

3. Информационно-консультационная служба в АПК: учебное пособие / Под ред. В.М. Кошелева, В.В. Маковецкого. – М.: Агроконсалт, 2001.–348 с.
4. Попков, А.А. Аграрная экономика Беларуси. – Мн.: Беларусь, 2006. – 320 с.
5. Галушко, Е.В. Система информационно-консультационной службы АПК на основе Интернет-технологий./ Е.В. Галушко, С.Б. Костюкевич, А.П. Мириленко [и др.]// Электроника инфо, № 3, 2009. С. 52-54.

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ ТРЕНАЖЁРНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ СЛОЖНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Галушко Е.В., к.т.н., доцент, Ролич О.Ч., к.т.н.,
Прищепов М.А., д.т.н., доцент, Шестаков К.М., к.т.н., доцент
Белорусский государственный аграрный технический университет

Для расширения научной деятельности по приоритетным и перспективным направлениям в университете создаются новые научные школы и подразделения. Так, в 2008 году в БГАТУ создана научно-исследовательская лаборатория «Прикладных компьютерных технологий в АПК», основным направлением деятельности которой является разработка и внедрение прикладных информационных технологий в агропромышленном комплексе.

По поручению Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь лабораторией проведена работа по созданию комплексного тренажера зерноуборочного комбайна (КТЗК) «Полесье».

К настоящему времени тренажеры превратились практически в обязательный элемент поддержки разрабатываемой сложной техники и стали способствовать внедрению эффективных современных методик обучения особенностям применения и управления дорогостоящей техникой. Затраты на их приобретение окупаются в течение 1 – 2 лет.

Разрабатываемый КТЗК «Полесье» содержит все основные органы управления и приборы. На нем имитируется виртуальная «закабинная» обстановка и моделируются все процессы работы комбайна. Общий вид тренажера представлен на рис. 1.

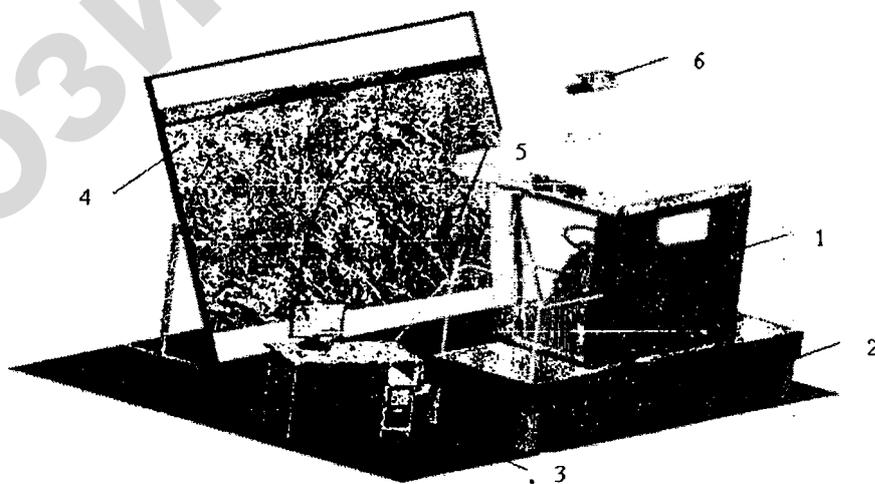


Рис. 1. Общий вид тренажера: 1 – кабина зерноуборочного комбайна КЗС-1218 с органами управления, приборами контроля и площадкой; 2 – подставка, внутри которой расположены электронные блоки тренажера; 3 – рабочее место преподавателя; 4 – экран; 5 – монитор, имитирующий зеркало заднего вида; 6 – проектор

В КТЗК входят следующие основные компоненты [1]: электронные системы съёма и генерации сигналов, поступающих с оборудования кабины и на неё; системы имитации силовых усилий и воздействий на органы управления; компьютерная система расчета математических моделей искусственных и естественных объектов, формирования изображений «закабинной» обстановки; комплексное программное обеспечение, включающее в себя программы считывания и первичной обработки показаний датчиков, формирования показаний индикаторов комбайна, имитации сигналов с датчиков, не включённых в состав тренажера, программы визуализации «закабинной» обстановки, программы сетевого взаимодействия и др.

Архитектура компьютерной системы тренажера представлена на рис. 2.

