

Литература:

1. Локтионов А.В. Исследование исполнительного механизма для формирования нити с разрезным ворсом / А.В. Локтионов, В.Г. Буткевич, О.А. Петуховская // Вестник полоцкого государственного университета. Фундаментальные науки.- Полоцкий гос. ун-т.- Новополоцк: Полоцкий гос. ун-т. № 4. 2005.- С. 25-29.
2. Локтионов А.В. Разработка технологического процесса и оценка свойств комбинированных нитей с разрезным ворсом / А. В. Локтионов, В. Г. Буткевич, С. А. Москалев // Теоретическая и прикладная механика. Междунар. науч.- техн. сборник.- Минск: БНТУ, 2012, № 27.-С. 161-166.
3. Алексеев Н.И. Статика и установившееся движения гибкой нити / Н.И. Алексеев // Учебник для ВУЗов. Легкая индустрия.- Москва., 1970.- С. 272.
4. Школьник А. Г. Дифференциальные уравнения / А. Г. Школьник // Учебное пособие для физ.-мат. факультетов педагогических институтов.- Москва. Учпедгиз.,1963.- С. 198.

УДК 519.87

**ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ КАК МЕТОД МОДЕЛИРОВАНИЯ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

РУТКОВСКАЯ К.В., студент, СУРИМТО К.А., студент

Белорусский государственный экономический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь

Ключевые слова: математическое моделирование, имитационное моделирование, вычислительный эксперимент, технологический процесс.

Реферат: новейшие информационные технологии позволяют более точно и быстро прогнозировать характеристики промышленного производства. Вычислительный эксперимент помогает быстро принимать управленческие решения. В данной работе проведено исследование места и роли вычислительного эксперимента в моделировании технологических процессов.

Моделирование в научных исследованиях стало применяться еще в глубокой древности и постепенно захватило все новые области научных знаний. Главная особенность моделирования в том, что это метод опосредованного познания с помощью объектов-заместителей. Модель выступает как своеобразный инструмент познания, который исследователь ставит между собой и объектом и с помощью которого изучает интересующий его объект.

Необходимость использования метода моделирования определяется тем, что многие объекты (или проблемы, относящиеся к этим объектам) непосредственно исследовать невозможно или же исследование требует много времени и средств.

При формировании как стратегических, так и многих тактических решений, руководитель вынужден учитывать многочисленные, нередко взаимно противоречивые соображения и опираться на сложные критерии эффективности путей достижения конечных целей.

Вычислительный эксперимент основан на применении прикладной математики и ЭВМ как технической базы при использовании математического моделирования, а также на создании математических моделей изучаемых объектов, которые формируются с помощью некоторой особой математической структуры, способной отражать свойства объекта, проявляемые им в различных условиях [1].

Вычислительный эксперимент занимает промежуточное положение между натурным экспериментом и аналитическим исследованием [2].

Под натурным моделированием имеется в виду создание полноразмерных моделей исследуемого объекта или процесса. Это различные стадии прототипирования с необходимой на данном этапе степенью точности и тестовые партии. Метод позволяет выявить недостатки проектирования на ранних этапах. Рабочие прототипы изделий (особенно сложных устройств) при отсутствии специализированной оснастки, деталей могут быть очень дороги – в десятки раз превышать стоимость серийного образца. Также в метод включаются модели процессов – например, действий рабочего для производства детали [1].

Принципиальное отличие вычислительного эксперимента состоит в том, что он проводится не с реальной системой, а с ее моделью. В этом контексте особенно заслуживают внимания имитационные эксперименты. Имитационное моделирование применяется на ЭВМ и решает широкий круг задач [1].

С быстрым развитием ЭВМ и соответствующего программного обеспечения повышается значимость имитационного моделирования. Если для классических математических методов исследования операций было необходимо некоторое время для составления модели и ее решения, то сейчас есть возможность анализировать ситуацию, выбирая диапазон изменения входных переменных для имитационной модели.

Программные комплексы, обслуживающие вычислительный эксперимент, объемны и сложны, в их создание вовлечен многочисленный отряд программистов.

В цикле вычислительного эксперимента можно выделить следующие этапы:

- 1) построение математической модели (составление уравнений, описывающих исследуемое явление);
- 2) выбор численных методов расчета (построение дискретной модели, аппроксимирующей исходную математическую задачу, построение разностной схемы, разработка вычислительного алгоритма и т. д.);
- 3) создание программы, реализующей вычислительный алгоритм;
- 4) проведение расчетов и обработка полученной информации;
- 5) анализ результатов расчетов, сравнение (если это возможно) с натурным экспериментом.

В современной науке и технике появляется всё больше областей, задачи в которых можно и нужно решать методом вычислительного эксперимента, в частности это может быть промышленное производство.

Основу современных производств составляют технологические системы, имеющие сложную структурно-функциональную организацию. Как правило, объектом управления в этих системах являются конкретные технологические процессы [3].

