

УДК 623.618

А. С. КУЛИК, К. Ю. ДЕРГАЧЕВ

Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «ХАИ», Украина

ПРИНЦИПЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛАБОРАТОРНОГО ФОНДА КАФЕДРЫ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ И НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Рассмотрены принципы построения лабораторной базы кафедры систем управления летательными аппаратами. Среди принципов формирования лабораторной базы предложены: ориентированность на достижение компетенций, ориентированность на фронтальный метод обучения, возможность проведения научных исследований, натурность рассматриваемых моделей и явлений. Проанализирована реализация этих принципов в лабораториях кафедры.

Ключевые слова: системы управления летательными аппаратами, овладение компетенциями, подготовка квалифицированных специалистов, проведение научных экспериментов.

Введение

В настоящее время подготовка специалистов в области авиации и ракетно-космической техники представляет собой сложную проблему высшего образования, связанную с необходимостью обеспечения не только теоретических знаний обучаемых, но и в основном – обеспечении овладения ими требуемыми компетенциями. Другой важной проблемой высшей школы является подготовка высококвалифицированных научных кадров в области технических наук, владеющих методологией моделирования систем и способных осуществлять натурные или полунатурные эксперименты, с целью подтверждения адекватности математических моделей. Все это в полной мере относится к кафедре «Систем управления летательными аппаратами» Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», ведущей подготовку по направлениям подготовки «Авионика», «Аэронавигация», «Системная инженерия».

Задачи подготовки квалифицированных специалистов в этих направлениях подготовки, обуславливаются необходимостью обеспечения высокого уровня компетенций, несмотря на уменьшающийся уровень базовых знаний обучаемых, вызванных существенным ежегодным общим снижением знаний обучаемых, получаемых в средней школе и достигаются в ходе выполнения лабораторных занятий.

Поэтому актуальной научной проблемой является достижение необходимого уровня компетенций студентами кафедры систем управления ЛА, определяемыми требованиями потенциальных работодателей в условиях снижающегося уровня базовых

знаний и в условиях ограниченности времени на подготовку специалиста.

Потенциальными работодателями специалистов, подготовленных кафедрой являются НПП «Хартрон-Аркас», НПП «Хартрон-Плант», НПП «Хартрон-Экспресс», ГНПП «Коммунар», ГП «Украерорух» и др. [1].

Ориентированность потенциальных работодателей на компетенции специалистов, а также овладения методологией экспериментальных исследований аспирантами, обеспечения возможности проведения научных исследований предъявляют существенные требования к лабораторной базе кафедры, ее организации, методологии построения и использования.

Постановка задачи исследования

Рассмотрим принципы использования и организации лабораторной базы кафедры «Систем управления летательными аппаратами». С точки зрения педагогической науки основными принципами организации лабораторной базы являются [1,2,6]:

- ориентированность на приобретение конкретной компетенции в ходе лабораторной работы;
- использование фронтального метода проведения лабораторных занятий;
- возможность проведения научных исследований по тематике кафедры;
- обеспечение натурности моделирования, т.е. обеспечение близости изучаемых моделей и явлений реальным объектам и физическим явлениям;
- ориентированность на конечный результат.

Ориентированность на приобретение конкретной компетенции отражает принцип практической

направленности обучения, который лежит в основе всего учебного процесса на кафедре систем управления.

В качестве основного метода проведения занятий выбран фронтальный метод, при котором студенты выполняют одновременно одну лабораторную работу на нескольких рабочих местах под руководством преподавателя. Этот метод наиболее эффективен при подготовке бакалавров по направлениям подготовки и накладывает существенные требования на организацию лабораторной базы кафедры, как способности обеспечения нескольких рабочих мест для проведения одного лабораторного занятия для целой группы студентов. Благодаря использованию фронтального метода достигается высокая эффективность проведения лабораторного занятия за счет того, что во время выполнения лабораторной работы студент находится в специфической среде обучения и получает помощь не только от преподавателя, но и других студентов, которые параллельно выполняют с ним действия по выполнению лабораторного практикума.

Лаборатория кафедры должна позволять проводить научные исследования по тематике кафедры, а также разрабатывать новые лабораторные стенды, для приобретения новых компетенций обучаемых.