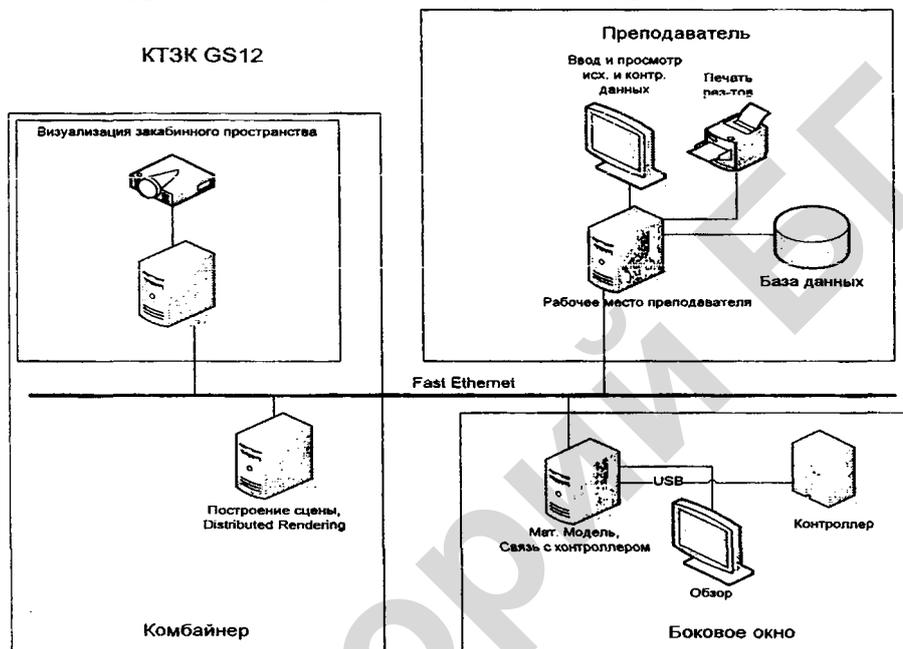


Рис. 2. Структурная схема компьютерной системы тренажера

Микроконтроллеры обеспечивают первичную обработку сигналов с датчиков и выдачу управляющих воздействий на силовые устройства, индикаторы, бортовой компьютер. Система микроконтроллеров посредством шины USB подсоединена к компьютеру, осуществляющему расчет параметров математических моделей объектов и формирование выходного файла текущей обстановки. К этому же компьютеру подключен и монитор отображения зерноуборочных процессов, в частности выгрузки зерна. Выходной файл по сети поступает на компьютеры дополнительной визуализации и рабочее место преподавателя, где осуществляется построение сцены и выдача задания с контролем выполняемого упражнения.

Все представленные компьютеры являются графическими рабочими станциями, оснащенными видеоадаптерами с современными графическими процессорами высокого быстродействия и «широкой по интерфейсу» памятью размером от 512 Мбайт.

При подготовке исходного материала практиковалось применение методов распознавания образов зерновых культур: колоса и стебля ржи и пшеницы [2].

Программирование компонентов системы проводится в среде Visual C++ 8.0 с поддержкой технологии DirectX 9.0 и на макроассемблере для выбранного типа микроконтроллера [3,4].

Разработка математических моделей систем управления, динамических объектов составляет одну из важнейших задач, решаемых в реальном времени с помощью программного обеспечения тренажерных комплексов. В основе КТЗК лежат математические модели элементов имитируемой техники. На данном этапе разработки в расчетной базе тренажера заложена математическая модель идеальных объектов,

построенная при предположении идеальности процесса, как изготовления всех компонентов, так и взаимодействия их с объектами. В дальнейшем будет создана модель, построенная с учетом износа, разброса параметров технологических процессов и элементов комплектации, основанная на теории чувствительности и динамического хаоса. Модели линейных и поливариантных систем упрощены для сокращения времени расчетов, но при этом соблюдена требуемая точность визуализации процессов. Упрощение систем дифференциальных уравнений математических моделей, описывающих имитируемые процессы, осуществлялось путем исключения слабо влияющих компонентов и позволило снизить нагрузку на вычислительную среду. Данный метод упрощения математических моделей систем повышает точность приближения упрощенной модели к исходной по переходным характеристикам и установившимся значениям и ускоряет реакцию систем на действия органов управления и изменения окружающей среды [5]. К реальным условиям модели адаптируются через добавление разностных файлов, исходно представляемых в графическом формате. Это позволяет получить упрощенные адаптивные уравнения функционирования имитируемой техники и решать их на вычислительном комплексе тренажера не более чем в единицы – десятки миллисекунд.

В ходе создания тренажера и последующей его эксплуатации рабочие модели должны корректироваться по замечаниям пользователей. Для такой доработки предусмотрены внешние файлы данных, изменение которых доводит «поведение» объектов до необходимого уровня без перекомпиляции программ.

