

А. И. Нистюк, доктор технических наук, профессор
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова

Рассматривается исследовательский программно-аппаратный комплекс, предназначенный для исследования характеристик оператора. Исследования проводились с устройствами управления и устройствами телекоммуникаций типа iPad. Разработанные алгоритмы и статистическая обработка данных позволили определить: зависимость обучаемости оператора от числа повторений; время работы с сгенерированной панелью управления; среднее время обнаружения компонента; доказать, что степень упорядоченности может служить критерием оптимальности компоновки.

Возрастающий уровень сложности различных телекоммуникационных систем, средств связи и управления [1, 2] неразрывно связан с возрастающей нагрузкой на оператора. Повышение нагрузки приводит к снижению надежности системы. Одним из методов достижения заданного уровня надежности системы является распределение нагрузки таким образом, чтобы оператор был способен обрабатывать информацию и принимать правильные решения. Надежность системы в этом случае в значительной мере определяется средством общения оператора с технической системой. Такое общение в большинстве случаев осуществляется с помощью панелей управления, имеющих разнообразие размеров и форм, разное количество и многообразие органов управления и средств отображения информации [3, 4].

Основной недостаток существующих методов проектирования панелей управления заключается в том, что размещение компонентов на поверхности производится только с учетом общих рекомендаций и опыта проектировщика. Поэтому разрабатывается лишь несколько вариантов конструкции и из них, путем проведения натурного моделирования или оценкой экспертным методом, определяется наиболее приемлемый. В случае усложнения проектных заданий количество конкурентно способных вариантов реализации резко возрастает и задача определения наиболее эффективного из них становится острой проблемой. В такой ситуации параллельное проектирование нескольких прототипов устройства с целью отбора наилучшего варианта по результатам комплексных испытаний конкурирующих образцов становится экономически невыгодным.

В связи с этим разработка математических моделей, алгоритмов и программного обеспечения для проектирования панелей управления и отображения информации (ПУОИ) является перспективной задачей. Одно из основных достоинств, которые открывает ПУОИ, заключается не только в автоматизации

процесса проектирования, но и в создании системы «оператор – объект управления» с наперед заданными характеристиками системы [5–8]. В качестве оптимальности технического решения ПУОИ выбрано минимальное время регулирования и минимальное число ошибок.

Для экспериментальных исследований времени поиска компонента на ПУОИ использовался разработанный программно-аппаратный комплекс, параметры которого были подобраны так, чтобы максимально приблизить оператора к работе в естественных условиях. Это позволило повысить достоверность результатов.

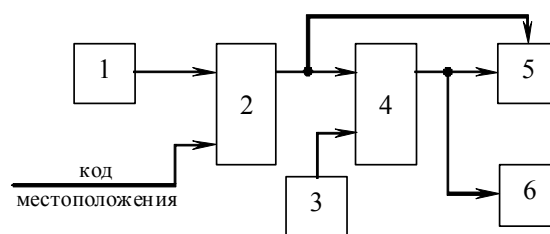


Рис. 1. Блок-схема устройства для измерения времени поиска компонента: 1 – датчик координат; 2 – устройство сравнения; 3 – генератор; 4 – счетчик; 5 – регистратор; 6 – индикатор

Блок-схема устройства для измерения времени поиска компонента на ПУОИ представлена на рис. 1. С помощью разработанной программы проводилась генерация компоновочных решений с заданным количеством компонентов, размерами панели и шагом координатной сетки [8]. Принт-скрин панели программы генерации вариантов компоновки представлен на рис. 2.

Характеристики ПУОИ приводятся в левом окне. Панель отображается в главном окне. Вверху в центре выводится изображение компонента, которое необходимо найти оператору в следующий момент времени.

Аналогичная программа была разработана для устройств с сенсорным экраном. Принт-скрин окна

планшета показана на рис. 3. Отличие в данной реализации заключается в том, что построена иерархическая структура компонента, так называемые вложенные меню.

