проведении тренировок на тренажерах РС МКС / В.В. Батраков, В.Н. Саев, Т.Ю. Маликова // Пилотируемые полеты в космос. – 2019. – № 3(32). – С. 37–46.
6. Патент № 2734151 Российская Федерация, МПК G09B 9/52 (2006.01), G09B 9/52 (2020.05). Система обработки и отображения визуальной информации для пультов контроля и управления космических тренажеров: № 2020103772: заявл. 2020. 01.29: опубл. 2020.10.13 / В.И. Брагин, В.В. Батраков. – 15 с. – Текст: непосредственный.
7. Батраков, В.В. Использование системы обработки и отображения визуальной информации в составе пульта контроля и управления тренажерного комплекса российского сегмента МКС / В.В. Батраков, В.И. Брагин // Пилотируемые полеты в космос. – 2019. – № 3(32). – С. 57–67.
8. Батраков, В.В. Структура и функции управления системы отображения информации тренажерного комплекса российского сегмента МКС / В.В. Батраков, В.И. Брагин, В.Н. Саев // Пилотируемые полеты в космос. – 2022. – № 1(42). – С. 50–69.
9. Трансфер технологий при создании тренажеров и тренажерных комплексов орбитальных станций / В.В. Батраков, Ю.Б. Сосюрка, С.П. Супрун, Б.Н. Нефедов // Пилотируемые полеты в космос. – 2024. – № 2(51). – С. 19–34.
10. ГОСТ Р 50923-96. Дисплеи. Рабочее место оператора. Общие эргономические требования и требования к производственной среде. Методы измерения = Displays. Operator's workplace. General ergonomic requirements and requirements for the production environment. Measurement methods: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Постановлением Госстандарта России от 10 июля 1996 г. № 451: введен впервые: дата введения 1997-07-01 / разработан Научным Центром социально-производственных проблем охраны труда. – Москва: Стандартинформ, 1997. – 10 с. – Текст: непосредственный.

REFERENCES

1. Naumov, B.A. Space Simulators: Monograph. – Federal State Budgetary Organization "Yu.A. Gagarin R&T CTC", 2013. – 214 p.
2. Shukshunov, V.E. Fundamentals of Constructing a Simulation and Training Complex and Technical Facilities for Training Cosmonauts Under the Program "Russian Orbital Station" / V.E. Shukshunov, V.V. Yanyushkin. – Moscow: Innovative Mechanical Engineering, 2024. – 224 p.
3. Catalog of Monitoring and Control Panels for Training Cosmonauts Developed and Created by the OOO "Center for Simulator Construction and Personnel Training" (1979–2013). – Moscow, 2013. – 25 p.
4. Shevchenko, L.E. Ways to Improve the Structure of the Information Display System of the PKU Training Complex of the RS ISS / L.E. Shevchenko, V.V. Batrakov. – Psychology of

Labor, Engineering Psychology and Ergonomics, 2014 (St. Petersburg, July 3–5, 2014). – St. Petersburg: Interregional Ergonomic Association, 2014. – P. 390–395.

5. Batrakov,V.V. Information Support of the Interdepartmental Examining Board While Training Sessions on the ISS RS Simulator Complex / V.V. Batrakov, V.N. Saev, T.Yu. Malikova // Manned Spaceflight. – 2019. – No 3(32). – P. 37–46.
6. Patent No 2734151 Russian Federation, IPC G09B 9/52 (2006.01), G09B 9/52 (2020.05). Visual Information Processing and Display System for Monitoring and Control Panels of Space Simulators: No 2020103772: Application 2020. 01.29: publ. 2020.10.13 / V.I. Bragin, V.V. Batrakov. – 15 p. – Text: direct.
7. Batrakov, V.V. Use of the Visual Information Processing and Display System as Part of the Monitoring and Control Panel of the ISS RS Simulator Complex / V.V. Batrakov, V.I. Bragin // Manned Spaceflight. – 2019. – No 3(32). – P. 57–67.
8. Batrakov, V.V. Structure and Management Functions of the System Displaying Information of the Simulator Complex of the International Space Station Russian Segment / V.V. Batrakov, V.I. Bragin, V.N. Saev // Manned Spaceflight. – 2022. – No 1(42). – P. 50–69.
9. Transfer of Technology when Creating of Simulators and Training Complexes for Orbital Stations / V.V. Batrakov, Yu.B. Sosyurka, S.P. Suprun, B.N. Nefedov // Manned Spaceflight. – 2024. – No 2(51). – P. 19–34.
10. GOST R 50923-96. Displays. Operator's Workplace. General Ergonomic Requirements and Requirements for the Production Environment. Measurement Methods: National Standard of the Russian Federation: Official Publication: Approved and Put into Effect by Resolution No 451 of the State Standard of Russia Dated July 10, 1996: First Introduced: Date of Introduction 1997-07-01 / Developed by the Scientific Center for Social and Industrial Problems of Labor Protection. – Moscow: Standartinform, 1997. – 10 p. – Text: direct.