

УДК 658.336 : 658.7

**В.П. БАБАК, И.А. ЖУКОВ, В.И. МОРЖОВ**

*Национальный авиационный университет, Украина*

## **ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО СОСТАВА ОБОРУДОВАНИЯ ТРЕНАЖЕРНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ НАЦИОНАЛЬНОГО АВИАЦИОННОГО УНИВЕРСИТЕТА**

Рассматриваются вопросы построения в Национальном авиационном университете (НАУ) тренажерного комплекса (ТК) для обучения студентов, которые овладевают специальностями летной и технической эксплуатации бортовых систем воздушного судна (ВС). Предлагается ТК разрабатывать на базе современной цифровой вычислительной техники и аппаратуры беспроводной многоканальной связи (БМС).

**воздушное судно, авиационный тренажер, тренажерный комплекс, мультимедийная обучающая программа, специализированный тренажер, имитатор динамики полета, рабочее место инструктора, беспроводная многоканальная связь**

### **Введение**

В настоящее время в Национальном авиационном университете (НАУ) на базе Аэрокосмического института возобновлена подготовка специалистов по эксплуатации ВС гражданского назначения. Ранее в рамках этого высшего учебного заведения уже велась подготовка студентов-бортинженеров, которая была прекращена из-за реорганизации Аэрофлота СССР и отсутствия заявок на этих специалистов из вновь появившихся авиакомпаний. За последние 15 лет в связи с изменением структуры гражданской авиации и числа авиационных компаний в Украине существенно изменился и парк авиационной техники, как по количеству, так и по качеству. В составе этого парка появились новые ВС и ВС зарубежного производства. Следует отметить, что с внедрением лизинговых схем приобретения ВС отечественного производства украинские авиакомпании начали активно обновлять свои авиапарки, самый большой успех в этом направлении на сегодняшний день имеет программа освоения самолета АН-140.

Эта новая авиационная техника оснащена сложными бортовыми комплексами, которые упрощают пилотирование ВС и обеспечивают качество и безопасность полетов, что позволило уменьшить коли-

чество членов экипажа ВС до двух человек. Своевременное использование и грамотная летная эксплуатация такой новой техники в производственных условиях авиакомпаний Украины может быть осуществлена только высококвалифицированными специалистами. Обеспечение безопасности полетов и эффективное использование ВС в значительной мере определяется профессионализмом каждого пилота экипажа ВС. По статистическим данным ИКАО свыше 80% всех летных происшествий и предпосылок к ним происходят по вине членов экипажа ВС, т.е. за счет так называемого человеческого фактора.

Все это определяет повышенные требования к уровню профессиональной подготовки каждого члена экипажа ВС, что особенно важно во время принятия решений, как в штатных, так и аварийных ситуациях при пилотировании ВС, когда от скорости и точности выполнения операций летчика зависит безопасность полета. В то же время, с учетом уменьшения количества членов экипажа, значительно возрастает степень ответственности каждого члена экипажа за выполненные действия, потому что ошибка одного пилота при выполнении самой простой операции может привести к нарушению устойчивости функционирования бортовой системы ВС и к аварийной ситуации.

Решение такой важной проблемы, как подготовка специалистов по летной и технической эксплуатации ВС гражданского назначения, специалисты видят как в усовершенствовании процесса профессионального отбора будущих специалистов из числа потенциальных кандидатов с учетом их психофизических характеристик, так и в совершенствовании системы профессиональной подготовки студентов для деятельности в производственных условиях при различных ситуациях пилотирования.

Если раньше при подготовке специалистов по летной эксплуатации в основном делали упор на обучение в реальных условиях полета, то в настоящее время для обучения разных специалистов и для поддержания их профессионального уровня имеет место широкое использование различных компьютеризованных технических средств, которые позволяют отрабатывать все необходимые операции для эксплуатации бортовых систем ВС в наземных условиях. Такие технические средства – тренажеры не только моделируют в наземных условиях движение ВС, воспроизводят функционирование его бортовых систем и работу наземного оборудования, которое обеспечивает «полет» в зоне аэродрома в штатных режимах движения. На тренажере во время тренировки экипажа можно воспроизвести аварийные ситуации ВС, которые в реальных условиях реализовать не представляется возможным из соображений безопасности полета. Следует отметить, что чем совершеннее такие технические средства, тем большая часть Программы обучения пилота на конкретный тип ВС может быть отработана обучающимся в наземных условиях на тренажере данного типа ВС.