Ориентированность на конечный результат предполагает, что в качестве конечного продукта выполнения лабораторного практикума, курсового проекта студент не только получает компетенцию, но производит реальный объект – прототип технической системы. В качестве такого прототипа могут выступать модели технических устройств, программное обеспечение, микропроцессорные системы управления и другие объекты, которые непосредственно производятся студентами в ходе лабораторного практикума, курсового проектирования, научных исследований с использованием лабораторного оборудования кафедры.

Необходимо отметить, что каждому лабораторному занятию предшествует практическое занятие, на котором студенты изучают методику проведения предстоящей лабораторной работы, методы расчета параметров и измеряемых физических величин, методы обработки результатов экспериментов, необходимых при выполнении лабораторной работы.

Рассмотрим реализацию этих принципов при организации лабораторной базы кафедры систем управления летательными аппаратами.

Структура лабораторной базы кафедры

Структурно лабораторная база кафедры включает следующие учебно-научные лаборатории:

- лаборатория объектов автоматического

управления;

- лаборатория датчиков электронных устройств;
- лаборатория сервоприводов и исполнительных устройств;
- лаборатория проектирования систем управления;
- лаборатория автоматического управления;
- лаборатория цифровых управляющих комплексов;
- лаборатория авионики;
- лаборатория проектирования цифровых управляющих комплексов;
- лаборатория компьютерных обучающих программ;
- лаборатория проектирования электронных устройств;
- лаборатория навигации транспортных средств.

Использование лабораторной базы кафедры для подготовки специалистов в области систем управления

Лаборатория объектов автоматического управления предназначена для проведения физического, аналитического (математического) моделирования процессов функционирования объектов, систем и их агрегатов в процессе проектирования устройств и систем управления. Лаборатория обеспечивает практикум дисциплин «Машинные модели объектов автоматического управления» и «Основы моделирования», в ходе выполнения которых студенты овладевают компетенциями по оценке параметров летательных аппаратов, необходимых при синтезе систем управления.

Лаборатория оборудована уникальным экспериментальным стендом "Аэродинамическая труба" с комплектом дополнительного оборудования (рис. 1), персональным компьютером, который интегрирован со стендом и предназначен для обработки результатов экспериментов и аналитического моделирования, аэродинамических весов для определения моментов инерции твердых тел, а также системы предстартового обслуживания ракетного комплекса оперативно-тактического назначения (рис. 2).

Лаборатория датчиков электронных устройств оснащена оборудованием и стендами для проведения экспериментальных исследований:

- статических и динамических характеристик элементов систем автоматического управления (датчиков, усилителей, электронных модуляторов и демодуляторов, аналого-цифровых и цифроаналоговых преобразователей);
- гироскопических датчиков и устройств инер-

циальных систем управления объектов аэрокосмической техники (свободного гироскопа, датчика угловой скорости, гировертикали);

- характеристик курсовой системы КС-6 и принципа ее комплексирования.



Рис. 1. Лаборатория объектов автоматического управления



Рис. 2. Система предстартового обслуживания

Лаборатория оборудована автоматической системой измерения курса самолета; лабораторными установками для экспериментальных исследований:

- характеристик датчиков угловых перемещений объектов;
- характеристик датчиков угловых скоростей;
- характеристик датчиков линейных ускорений;
- характеристик систем стабилизации платформ.

Лаборатория обеспечивает выполнение лабораторного практикума по дисциплинам «Информационно-измерительные устройства», «Пилотажно-навигационные комплексы», а также выполнение курсовых и выпускных квалификационных работ (рис. 3).

В результате выполнения лабораторных работ студенты овладевают компетенциями по выбору и использованию датчиков для обеспечения функцио-

нирования систем управления, а также использованию методов обработки и преобразования информации, полученной от датчиков.



Рис. 3. Лаборатория датчиков электронных устройств

Также лаборатория укомплектована универсальными стендами со съемными блоками для изменения функционального предназначения стендов;

- контрольно-измерительная аппаратура для получения результатов экспериментов;
- иллюстративный материал (стенды, плакаты).

Лаборатория сервоприводов и исполнительных устройств предназначена для исследования статических и динамических характеристик реальных приводов систем управления летательных аппаратов (рис. 4).



Рис. 4. Лаборатория сервоприводов и исполнительных устройств

Лаборатория обеспечивает выполнение практикума по дисциплине «Приводы систем управления», а также выполнение выпускных квалификационных работ.