Работа не с самим объектом (явлением, процессом), а с его моделью во многих случаях дает возможность относительно быстро и без существенных материальных затрат исследовать его свойства и поведение в любых ситуациях.

Одной из основных целей моделирования технологических систем является прогнозирование на этапе их проектирования основных характеристик и особенностей их функционирования в реальных условиях промышленного производства [3].

Практически всем технологиям свойственны экстремальные режимы функционирования. Затраты на исправление выявленной ошибки возрастает на порядок, если эта ошибка выявлена не на этапе проектирования, а на этапе создания экспериментального образца и еще на порядок при серийном выпуске. Поэтому современные принципы обеспечения качества продукции предусматривают проведение основных действий по достижению этого качества на начальных этапах жизненного цикла [3].

Вычислительные эксперименты позволяют изучить сложные внутренние взаимодействия элементов технологической системы и воздействие на их функционирование различного характера изменений во внешней среде, а также вскрыть важные особенности в функционировании технологической системы и разработать предложения по ее совершенствованию. Результаты проведения вычислительного эксперимента дают возможность проработать варианты стратегий и политики предприятия, предсказать узкие места и другие трудности до их фактического применения.

Разработанные модели обеспечивают реализацию улучшений на основе принятия оптимальных управленческих решений.

Организовать эффективное функционирование и развитие промышленного производства очень нелегко. Тем не менее, жизнь показала, что все возникающие здесь трудности вполне преодолимы – методом вычислительного эксперимента были успешно решены многие важные практические задачи.

Литература:

1. Пономарев, В.Б. Математическое моделирование технологических процессов : курс лекций / В.Б. Пономарев, А.Б. Лошкарев. – Екатеринбург : ГОУ ВПО УГТУ–УПИ, 2012. – 129 с.
2. Горбунов-Посадов, М.М. Расширяемые программы / М.М. Горбунов-Посадов. – М.: Полиптих, 1999. – 336 с.
3. Захарченко, В.Е. Имитационная модель для тестирования алгоритмов АСУ ТП // Автоматизация в промышленности. – 2007. – № 7. – С 37-40

УДК 621.396.6(054)

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ГАУССОВСКИХ ИМПУЛЬСОВ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА РАДИОЧАСТОТНЫХ ИДЕНТИФИКАТОРОВ

САВИЦКИЙ.В.В., студент, ПЕРЕПЕЧА Р.Ю., ПЕРШИН В.Т.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,  
г. Минск, Республика Беларусь

Ключевые слова: технология производства, моделирование, гауссовский импульс, идентификатор, гауссовский моноцикл, система MATLAB/SIMULINK.

Реферат: Технология производства радиочастотных идентификаторов объектов для обеспечения их скрытности требует решения задачи генерирования импульсов длительностью порядка десятых долей пикосекунды. В докладе сообщается о результатах моделирования таких сигналов в системе MATLAB/SIMULINK. Приведена структурная схема разработанной в системе SIMULINK модели формирования импульса почти гауссовской формы из последовательности коротких прямоугольных импульсов. Обсуждаемая в докладе схема содержит стандартные модули Pulse generator, Transport delay, Derivative delay, Gain, Scope. Приведены результаты выполненного моделирования формирования импульсов для использования в технологии производства радиочастотных идентификаторах объектов и проводится их обсуждение.

### 1. Класс гауссовских импульсов

Гауссовские импульсы представляют собой класс сигналов, производные высоких порядков которых можно генерировать, используя фильтрацию, начиная с гауссовского импульса, описываемого соотношением

$$p(t) = Ae^{-((t-T_c)/T_{au})^2}, \quad (1)$$

где  $A$  – нормированная амплитуда,  $T_c$  – математическое ожидание, соответствующее среднему значению импульса,  $T_{au}$  – дисперсия, от величины которой зависит форма импульса,  $t$  – текущее время. Коэффициент  $A$  вводится для того, чтобы общая энергия импульса была нормирована к единице. Параметры  $T_c$ ,  $T_{au}$  определяют длительность импульса. Для  $T_c=7T_{au}$  эффективная длительность равна  $T_p=14T_{au}$ .

Подобно прямоугольному импульсу, гауссовский импульс содержит постоянную составляющую, которая снижает практичность его применения в реальных технологиях производства. Однако, высшие производные не содержат таких составляющих и поэтому находят более широкое применение в промышленных разработках. Полоса частот на уровне половинной мощности составляет 116% центральной частоты и поскольку последняя определяется длительностью импульса, то тогда получается, что длительность импульса определяет не только центральную частоту, но и ширину его полосы частот. На практике центральная частота гауссовского импульса приблизительно соответствует длительности импульса и ширина полосы частот этого импульса приблизительно равна центральной частоте. Таким образом, для длительности импульса, равной 0,5 пс, центральная частота и полоса частот на уровне половинной мощности составляет величину порядка 2 ГГц.

Первая производная гауссовского импульса называется гауссовским моноциклом, который описывается во временной области выражением