Такие тренажеры в настоящее время нашли широкое применение в центрах подготовки пилотов ВС для начального обучения, повышения профессиональных навыков, при переучивании пилота на другой тип ВС, регулярных проверок профессиональных навыков при пилотировании экипажем ВС конкретного типа, а также для отработки взаимодействия членов экипажа при «пилотировании» ВС

как в штатных условиях, так и в сложных метеоусловиях или в аварийных ситуациях и т.д.

Следует отметить, что в странах с развитой авиационной промышленностью и с большим числом авиакомпаний, которые обеспечивают летную эксплуатацию ВС различного типа, в учебных центрах широко используются различные компьютеризованные технические средства при тренировках специалистов, что позволяет в наземных условиях отрабатывать до 90 – 95% упражнений Программы подготовки конкретного члена экипажа ВС, оставшиеся 5 – 10% упражнений Программы отрабатываются в реальных полетах ВС конкретного типа.

Широкое использование технических средств при подготовке специалистов по эксплуатации бортовых систем ВС в наземных условиях позволяет [5, 6] уменьшить количество летных происшествий и предпосылок к ним при эксплуатации ВС в реальных условиях; гарантировать безопасность тренировок студентов; уменьшить себестоимость обучения студентов; отрабатывать экипажем нештатные аварийные режимы «пилотирования» ВС и т.д.; применять индивидуальные методы подготовки пилотов ВС.

Таким образом, актуальной является задача своевременной разработки и внедрения в учебный процесс подготовки студентов НАУ различных компьютеризованных технических средств, особенно для новых типов ВС, которые создаются предприятиями Украины.

### **Тренажерный комплекс НАУ и его задачи в деле обучения**

Авиационный тренажер (АТ) является сложным и дорогостоящим учебно-тренировочным средством по летной и технической эксплуатации бортового оборудования ВС. Поэтому очень важно правильно определить оптимальный состав оборудования тренажерного комплекса (ТК), который бы обеспечивал подготовку разных специалистов для авиационной отрасли страны при минимальных финансовых затратах на создание такого ТК.

Следует отметить, что в настоящее время в Украине отсутствуют специализированные предприятия, деятельность которых ориентировалась бы на разработку различных АТ для практической подготовки специалистов по эксплуатации новых типов ВС, что усложняет освоение новой авиационной техники в производственных условиях. Свидетельством этому является то, что в авиакомпаниях Украины на протяжении ряда лет эксплуатируется порядка десяти новых самолетов АН-140, в то же время еще ни одного тренажера для этого типа самолета не разработано и не поставлено в учебные центры, где осуществляют подготовку будущих специалистов по эксплуатации самолета АН-140.

С учетом вышеизложенного можно сделать следующее заключение: исходя из реальных условий в нашей стране всю необходимую техническую базу для практической тренажерной подготовки студентов НАУ целесообразно создавать силами сотрудников НАУ, специалистов АНТК им. О.К. Антонова и ХДАПП (г. Харьков). Такая кооперация специалистов университета и производственных организаций, производящих современные ВС, позволит успешно решить задачу разработки эффективных АТ как составных частей ТК на базе производственных площадей НАУ.

Наряду с этим необходимо правильно определить оптимальный состав оборудования и структуру ТК для практической подготовки студентов. Традиционный подход при создании тренажерной техники, когда для каждого типа ВС создавался свой КТ, является в настоящее время неприемлемым, так как малая серия таких тренажеров существенно увеличивает их стоимость, что неприемлемо для учебного заведения. В то же время специализированные тренажеры данного типа ВС не обеспечивают полную отработку технологического процесса по эксплуатации бортовых систем ВС.