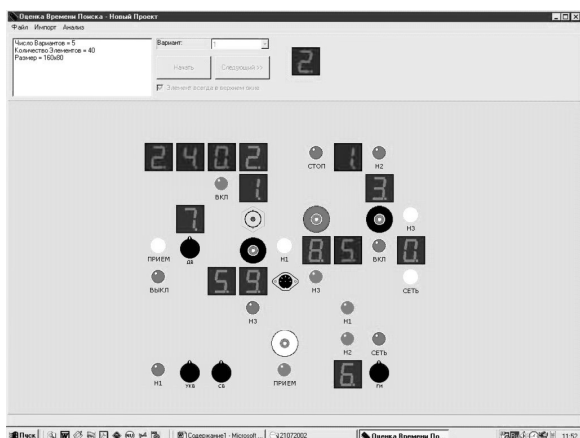


Рис. 2. Принт-скрин панели программы генерации вариантов компоновки

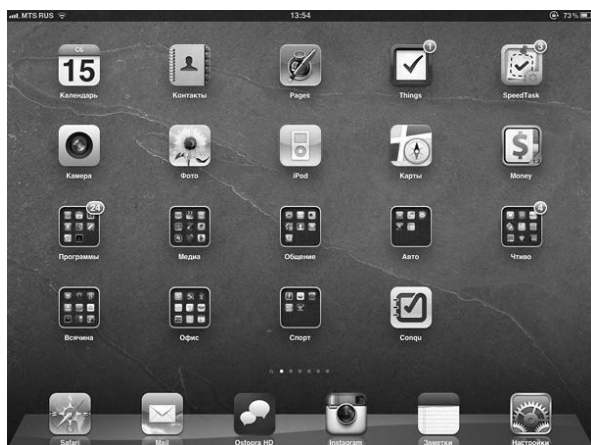


Рис. 3. Принт-скрин окна планшета

Алгоритм работы программы представлен на рис. 4. Алгоритм обеспечивает работу программы в следующем режиме. После выбора варианта ПУОИ и запуска программы начинается последовательный автоматический перебор всех компонентов ПУОИ согласно инструкции работы оператора с данной ПУОИ. По этой инструкции программа генерирует компонент и его положение. Производится регистрация действий оператора. Для данной компоновки рассчитывается коэффициент неупорядоченности. Таким образом, одновременно получают время поиска компонента на панели и оценка оптимальности компоновки. Записывается время поиска компонента на ПУОИ, исчисляемое с момента появления следующего компонента в окне поиска, и до момента воздействия на аналогичный расположенному на ПУОИ.

С помощью программно-аппаратного комплекса были получены и статистически обработаны реализации времен поиска одного компонента на ПУОИ.

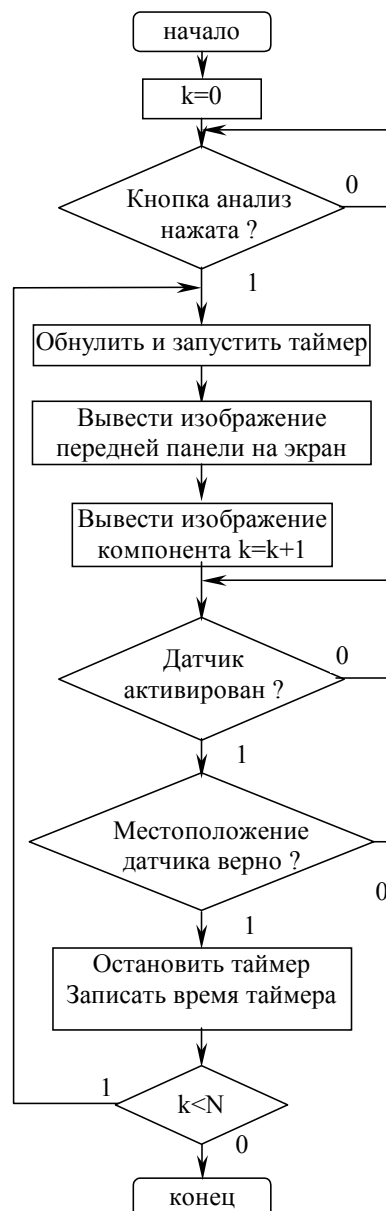


Рис. 4. Алгоритм программы сбора экспериментальных данных

На рис. 5 представлена зависимость среднего времени поиска от количества последовательно проведенных опытов всех испытуемых операторов.

Статистическая обработка результатов проводилась в соответствии с [9]. В таблице представлены результаты обработки средних значений экспериментальных данных.

Эмпирическая функция распределения остатков для модели под номером шесть представлена на рис. 6 (последовательность остатков – разность между экспериментальным и теоретическим значениями).

По полученным результатам очевидно, что оптимальной является модель под номером шесть, так как у нее минимальное S_0^2 и самое близкое к единице значение R^2 .