Лаборатория оборудована экспериментальными стендами с реальными действующими сервоприводами разного типа (пневматические, гидравлические, электрические), персональными компьютерами для обработки результатов экспериментов и аналитического моделирования, иллюстративным ма-

териалом (стендами, плакатами) и элементами конструкции сервопривода.

Лаборатория проектирования систем управления обеспечивает проведение практических занятий и лабораторных работ, выполнение курсовых и дипломных проектов бакалавров, специалистов и магистров, научно-исследовательских работ студентов, аспирантов и докторантов по дисциплинам, связанным с аналоговым и цифровым, натурным, полунатурным и компьютерным моделированием САУ (рис. 5)



Рис. 5. Лаборатория проектирования систем управления

В лаборатории проектирования систем управления студенты получают компетенции по синтезу современных систем управления летательных аппаратов.

Лаборатория оборудована универсальными стендами моделирования систем автоматического управления (САУ) на базе вычислительного комплекса, в состав которого входят микро ЭВМ, ПЧМ и аналоговые ВМ (рис. 6); экспериментальным стендом моделирования цифровых САУ, соединенного с ПК, экспериментальным стендом исследования отказоустойчивых САУ (рис. 7) [4].

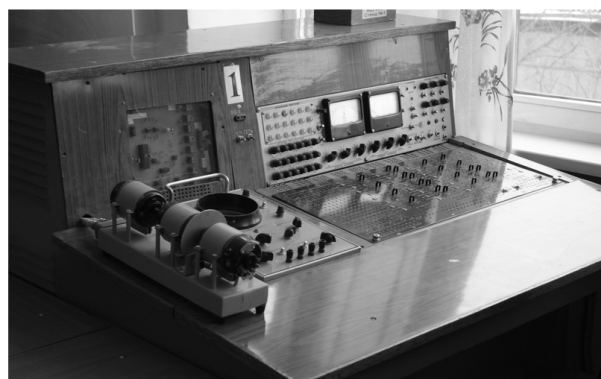


Рис. 6. Универсальный стенд моделирования систем автоматического управления

Количество стендов позволяет обеспечить

фронтальный метод обучения.

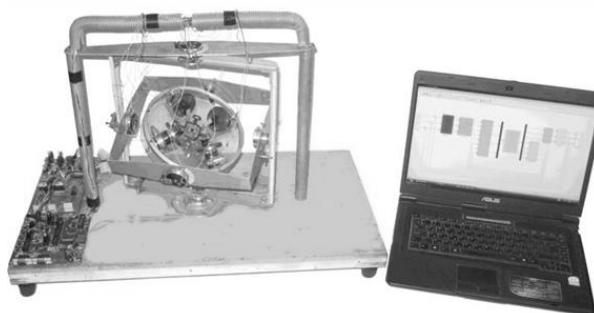


Рис. 7. Экспериментальный стенд исследования отказоустойчивых САУ.

Лабораторные стенды позволяют исследовать линейные и нелинейные, аналоговые и цифровые, устойчивые и неустойчивые САУ. Системы автоматического управления исследуются в статических и динамических режимах, с введением типовых отказов. С помощью лабораторных стендов студенты углубляют свои знания, получают навыки исследования и проектирования разнообразных САУ.

Лаборатория автоматического управления обеспечивает проведение практических занятий и лабораторных работ, выполнение курсовых и выпускных квалификационных работ бакалавров, специалистов и магистров, научно-исследовательских работ студентов, аспирантов и докторантов по дисциплинам, связанным с аналоговым и цифровым натурным, полунатурным и компьютерным моделированием САУ (рис. 8).



Рис. 8. Лаборатория автоматического управления

Лаборатория обеспечивает выполнение лабораторных практикумов по дисциплинам «Теория автоматического управления», «Цифровые системы управления», «Современная теория автоматического управления», «Основы моделирования». Лаборатория позволяет сформировать компетенции студентов аналоговому и цифровому натурному, полунатурному и компьютерному моделированию САУ, а

также решения задачи синтеза САУ.

Лаборатория оборудована универсальными лабораторными стендами, разработанными на основе аналоговой моделирующей машины МН-7М с блоками электрических двигателей, генераторов, тахогенераторов, связанными с ПК в единый контур управления; персональными компьютерами для обработки результатов экспериментов и управления электрическими двигателями в режиме моделирования цифровых САУ; демонстрационной аппаратурой для просмотра учебных фильмов.