Решение этой задачи может быть найдено при многократном использовании оборудования ТК в составе различных тренажеров ВС.

Так, в соответствии с этим принципом построения ТК предусматривается создание специализированных тренажеров рабочих мест пилотов различных ВС как основной технической базы для обучения студентов, которые при интегрировании с базовым оборудованием ТК переоборудуются в КТ конкретного типа ВС. Такая интеграция возможна с использованием модульного принципа построения специализированных тренажеров, имитаторов наземного вспомогательного оборудования и рабочих мест инструкторов-пилотов, а также устройств беспроводной многоканальной связи (БМС), которая обеспечивает передачу информации между этим оборудованием.

Состав оборудования ТК определяется теми задачами и упражнениями, которые студенты НАУ, овладевающие специальностями по эксплуатации бортового оборудования ВС, должны изучать и отрабатывать в наземных условиях.

Опыт подготовки пилотов-бортинженеров ВС в университете показывает, что структура упражнений Программы подготовки специалистов по летной и технической эксплуатации ВС гражданского назначения может быть представлена в виде следующих блоков:

- теоретическое изучение и начальная практическая подготовка студентов к работе с системами ВС;
- практическая подготовка студентов на СТ РМП конкретного типа ВС;
- практическая подготовка студентов на КТ конкретного типа ВС;
- практическая подготовка студентов в условиях реальных полетов конкретного типа ВС.

Как видим, состав оборудования ТК должен обеспечивать выполнение студентами всех видов занятий в соответствии с тремя первыми блоками Программы подготовки специалистов по эксплуатации бортового оборудования ВС.

Таким образом, основными задачами ТК в деле обучения студентов НАУ следует считать:

— качественное моделирование технологии эксплуатации бортовых систем ВС конкретного типа в наземных условиях (подготовка к полету, проверка работоспособности систем и т.д.) для проведения практической подготовки студентов, овладевающих специальностью технической эксплуатации ВС;

— качественное моделирование технологии эксплуатации бортовых систем ВС в динамическом режиме функционирования при выполнении «полета» ВС для практической подготовки студентов, овладевающих специальностью летной эксплуатации ВС;

— обеспечение надежного функционирования оборудования ТК;

— уменьшение себестоимости одного часа эксплуатации единицы тренажерного оборудования;

— обеспечение многофункциональности построения ТК;

— обеспечение модульности структуры ТК;

— обеспечение унификации оборудования ТК.

С учетом вышесказанного состав оборудования ТК можно условно подразделить на следующие группы:

1. Аппаратные и программные средства компьютеризированного класса для теоретической и начальной практической подготовки студентов, изучающих и приобретающих навыки взаимодействия с бортовыми системами ВС.

2. Оборудование специализированных тренажеров разных типов ВС для практической подготовки студентов, изучающих технологию эксплуатации определенной бортовой системы ВС в соответствии с руководством по летной эксплуатации (РЛЭ) ВС конкретного типа.

3. Базовое оборудование, обеспечивающее переоборудование СТ РМП конкретного типа ВС в комплексные тренажеры.

Если первая группа оборудования в основном используется для теоретической подготовки студентов, то вторая и третья группы оборудования необ-

ходимы для практической подготовки студентов на разных этапах обучения.

### **Тренажер индивидуальной подготовки студентов как составная часть ТК**

Тренажер индивидуальной подготовки (ТИП) предназначен для теоретической и начальной практической подготовки студентов на начальных этапах обучения. Этот тренажер позволяет студенту ознакомиться с оборудованием кабины ВС, размещением приборов, панелей с органами управлений и их геометрической формой, которые отображаются на экране дисплея. Цифровые имитаторы бортовых систем, которые моделируются в тренажере, обеспечивают обучающемуся возможность отрабатывать технологию работы с системами бортового оборудования конкретного типа ВС в соответствии с РЛЭ. Особенностью такого технического средства является наличие предэкранной сенсорной панели, которая позволяет контактным способом вводить управляющие команды в имитаторы бортовых систем, реализуемых в ТИП. Такой способ взаимодействия обучающегося с органами управления конкретной бортовой системы, которые размещены на экране цветного дисплея в виде видеомоделей, приближает технологию взаимодействия пилота с реальными органами управления системы и отвечает требованиям обучающихся относительно реальности процесса управления системами ВС.