Визуализация происходящих процессов входит в одну из наиболее интенсивно и успешно решаемых задач современной компьютерной техники. При создании систем визуализации использовался наработанный мировой опыт в интегральных решениях [6] и частных задачах [7].

Визуализация процессов «закабинной» обстановки осуществляется на экране путем смешивания видео потоков с использованием шейдеров. Видео потоки получают путем построения графа фильтров. В начале графа ставится видеоисточник, а в конце – video mixing render 9, в котором стандартный распределитель заменен собственной разработкой, что позволило получать распакованные кадры без вывода их на экран в режиме RenderLess и не привязывать «отрисовку» сцены к моментам получения распакованных кадров.

Одним из важнейших вопросов визуализации, решенных в ходе разработки, было получение сцены управляемого представления естественного скашиваемого поля и работы косилки. Изменение положения комбайна, в соответствии с положениями органов управления и предыстории, синхронно отображается на экране с моделированием работы косилки и иных движущихся частей комбайна. На рис. 3 представлен результат работы над файлами данных с показом обстановки в реальном времени. В процессе разработки средняя частота смены кадров от 56 кадров в секунду поднята до 100, что оставляет резерв для усложнения алгоритмов решения задачи.



Рис.3. Версия программы визуализации совместной сцены движущегося поля и вращающейся косилки

Предложенная концепция создания, принципы построения архитектуры и технология программирования, которые используются при разработке тренажёрного комплекса, способствуют внедрению современных методик обучения технологическим особенностям применения и управлению сложной дорогостоящей техникой.

Литература

1. Галушко, Е.В. Электронные системы комплексных тренажеров для обучения эксплуатации и ремонта сложной сельскохозяйственной техники/Е.В.Галушко, О.Ч.Ролич, К. М. Шестаков// Доклады Международной научно-практической конференции. Опыт, проблемы и перспективы развития технического сервиса АПК: Ч.1. – Минск: БГАТУ, 2009. – С. 94-99.
2. Шестаков К. М. Теория принятия решений и распознавание образов. Курс лекций/ Мн.: БГУ, 2005 – 184.
3. Галушко Е.В., Ролич О.Ч., Шестаков К. М. Электронные системы комплексных тренажеров для обучения эксплуатации и ремонта сложной сельскохозяйственной техники. Доклады Международной научно-практической конференции. Опыт, проблемы и перспективы развития технического сервиса АПК: Ч.1. Минск: БГАТУ, 2009. с. 94-99.
4. Ролич О. Ч. Технологии программирования: курс лекций / Минск: БГУ, 2008. – 144 с.
5. Комплексный статический тренажер зерноуборочного комбайна/ Е. В.Галушко [и др.]// «Агропанарама», № 5 , 2009. – С.31-36.
6. Harry Perros, Computer Simulation Techniques: The definitive introduction! Computer Science Department NC State University Raleigh, NC January 2008 168 p.
7. Козлов С.М., Ельков Н.А., Белого И.В. Визуализация эффекта дождя в автомобильных тренажерах Лаборатория программных систем машинной графики ИАиЭ СО РАН. Новосибирск, Россия International Conference Graphicon 2006, <http://www.graphicon.ru/>.

ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ КОМПЛЕКСНОГО ТРЕНАЖЕРА ЭНЕРГОНАСЫЩЕННОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Галушко Е. В., к.т.н., доцент, Ролич О. Ч., к.т.н., Шестаков К.М., к.т.н., доцент
Белорусский государственный аграрный технический университет, г.Минск

Описаны принципиальная электрическая схема базового модуля, архитектура и технология создания электронной системы тренажера энергонасыщенной техники.

Современное производство энергонасыщенной техники сопровождается разработкой соответствующего тренажера [1]. Технология тренажеростроения предоставляет возможности эффективного обучения операторов и персонала по обслуживанию и эксплуатации сельскохозяйственной техники с минимальными энергетическими и материальными затратами и предельной имитацией реальной обстановки в нештатных ситуациях.

Задача создания комплексного тренажера включает в себя два основных этапа: разработку электронной системы тренажера и разработку математических моделей окружающих объектов с учетом динамики [2, 3]. Функциями электронной системы тренажера являются опрос состояний регулирующих органов и датчиков, предварительная обработка сигналов, их фильтрация, на фоне импульсных помех, управление исполнительными механизмами и средствами отображения информации и индикации, имитация изменения тяговых и рулевых усилий во времени, сбор и передача обрабо-