

УДК 519.24:62-50

© 2012

*Костенко Е. М., кандидат технических наук*  
Полтавская государственная аграрная академия

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ МНОГОФАКТОРНЫХ ОБЪЕКТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

*Рецензент – кандидат технических наук В. Н. Сакало*

*Розглядається методологія автоматизації процесів моделювання багатofакторних об'єктів дослідження. Запропоновано автоматизований стенд для моделювання таких об'єктів дослідження як технологічні процеси, прилади і системи. Це дозволяє автоматизувати процеси отримання оптимальних за вартісними і часовими витратами планів експерименту, проведення багатofакторних експериментів і обробки їх результатів. При цьому підвищується швидкість їх проведення і обробки результатів, виключається вплив людського чинника на результати експерименту, скорочуються вартісні витрати на їх проведення.*

**Ключевые слова:** оптимальный план, многофакторный эксперимент, методология, автоматизация.

**Постановка проблемы.** При решении задач исследования различных технологических процессов, приборов и систем возникает проблема получения математических моделей указанных объектов. Для решения этих задач зачастую привлекают методы планирования эксперимента, которые дают возможность получать многофакторные модели исследуемого объекта, учитывающие влияние отдельных факторов и их совместные взаимодействия.

При исследовании дорогостоящих и длительных процессов оправдано стремление экспериментаторов получать эти модели при минимальных стоимостных и временных затратах. В этом случае целесообразно проводить оптимизацию планов эксперимента.

Кроме того актуальным является автоматизация этапов управления и контроля эксперимента, анализа и обработки результатов измерения с целью построения математических моделей. Это, в свою очередь, позволит исключить влияние человеческого фактора на результаты эксперимента, сократить время на его проведение.

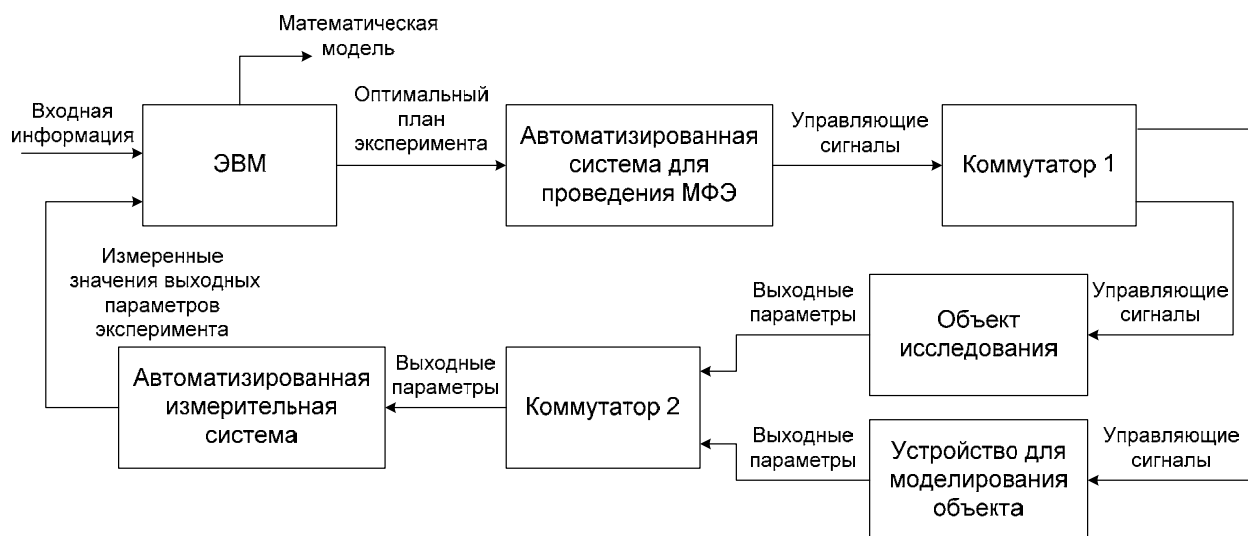
**Анализ последних исследований и публикаций по данной проблеме.** В работах [3, 5] предложена методология оптимального планирования экспериментов при исследовании техно-

логических процессов, приборов и систем, включающая комплекс методов оптимизации планов эксперимента и программно-аппаратные средства для их реализации. Созданные программно-аппаратные средства методологии оптимального планирования эксперимента проанализированы в работе [4]. Полученные результаты целесообразно использовать при разработке автоматизированного стенда для моделирования многофакторных объектов исследования.

**Цель статьи:** разработать автоматизированный стенд для моделирования многофакторных объектов исследования.

**Основные результаты исследования.** На основе разработанной методологии оптимального планирования эксперимента [3, 5] и программно-аппаратных средств [4, 6] для ее реализации предлагается автоматизированный стенд для моделирования многофакторных объектов исследования, структурная схема которого представлена на рисунке. При этом в качестве объектов исследования могут выступать различные технологические процессы, приборы и системы.

Входной информацией, которая вводится в ЭВМ, являются: исходный план эксперимента, уровни варьирования факторов, величины, характеризующие стоимостные и временные затраты, необходимые для изменения уровней факторов. После получения входной информации ЭВМ с использованием разработанного программного обеспечения [4] осуществляет оптимизацию плана эксперимента по стоимостным и (или) временным затратам на его проведение. При этом могут использоваться следующие алгоритмы оптимизации факторных планов эксперимента: перестановка строк матрицы планирования, случайный поиск, алгоритм, основанный на применении метода ветвей и границ, алгоритм, использующий метод последовательного приближения. В результате оптимизации получают планы, которые позволяют значительно сократить стоимостные и временные затраты на проведение эксперимента.