Принцип действия такого ТИП заключается в следующем. Все необходимые цифровые модели и исходная информация о бортовых системах конкретного ВС в виде программного обеспечения переписывается с компакт-диска в ОЗУ ПВМ, где и сохраняется. На экране цветного дисплея отображаются видеомодели панелей и щитков (например, топливной системы) с приборами, органами управления в том же порядке, который они имеют на щитках и панелях в кабине реального ВС.

Для того, чтобы ввести управляющую команду в какой-нибудь цифровой имитатор бортовой систе-

мы, которая размещена в памяти ПВМ, обучающемуся достаточно пальцем руки дотронуться до места размещения на видеомодели конкретного органа управления, которая отображена на дисплее, в результате чего информация о состоянии органа управления поступает в память цифровой машины, после обработки этой информации на экране дисплея состояние его изменяется (например, изменяется положение тумблера или загорается лампочка и т.д.). При этом динамика функционирования бортовой системы наблюдается по приборам, где изменяются положения стрелок или меняется цифровая индикация (например, расход топлива и т.д.). Если при этом функционирование реальной бортовой системы сопровождается акустическими эффектами, то в имитаторе этой системы также воспроизводится акустический шум требуемого спектра, который выводится через звуковую карту ПВМ на аудио-блок, в состав которого входят звуковые колонки с усилителем. В состав ТИП входит система контроля знаний обучающегося, что расширяет методические возможности такого технического средства для теоретической и начальной практической подготовки пилотов ВС [2].

Модульный принцип построения такого ТИП обеспечивает универсальность и гибкость при модернизации и наращивании его методических возможностей, а также обеспечивает сокращение затрат на техническую эксплуатацию такой техники. Следует отметить, что аппаратные средства ТИП – это серийное оборудование средств современной вычислительной техники. Таким образом, создание такого ТИП заключается в разработке прикладного программного обеспечения для цифровой имитации функционирования бортовых систем ВС.

В состав оборудования ТИП входят: ПОМ со стандартным комплектом аппаратных и программных средств; цветной дисплей с экраном 17 – 19 дюймов; устройство для чтения информации с лазерных дисков; сенсорная предэкранная панель; аудио-блок; комплект лазерных дисков с программным обеспечением и массивами информации по моделям бор-

товых систем ВС конкретного типа; комплект лазерных дисков с мультимедийной обучающей программой (МОП) для конкретного типа ВС.

**Мультимедийная обучающая программа как составная часть ТИП.** Мультимедийная обучающая программа (МОП) предназначена для самостоятельного изучения в интерактивном режиме конструкции, принципов построения и работы бортовых систем, а также для отработки технологии взаимодействия с ними на разных режимах полета в соответствии с руководством по летной эксплуатации ВС конкретного типа.

Это компьютеризированное учебное пособие может быть успешно использовано при обучении и тренировках пилотов ВС в соответствии с программой подготовки этих специалистов для производственной деятельности, а также специалистов авиационно-технических баз по эксплуатации бортовых систем и агрегатов ВС конкретного типа.

МОП имеет модульную структуру, т.е. каждая бортовая система ВС или какой-либо технологический процесс реализуется в программе в виде самостоятельного программного модуля, что обеспечивает гибкость использования материала в учебном процессе особенно при индивидуальной подготовке специалистов, как по летной, так и по технической эксплуатации систем ВС.

Каждый модуль бортовой системы в соответствии с РЭЛ ВС имеет следующую структуру:

- краткое описание конструкции и принципа работы бортовой системы;
- эксплуатационные ограничения;
- технология нормальной эксплуатации бортовых систем;
- возможные неисправности агрегатов бортовой системы;
- текст-контроль степени усвоения теоретического материала по бортовой системе;
- практическая подготовка.