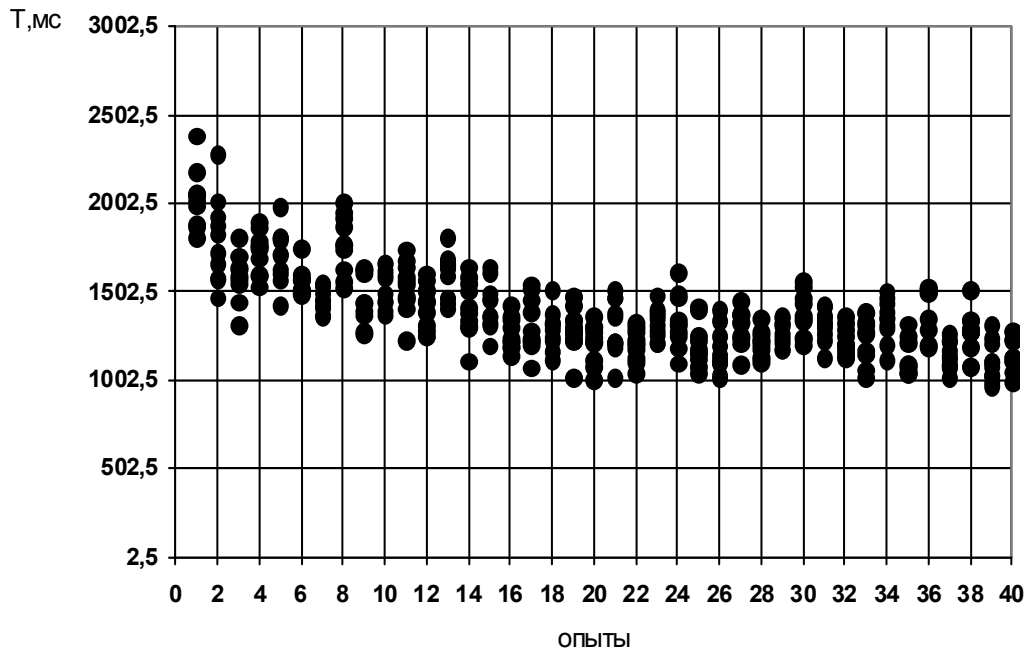


Рис. 5. Зависимость среднего времени поиска компонента от количества проводимых опытов

Результаты моделирования

	Модель	Уравнение регрессии		
1	$y = ax + b$	$y = 1683.2638 - 14.372749x$		
		$Q_0 = 579193,95$	$S_0^2 = 15241,94$	$R^2 = 0,655290$
2	$y = a \lg(x) + b$	$y = 1977.7981 - 213.62299 \cdot \lg(x)$		
		$Q_0 = 322620,22$	$S_0^2 = 8490,00$	$R^2 = 0,807985$
3	$y = ae^x + b$	$y = 1401.6655 - 1.4010667e^{-015} \cdot \exp(x)$		
		$Q_0 = 1561263,45$	$S_0^2 = 41085,88$	$R^2 = 0,07081$
4	$y = \frac{a}{x} + b$	ошибка		
5	$y = ax^2 + bx + c$	$y = 1862.5546 - 39.985711x + 0.62470641x^2$		
		$Q_0 = 357873,90$	$S_0^2 = 9672,26$	$R^2 = 0,786946$
6	$y = ax^3 + bx^2 + cx + d$	$y = 1957.6781 - 66.220926x + 2.2048315x^2 - 0.025693091x^3$		
		$Q_0 = 319583,83$	$S_0^2 = 8877,32$	$R^2 = 0,809798$

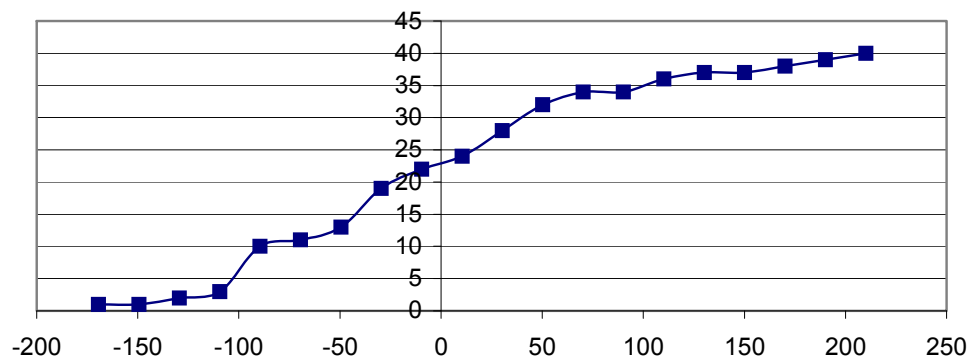


Рис. 6. Эмпирическая функция распределения остатков

В результате эксперимента получены величины среднего времени поиска компонента на ПУОИ. При анализе результатов можно сделать следующие выводы.