**Рис. Автоматизированный стенд для моделирования объектов исследования**

Далее оптимизированный план поступает на автоматизированную систему проведения многофакторных экспериментов [8, 12].

Данная система выполняет следующие функции:

- последовательный перебор строк оптимального плана эксперимента;
- выдачу управляющих воздействий через коммутатор 1 на объект исследования или на устройство для моделирования указанного объекта, если оно существует, в соответствии с уровнями факторов выбранной строки плана.

В настоящее время предложены следующие устройства для моделирования объектов исследования: устройство для моделирования процессов измерения фотоэлектрическим датчиком отклонения рулевой поверхности самолета [7]; устройство для моделирования процессов нанесения гальванических покрытий [10]; расходомер топлива [9]; весоизмерительная система [11].

Выходные параметры, являющиеся результатом воздействия автоматизированной системы для проведения МФЭ на объект исследования или устройство для его моделирования, через коммутатор 2 поступают на автоматизирован-

ную измерительную систему.

После этого измеренные значения выходных параметров эксперимента передаются в ЭВМ.

Тип и характеристики измерительных устройств системы определяются в зависимости от объекта исследования и измеряемых параметров.

Полученные измеренные значения выходных параметров эксперимента обрабатываются на ЭВМ в соответствии с методами обработки результатов экспериментов [1, 2].

Параметры полученных математических моделей выдаются экспериментатору на экран или бумажный носитель.

**Выводы.** Таким образом, предложенная система позволяет автоматизировать процессы получения оптимальных по стоимостным и временным затратам планы эксперимента, проведение многофакторных экспериментов и отработки их результатов.

При этом повышается скорость их проведения и обработки результатов, исключается влияние человеческого фактора на результаты эксперимента, сокращаются стоимостные затраты на их проведение.

## БИБЛИОГРАФИЯ

1. Адлер Ю. П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий // Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. В. Грановский. – М. : Наука, 1971. – 282 с.
2. Давыденко А. П. Организация и планирование научных исследований, патентоведение: Учебн. пособие. – Х. : НТУ «ХПИ», 2004. – 320 с.
3. Костенко О. М. Методология оптимального планирования экспериментов при дослідженні технологічних процесів, пристроїв і систем /

- О. М. Костенко // Збірник наукових праць Полтавського нац. техн. ун-ту ім. Юрія Кондратюка. Серія: Галузеве машинобудування, будівництво. – Вип. 1(29). – Полтава, 2011. – С. 57–60.
4. Костенко О. М. Програмно-апаратні засоби методології оптимального планування експерименту / О. М. Костенко // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2011.– №3(62). – С. 140–142.

5. Кошевой Н. Д. Методология повышения эффективности экспериментальных исследований / Н. Д. Кошевой, Е. М. Костенко // Интегрированные интеллектуальные робототехнические комплексы (ИРТК – 2009): тез. докл. Другой Международной науч.-практ. конф., 25–28 мая. – К., НАУ, 2009. – С. 163–164.
6. Оптимальное планирование эксперимента при исследовании технологических процессов, приборов и систем: навч. посіб. / М. Д. Кошовий, О. М. Костенко, О. В. Заболотний [та ін.]. – Х. : Нац. аерокосм. ун-т «Харківський авіаційний інститут», 2010. – 161 с.
7. Патент №57497, Україна, МПК G01B 11/00, B64C 29/00. Пристрій для моделювання процесів вимірювання фотоелектричним датчиком кутового відхилення рульової поверхні літака / Кошовий М. Д., Костенко О. М.; Заявник і патентоволодар – Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «ХАІ». – №U201012695; заявл. 26.10.2010; опубл. 25.02.2010, Бюл. №4. – 3 с.5.
8. Патент №49801, Україна, МПК G06F 17/00. Автоматизована система для проведення багатофакторного експерименту / Кошовий М. Д., Костенко О. М., Дергачов В. А., Цеховський М. В., Оганесян А. С.; Заявник і патентоволодар – Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «ХАІ». – №U200912203; заявл. 27.11.2009; опубл. 10.05.2010, Бюл. №9. – 3 с.
9. Патент №58097, Україна, МПК G01F 1/00. Витратомір палива / Кошовий М. Д., Костенко О. М.; Заявник і патентоволодар – Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «ХАІ». – №U201013003; заявл. 01.11.2010; опубл. 25.03.2011, Бюл. №6. – 3 с.
10. Патент №59335, Україна, МПК C25D 21/00. Пристрій для моделювання процесів нанесення гальванічних покриттів / Кошовий М. Д., Костенко О. М.; Заявник і патентоволодар – Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «ХАІ». – №U201012933; заявл. 01.11.2010; опубл. 10.05.2011, Бюл. №9. – 6 с.
11. Патент №58098, Україна, МПК G01F 11/00. Ваговимірювальна система / Кошовий М. Д., Костенко О. М.; Заявник і патентоволодар – Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «ХАІ». – №U201013004; заявл. 01.11.2010; опубл. 25.03.2011, Бюл. №6. – 4 с.
12. Патент №60082, Україна, МПК G06F 17/00. Автоматизована система для проведення багатофакторного експерименту / Кошовий М. Д., Костенко О. М., Дергачов В. А.; Заявник і патентоволодар – Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «ХАІ». – №U201013771; заявл. 19.11.2010; опубл. 10.06.2011, Бюл. №11. – 3 с.