МОП состоит из 52 модулей. Программа мультимедийная, т.е. для описания конструкции и прин-

ципа функционирования любой системы используется три вида информации: текст, видеоизображение и звуковое сопровождение.

Программа позволяет:

- изучать конструкцию, принцип построения, размещение в кабине и функционирование приборного оборудования ВС;
- изучать конструкцию агрегатов и систем как составных частей ВС;
- изучать техническую эксплуатацию бортовых систем ВС как в штатных режимах, так и при отказах отдельных агрегатов;
- изучать и отрабатывать технологию взаимодействия специалистов с бортовыми системами в соответствии с РЭЛ и другими нормативными документами ВС;
- осуществлять оперативный контроль путем тестирования знаний обучаемого по изучаемой теме.

МОП разработана на русском языке с использованием следующих документов:

- руководство по летной эксплуатации ВС;
- руководство по технической эксплуатации ВС;
- описание конструкции, узлов и агрегатов ВС;
- программа подготовки пилотов ВС конкретного типа;
- программа подготовки специалистов по технической эксплуатации бортовых систем ВС.

Программа размещается на лазерных компакт-дисках CD-ROM.

Для использования МОП в учебном процессе необходимы следующие аппаратные средства цифровой вычислительной техники: ПВМ с производительностью процессора не ниже 2МГц и операционной системой Windows любой версии; цветной дисплей с экраном не менее 17 дюймов, устройство для чтения информации с лазерных дисков CD-ROM, аудио-блок, а также манипулятор типа «мышь» или предэкранная сенсорная панель дисплея.

Интерактивное взаимодействие обучаемого с МОП осуществляется при помощи манипулятора

«мышь» или предэкранной панели дисплея, благодаря которым обучающиеся вводят управляющие команды в МОП и экрана дисплея для отображения графической и текстовой информации, а также аудио-блока для вывода звукового сопровождения программы.

### **Специализированный тренажер рабочего места пилота ВС как составная часть ТК**

Специализированный тренажер рабочего места пилотов (СТ РМП) ВС предназначен для детального изучения технологии работы пилота с конкретной бортовой системой в динамическом режиме функционирования в соответствии с РЛЭ определенного типа ВС и приобретения моторных навыков при взаимодействии с реальными органами управления бортовой системы, получения информации от реальных приборов в кабине.

В состав оборудования СТ РМП ВС входят:

- физический макет внутри кабинного оборудования в масштабе 1:1;
- производительная ПВМ;
- система информационного обмена;
- системное и прикладное программное обеспечение с динамическими моделями функционирования бортовых систем конкретного ВС;
- системы беспроводной многоканальной связи.

Количество СТ РМП ВС определяется потребностью наземных тренировок с целью изучения технологии работы с бортовым оборудованием конкретного типа ВС.

СТ РМП ВС может функционировать как в автономном режиме, так и в интегрированном режиме совместно с базовым оборудованием ТК, являясь составной частью комплексного тренажера ВС данного типа. Вид занятия и загрузка СТ РМП ВС определяется программой подготовки пилотов для конкретного типа ВС. В случае необходимости СТ РМП ВС могут устанавливаться на подвижную платформу универсального динамического стенда

(УДС) имитатора перегрузок ВС, что значительно расширяет тренировочные динамические характеристики на таком КТ. На базе СТ РМП ВС начинают отрабатывать взаимодействие пилотов как членов экипажа ВС в соответствии с РЛЭ. СТ РМП ВС может разрабатываться как с открытой, так и с закрытой кабиной. Размещается на бетонном полу помещения и может на колесах свободно перемещаться по залу.

### **Состав оборудования и структура тренажерного комплекса с беспроводной многоканальной связью**

Все оборудование ТК для практической подготовки студентов условно можно подразделить на базовое и мобильное, которое может оперативно заменяться в процессе эксплуатации с учетом организации учебного процесса.