Лаборатория проектирования цифровых управляющих комплексов обеспечивает проведение практических занятий и лабораторных работ по дисциплинам, связанным с изучением структуры и программированием микропроцессорных устройств, их использованием для построения периферийных устройств, контроллеров цифровых систем управления и автоматики, принципов построения и функционирования многоуровневых цифровых управляющих комплексов (рис. 9).

Лаборатория обеспечивает выполнение практикума дисциплин «Микропроцессорные вычислители», «Проектирование микропроцессорных устройств», «Системная интеграция», «Промышленные регуляторы». Лаборатория обеспечивает достижение компетенций по проектированию цифровых устройств управления, проектированию микропроцессорных устройств и использованию микропроцессорных устройств для управления различными техническими объектами.



Рис. 9. Лаборатория проектирования цифровых управляющих комплексов

Лаборатория оборудована автономными учебными микропроцессорными системами "Микролаб"; универсальными управляющими микроконтроллерными системами (УУМС) собственной разработки, которые работают в комплексе с ПК и предусматривают расширение количества периферийных модулей для подключения датчиков и исполнительных модулей; программными системами для визуальной

разработки программного обеспечения цифровых контроллеров с автоматической генерацией текстов программ (рис. 10).



Рис. 10. Универсальные управляющие микроконтроллерные системы

Благодаря имеющейся лабораторной базе в лаборатории проектирования цифровых управляющих комплексов был разработан целый ряд новых лабораторных установок и стендов для выпускных работ специалистов и магистров, в качестве которых необходимо назвать:

- лабораторный стенд «управляемая солнечная батарея» (рис. 12);
- управление конвейерной линией при помощи видекамеры (рис. 13);
- модель гексакоптера (рис. 11);
- лабораторный стенд управления вращением локатора радиолокационной станцией;
- лабораторный стенд управления температурным режимом помещения;
- лабораторный стенд реализации функции управления средствами регулирования перекрестка и др.



Рис. 11. Модель гексакоптера

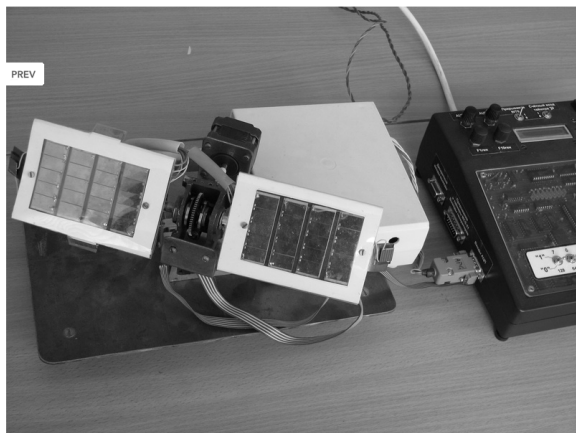


Рис. 12. Лабораторный стенд управления солнечной батареей

Лаборатория авионики обеспечивает проведение практических занятий и лабораторных работ по дисциплинам, связанным со сбором, передачей и обработкой информации на базе систем измерения угловых и линейных перемещений объектов управления, изменения их угловой скорости и линейных ускорений; обработки информации с помощью ПК и проведением экспериментальных исследований характеристик элементов и систем управления и автоматики (рис. 14).

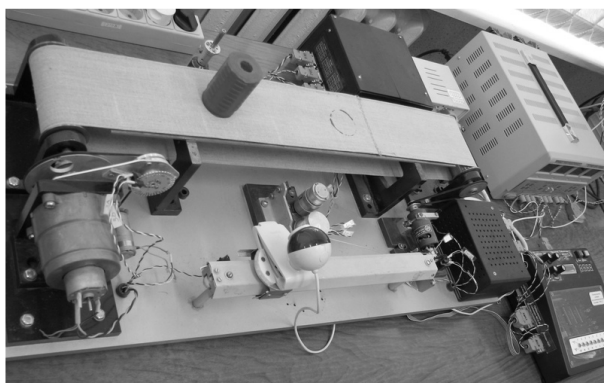


Рис. 13. Управление конвейерной линией при помощи видеокамеры

Лаборатория оборудована действующей системой стабилизации летательного аппарата, которая соединена с помощью аналого-цифрового модуля с ПК, на котором моделируется динамика объекта, и реализуются законы управления;

Лаборатория проектирования электронных устройств предназначена для выполнения лабораторного практикума и выполнения практических занятий по дисциплинам «Электроника и основы схемотехники», «Информационно-измерительные устройства», «Средства связи в системах аэронавигационного обслуживания» (рис. 15).