1. С увеличением числа повторений время реакции оператора асимптотически приближается к его индивидуальному значению.

2. По характеру кривой повторения можно судить об обучаемости и навыках оператора.

3. Среднее время поиска компонента тренированного оператора примерно в два раза меньше, чем нетренированного при том же числе ошибок.

Рассмотренный программно-аппаратный комплекс может использоваться для отработки панели управления конкретного устройства и интерфейса средств телекоммуникаций на ранних этапах проектирования.

Библиографические ссылки

1. Климов И. З., Копысов А. Н., Чувашов А. М. Уплотнение широкополосного канала связи для передачи телеметрической информации // Вопросы электромеханики. – 2010. – Т. 119. – № 6. – С. 57-61. – URL: <http://jurnal.vniim.ru/text/119/57.pdf> (дата обращения: 26.04.2013).

2. Заболотских В. И., Сяктерев В. Н., Сяктерева В. В. Портативный комплекс измерений механических параметров

ударно-волновых воздействий // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2008. – № 7. – С. 39-44.

3. Нистюк А. И. Технология тактильной обратной связи в устройствах с сенсорным экраном // Радиотехн. и телекоммуникац. системы. – 2012. – № 3. – С. 66-68.

4. Барбашин Д. И., Нистюк А. И. Определение структуры интерфейсов сложных технических систем управления по области решаемых задач // Приволж. науч. вестн. – 2012. – № 2. – С. 14-16.

5. Барбашин Д. И., Нистюк А. И. Синтез адаптивных средств взаимодействия сложных технических систем управления // В мире науч. открытий. – 2012. – № 1. – С. 39-49.

6. Барбашин Д. И., Нистюк А. И. Обеспечение надежности информационно-управляющих систем // В мире науч. открытий. – 2011. – Т. 13. – № 1. – С. 82-85.

7. Барбашин Д. И., Нистюк А. И. Разработка математических моделей и алгоритмов для автоматизированного проектирования передних панелей управляющих систем // В мире науч. открытий. – 2010. – № 4-4. – С. 32-34.

8. Чупин А. Г., Нистюк А. И. Информационная система определения параметров человека-оператора // Информационные технологии в инновационных проектах : тр. III междунар. науч.-техн. конф. (Ижевск, 23-24 мая 2001 г.) / Ижев. радиоз-д. – Ижевск, 2001. – Ч. 1. – С. 200-202.

9. Нистюк Т. Ю. Обработка статистических данных на ЭВМ : учеб.-метод. пособие для направления 2304010 «прикладная математика». – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2008. – 48 с.

A. I. Nistyuk, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Hardware and software complex to investigate complicated telecommunication and control systems

The article considers the investigating hardware and software complex to study operator characteristics. Investigations were implemented for control devices and telecommunication devices like iPad. The developed algorithms and statistical processing of data allowed determining: the dependence of operator trainability on the number of repetitions; the time of operating with the generated control panel; and the average time of the component detection. They also allowed proving, that the order degree may serve as the criterion of the configuration optimality.

Keywords: experiment, statistical processing, computer, iPad, touch screen, man-operator, control devices, telecommunication devices

Получено: 03.04.13

УДК 621.43.016.4(031)

В. Н. Сяктерев, кандидат технических наук, доцент;
И. А. Васильев, магистрант
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНДУКТИВНОГО КАНАЛА ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ТЕРМОМЕТРИРОВАНИЯ ПОРШНЯ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Предложена структура системы энергоснабжения промежуточного преобразователя, входящего в состав телеметрических систем термометрирования поршня двигателя внутреннего сгорания. Приведены результаты ее исследования.

Ключевые слова: поршень двигателя внутреннего сгорания, система бесконтактного энергоснабжения, резонанс, индуктивный канал связи

В современных условиях ускоренного развития двигателестроения актуальна проблема создания систем, предназначенных для контроля температуры деталей цилиндра-поршневой группы (ЦПГ) на работающем двигателе, особенно актуальна эта задача для поршня двигателя. Для решения этой задачи в

настоящее время применяются телеметрические системы с бесконтактной передачей измерительной информации.

В таких системах различают два основных функциональных блока – промежуточный преобразователь, располагаемый непосредственно на поршне, и