Базовое оборудование – это неизменная часть КТ, которое стационарно устанавливается в определенном месте и совместно с оборудованием какого-либо специализированного тренажера создает КТ для конкретного типа ВС. Оборудование специализированного тренажера подключается через аппаратуру беспроводной многоканальной связи (БМС) к интерфейсу базового оборудования. Т.е., если в ТК находятся, например, пять специализированных тренажеров РМП разных типов ВС, то при последовательной интеграции с этими специализированными тренажерами мы будем иметь возможность выполнять тренировки на пяти комплексных тренажерах. Как видим, имеет место улучшение эффективности использования оборудования ТК при существенном уменьшении его объема, что, в конечном счете, снижает себестоимость подготовки каждого специалиста.

В состав базового оборудования ТК должны входить:

- компьютеризированные рабочие места инструкторов (РМИ) (в соответствии с числом членов экипажа ВС конкретного типа);
- система объективного контроля за процессом тренировки экипажей при выполнении задания;

- самолетное переговорное устройство (СПУ);
- имитатор перезагрузок;
- имитатор визуальной обстановки (ИВО);
- имитатор динамики полета (ИДП);
- система диагностики состояния аппаратных средств ТК;
- система электропитания и аварийного отключения оборудования ТК;
- имитатор системы посадки;
- имитатор радиолокационной обстановки в зоне аэродрома и т.д.

Рабочее место инструкторов является центральным звеном базового оборудования ТК, в состав которого входят:

- высокопроизводительная цифровая вычислительная станция;
- два цветных дисплея, один из которых имеет сенсорную предэкранную панель для ввода управляющих команд контактным путем;
- пакет прикладных программ с видеомоделями щитков и приборов кабинного оборудования ВС конкретного типа и т.д.
- один видеомонитор для визуального контроля работы имитатора визуальной обстановки;
- систему диагностики состояния аппаратных средств ТК;
- самолетное переговорное устройство (СПУ);
- система информационного обмена (СИО);
- аппаратура беспроводной многоканальной связи;
- пульт с системой электропитания и аварийного отключения ТК.

Структура такого РМИ может быть представлена следующим образом (рис. 1).

Структурная схема ТК может быть представлена в следующем виде (рис. 2). Как видно из рис. 2, структура МПК имеет аппаратуру беспроводной многоканальной связи для передачи информации от специализированных тренажеров ВС различного типа к базовому с РМИ оборудованию.