Рис. 14. Лаборатория авионики



Рис. 15. Лаборатория проектирования электронных устройств

Лаборатория оборудована универсальными стендами, которые позволяют выполнять все лабораторные работы фронтальным методом. Стенды состоят из наборного поля, панели управления и контроля, панелей внешней аппаратуры; измерительных устройств и генераторов (осциллографов, генераторов сигналов низкой частоты, генераторов прямоугольных импульсов, цифровых; источников постоянного и переменного токов, регулируемого и нерегулируемого напряжения; иллюстративного материала).

Лаборатория навигации транспортных средств обеспечивает проведение практических занятий и лабораторных работ по дисциплинам «Основы навигации», «Системы аэронавигационного оборудования», «Управление воздушным движением», связанным с разработкой и моделированием навигационных систем, аппаратным обеспечением компьютерных навигационных комплексов, разработкой алгоритмов и программного обеспечения для систем навигации транспортных средств (рис. 16).

Лаборатория позволяет получить студентам компетенции в решении навигационных задач, использовании современных спутниковых навигационных систем, управлении воздушным движением летательных аппаратов. В лаборатории реализован

фронтальный метод обучения за счет оборудования каждого рабочего места аппаратурой потребителя спутниковой навигации и преподавательского рабочего места с интерактивным средством обучения – доской SMART.



Рис. 16. Лаборатория навигации транспортных средств

Оборудование лаборатории навигации транспортных средств было приобретено в 2012 году в результате выполнения проекта Tempus: Коммуникационные и информационные технологии для обеспечения безопасности и эффективности транспортных потоков: европейско-российско-украинская магистерская и докторская программы по интеллектуальным транспортным системам.

Современное состояние лаборатории позволяет студентам и преподавателям кафедры создавать современные лабораторные стенды, для последующего их использования в лабораторных практикумах по различным дисциплинам. Среди таких стендов необходимо выделить:

- лабораторный стенд для изучения принципов радионавигации (рис. 17);
- лабораторный стенд для изучения обзорно-сравнительных методов навигации (рис. 18);
- лабораторный стенд управления перевернутым маятником;
- лабораторный стенд для исследования дифференциального режима работы GNSS (рис. 16) [5];
- модели шагающих роботов с нетрадиционными кинематическими и динамическими схемами;
- модели транспортных агрегатов, использующие для управления ультразвуковые датчики.

Лаборатория оборудована современными средствами спутниковой навигации GPS приемниками OEMSTAR-PTV-1HS, ESPAK-DGPS-BASE производства Novatel (Канада), оборудованными антеннами Talisman авиационными антеннами 1270-FW, 10 персональными компьютерами, программным обеспечением Novatel; программным обеспечением «Виртуальный приемник GPS-сигнала» собственной разработки, фронтальной проекционной интерак-

тивной доской SMART SB 4801V-A.

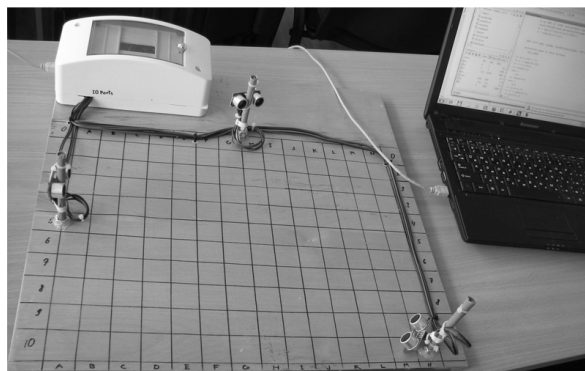


Рис. 17. Лабораторный стенд для изучения принципов радионавигации



Рис. 18. Лабораторный стенд для изучения принципов радионавигации

Заключение

В настоящее время основные компетенции студенты получают в ходе выполнения лабораторных практикумов, курсовых и практических работ по профильным дисциплинам кафедры. Такая организация учебного процесса формирует существенные требования к организации лабораторной базы кафедры.

В работе были сформулированы принципы реализации лабораторной базы кафедры систем управления летательных аппаратов, а также рассмотрена реализация этих принципов в конкретных лабораториях кафедры.