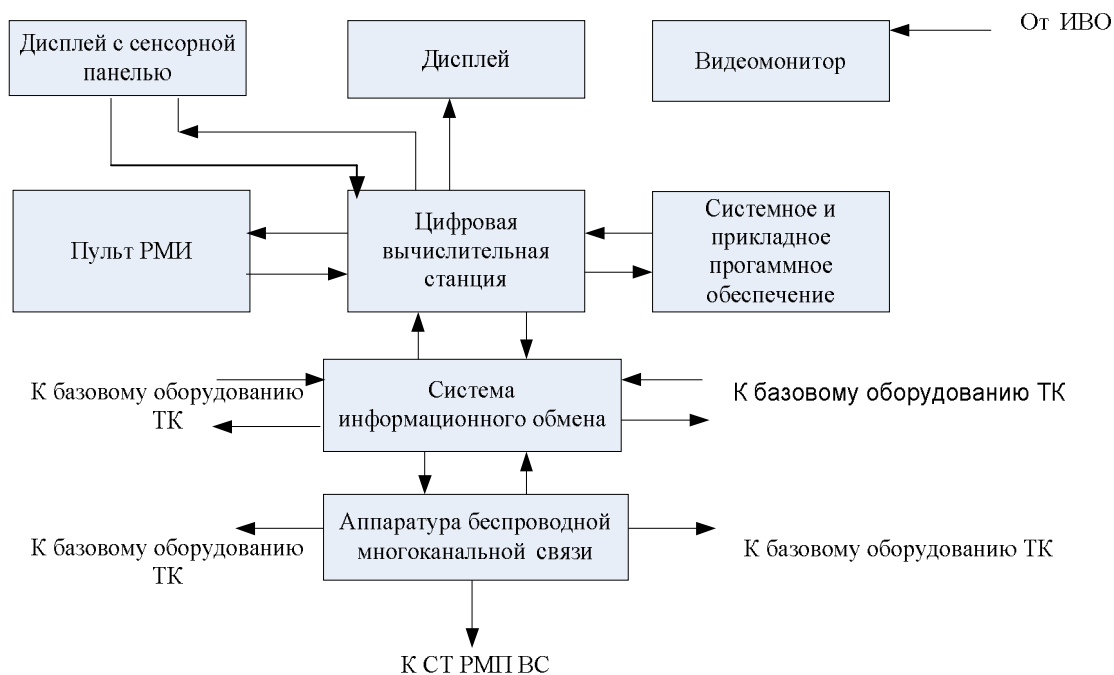


Рис. 1. Структура РМП ТК

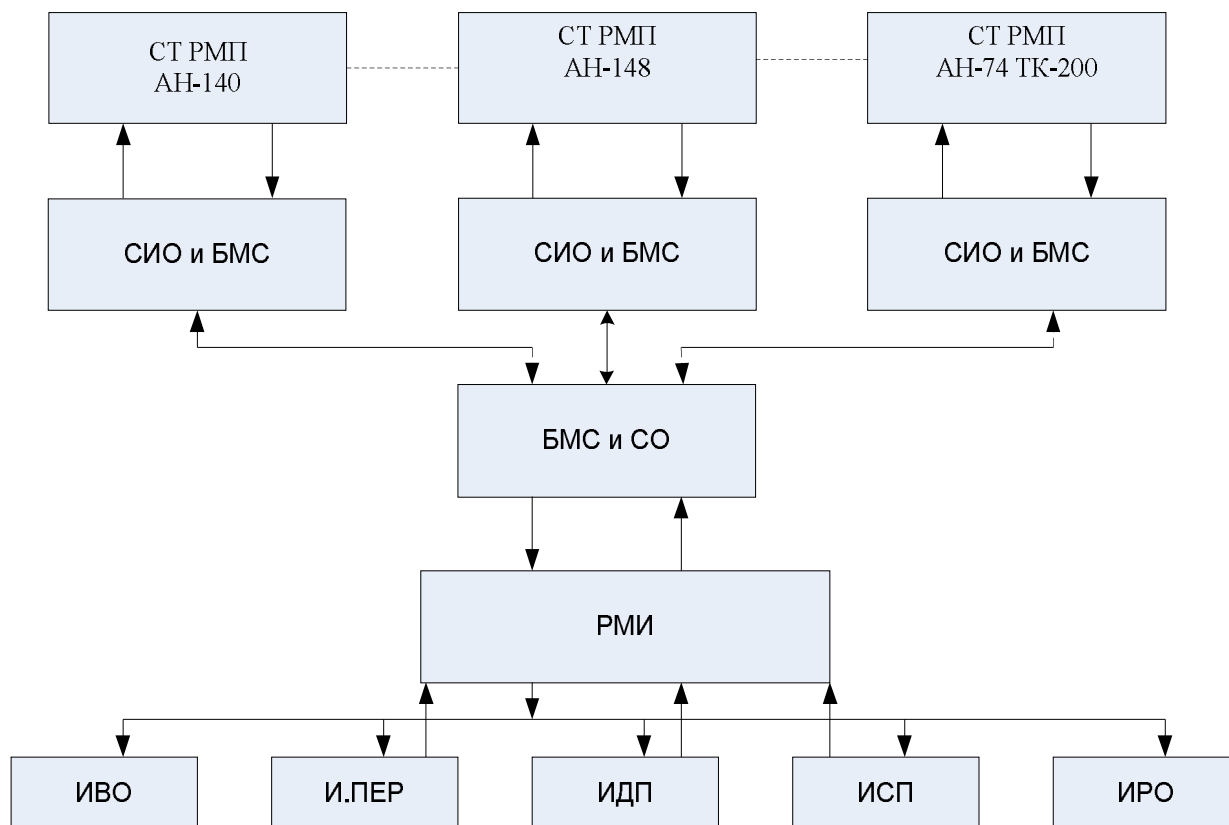


Рис. 2. Структурная схема ТК:

СТ РМП АН-140 – специализированный тренажер рабочего места пилота (РМП) самолета АН-140;

СТ РМП АН-148 – специализированный тренажер РМП самолета АН-148;

СТ РМП АН-74ТК-200 – специализированный тренажер РМП самолета АН-74ТК-200;

СИО – система информационного обмена; БМС – беспроводная многоканальная связь;

РМИ – рабочие места инструкторов-пилотов; ИВО – имитатор визуальной обстановки;

ИПЕР – имитатор перегрузок; ИДП – имитатор динамики полета;

ИСП – имитатор систем посадки; ИРО – имитатор радиолокационной обстановки



Связь ИВО, И.Пер, ИДП, ИСП, ИРО организуется при помощи электрических кабелей. Такая структура обеспечивает гибкость при комплексировании оборудования для обеспечения тренировок пилотов на комплексном тренажере конкретного типа ВС (АН-140, АН-148 и т.д.).

### Выводы

Создание тренажерного комплекса в НАУ позволит решить задачу обеспечения техническими средствами наземной подготовки студентов НАУ, которые овладеют специальностями как летной, так и технической эксплуатации бортового оборудования и ВС. Наряду с этим, этот ТК может широко использоваться всеми авиакомпаниями Украины в качестве учебно-тренажерного центра, где пилоты этих авиакомпаний могут систематически поддерживать свой профессиональный уровень, а также выполнять периодические сезонные тренировки пилотирования ВС. Многопрофильность ТК позволяет:

1. Обеспечить компьютеризированными техническими средствами теоретическую подготовку студентов НАУ и пилотов авиакомпаний. Класс ТИП обеспечивает использование индивидуальных методов обучения пилотов, мультимедийных учебных пособий, оперативную систему контроля степени усвоения обучающимся изучаемого материала.

2. Обеспечивать приобретение практических навыков обучающимся по взаимодействию с бортовыми системами через реальные органы управления и имитаторы приборного оборудования, размещенных на панелях и щитках ВС.

3. Обеспечивает приобретение студентом навыков и отработку технологии пилотирования ВС при выполнении функциональных обязанностей конкретного члена экипажа при тренировках на комплексном тренажере.

4. Гибко сформировать структуру ТК в зависимости от заявок на проведение тренировочных занятий.

### Литература

1. Морзов В.І. Призначення і класифікація авіаційних тренажерів та моделювальних комплексів. – К: КМУЦА, 1998 – 71 с.

2. Бабак В.П., Максимов В.О., Жуков І.А., Морзов В.І. Стан та тенденції вдосконалення технічних засобів для теоретичної та практичної підготовки пілотів в Україні // Стратегія розвитку України. – К.: НАУ, 2004. – С. 314-322.

3. Morzov V.I., Zhykov I.A. Main Directions in the Development of Modern Technical Means of Instructions for Aircraft Pilot Training // Вісник НАУ. – 2003. – № 2. – С. 122-125.

4. Бабак В.П., Жуков И.А., Морзов В.И., Харченко В.П. Новая концепция построения многопрофильного тренажерного комплекса для подготовки пилотов Воздушных судов // Збірник наукових праць інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова. Спеціальний випуск. – К.: ІПМЕ, 2004. – Т. 1. – С. 3-13.

5. Годунов А.И. Меерович Г.В. Авиационные тренажеры и безопасность полетов. – М.: Воздушный транспорт, 1990. – 298 с.

6. Красовский А.А. Основы теории авиационных тренажеров. – М: Машиностроение, 1995. – 303 с.

7. Лапшин Э.В и др. Проблемы развития авиатренажеростроения // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 1999. – № 3 – С. 33-39.

*Поступила в редакцию 31.01.2006*

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. В.Н. Азарсков, Национальный авиационный университет, Киев.