Современное состояние лабораторной базы кафедры позволяет готовить высококвалифицированных специалистов по направлениям подготовки «Авионика», «Аэронавигация», «Системная инженерия». Это подтверждается спросом на специалистов кафедры у ведущих работодателей и их отзывами, а также победами студентов кафедры на конкурсах студенческих научных работ, профильных олимпиадах по специальности.

Дальнейшее развитие лабораторной базы ка-

федры необходимо проводить в направлении создания лабораторных стендов, действующих макетов летательных и транспортных агрегатов, что позволит обеспечить практическую направленность образования и требуемый уровень овладения компетенциями.

Литература

1. *Проектирование и экспериментальная разработка систем управления объектов ракетно-космической техники. Т. 1. Проектирование систем управления ракет-носителей [Текст] : учебник / Ю. С. Алексеев, Ю. Е. Балабей, Т. А. Барышникова [и др.] ; под общей ред. Ю. С. Алексеева, Ю. М. Златкина, В. С. Кривцова, А. С. Кулика, В. И. Чумаченко. – Х. : Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского "Харьковский авиационный институт", НПП Хартрон-Аркос, 2012. – 578 с.*

2. *Chukhray, A. G. Modeling of engineering skills acquirement process via dynamic Bayesian nets [Text] / A. G. Chukhray, S. I. Pedan, Ie. S. Vagin // In Proceedings of the East-West Fuzzy Colloquium, Germany, Zit-*

tau, IPM, 2010. – P. 257-263.

3. *Kulik, A. S. Providing active fault-tolerance of satellite orientation and stabilization systems [Text] / A. S. Kulik, Q. T. Do, S. N. Firsov // Scientific and technical journal Technical University Le Quy Don. – Issue 16. – Hanoi, 2011. – P. 15 – 25.*

4. *Chukhray, A. G. The universal environment for creation and translation of intelligent computer tutoring programs [Text] / A. G. Chukhray, S. I. Pedan // Signal Processing Symposium, 8-10 June 2011 Jachranka, Poland. – 2011. – P. 8.*

5. *Kulik, A. Development and research of differential mode GNSS model for intelligent transport functioning providing [Text] / A. Kulik, K. Dergachov, T. Lytvynenko // Transport Problems. – Issue 4(7). – Gliwice : The Silesian University of Technology, 2012. – C. 71-78.*

6. *Pedagogical development for computer tutoring: inner loop tasks [Text] / S. Pedan, A. Kulik, A. Chukhray, S. Hall // Journal of business and accounting, USA. – 2011. – Vol. 4 (1). – P. 76-90.*

Поступила в редакцию 4.05.2014, рассмотрена на редколлегии 10.06.2014

Рецензент: д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой авиационных приборов и измерений Н. Д. Кошевой, Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина.

ПРИНЦИПИ ВИКОРИСТАННЯ ЛАБОРАТОРНОГО ФОНДУ КАФЕДРИ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ ТА НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

А. С. Кулік, К. Ю. Дергачов

Розглянуто принципи побудови лабораторної бази кафедри систем управління літальними апаратами. Серед принципів формування лабораторної бази запропоновано: орієнтованість на досягнення компетенцій, орієнтованість на фронтальний метод навчання, можливість проведення наукових досліджень, натурність розглянутих моделей та явищ. Проаналізовано реалізацію цих принципів у лабораторіях кафедри.

Ключові слова: системи управління літальними апаратами, оволодіння компетенціями, підготовка кваліфікованих фахівців, проведення наукових експериментів.

PRINCIPLES OF THE USE OF THE LABORATORY DEPARTMENT FUND MANAGEMENT SYSTEMS AIRCRAFT IN EDUCATIONAL PROCESS AND RESEARCH

A. S. Kulik, K. Yu. Dergachov

Principles of construction of laboratory facilities of the Department of Control Systems aircraft. Seed principles of formation of laboratory facilities offered: focus on achieving competencies, focus wheel training method, the possibility of research, these models and full-scale phenomena. Analysed the implementation of these principles in the laboratories of the department.

Key words: control system, have competence, training specialists, nature experiments.

Кулик Анатолий Степанович – д-р техн. наук, профессор, Лауреат Государственной премии, заведующий кафедрой систем управления летательных аппаратов, Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Харьков, Украина.

Дергачев Константин Юрьевич – канд. техн. наук., старший научный сотрудник, доцент каф. систем управления летательных аппаратов, Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Харьков, Украина.