

Мирошниченко И. В.

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ПРИ КОНТРОЛЕ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТИ

*Показано, что информационные технологии проектирования СОЭД-К, использующие концепцию обобщенной точности, которая характеризуется учетом совокупности показателей точности измерений, надежности, помехозащищенности и электромагнитной совместимости, могут быть использованы при проектировании СОЭД-К для вычисления как статических параметров качества поверхности – шероховатости, так и динамических параметров – волнистости, в режиме “онлайн” при изготовлении протяженных изделий авиационно-космического машиностроения*

**Ключевые слова:** информационные технологии, шероховатость, волнистость, унифицированный канал измерения ординат профиля шероховатости

## 1. Введение

Необходимость повышения качества объектов авиационной и космической промышленности (Aviation Problem area – APRAR), требует использования новых технологий управления и планирования на всех этапах их полного жизненного цикла LT (LT – Life cycle Time): внешнем проектировании (выработке концепции, проведении научно-исследовательских работ, создании математической модели или электронного макета изделия, формировании определяющего показателя качества); внутреннем проектировании; технологической подготовке производства (разработки оснастки для изготовления элементов изделия); производстве изделия; реализации изделия (маркетинг); эксплуатации (включая сервис); модернизации и утилизации, в сочетании с непрерывным технико-экономическим анализом рисков и затрат различных ресурсов [1] (финансовых, материальных, сырьевых, людских и т. д.). Контроль качества современных протяженных объектов APRAR требует проектирования многоканальных и многофункциональных систем обработки экспериментальных данных (СОЭД-К) с интегрированными программно управляемыми измерительными каналами.

## 2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

Анализ исследований [2] по проектированию аналого-цифровых СОЭД-К показывает, что в статических ММ могут не получить отражения некоторые неформализуемые черты реальности, что приводит к увеличению погрешности классификации – несоответствию реального процесса приписываемой ему ММ, что диктует необходимость их классификации [3] при формализации этапа внешнего проектирования СОЭД-К. Поэтому статические ММ требуют корректировки из-за текущих изменений во времени как в самой APRAR, так и в LT, что приводит к необходимости формирования динамических ММ.

Сокращение сроков разработки и затрат ресурсов

на всех этапах их LT, может быть осуществлено применением CALS-технологии непрерывной информационной поддержки

В состав таких СОЭД-К изделий APRAR входят интегрированные измерительные каналы, в том числе унифицированные каналы измерения ординат профиля шероховатости (УКИШ), а обработка результатов измерения выполняется после их нормировки и передачи в базу данных центрального компьютера СОЭД-К. Поэтому оценка погрешностей классификации динамических моделей, включающих в себя и статические, является одной из проблем проектирования СОЭД-К [4].

## 3. Результаты исследований

Одними из основных показателями качества поверхности изделий APRAR являются геометрические характеристики, критерием для разграничения которых служит отношение шага  $S$  к полной высоте неровностей  $R$ : при  $S/R$  более 1000 анализируются макронеровности (отклонения формы), определяемые допусками на изготовление; при  $S/R = 50...1000$  – волнистость и при  $S/R$  менее 50 – шероховатость (терминология ГОСТ 2789-73, ГОСТ 27964-88 и соответствующих им стандартов ISO и DIN). Шероховатость реальной поверхности оценивается по высоте  $y$  неровностей в нормальном поперечном сечении в пределах базовой длины  $l$ .

Межгосударственный стандарт ГОСТ 2789-73 устанавливает 6 параметров: три высотных  $Ra$  (предпочтительный),  $Rz$  и  $Rmax$  и три шаговых –  $S_i$ ,  $S_{mi}$  и  $t_p$  – параметр относительной опорной длины профиля.

Статистический параметр  $Ra = \frac{1}{l} \int_0^l |y| dx$  представляет со-

бой среднее значение по модулю высот  $y$  профиля для  $n$  точек профиля на  $l$ , в аналого-цифровых системах

вычисляемый как  $Ra = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i|$  (1).

Параметр  $Rmax$  – наибольшая высота профиля на расстоянии между линией выступов профиля и линией

впадин профиля на длине  $l$ . Параметр  $S_i$  – средний шаг неровностей профиля по вершинам, характеризует взаимное расположение (расстояние) характерных точек (выступов и впадин) профиля,  $S_{mi}$  – точек пересечения профиля со средней линией  $m$  (нулей профиля). Параметр  $t_p$  – относительная опорная длина профиля, определяемая как отношение опорной длины профиля к базовой длине, где  $p$  – значение уровня сечения профиля, характеризует высоту и форму неровностей профиля, аналогичен функции распределения выбросов случайных процессов над порогом, позволяет судить о фактической площади контакта шероховатых поверхностей В APRAR выбор значений параметров ( $R_a$ ,  $R_z$ ,  $R_{max}$ ,  $t_p$ ,  $S_m$ ,  $S$ ) и ненормируемого параметра DIR должен производиться с учетом эксплуатационных свойств поверхности (ЭСП) [5]. Основным во всех случаях является нормирование параметров шероховатости по высоте, причем предпочтительно нормировать параметр  $R_a$ , который более информативно, чем  $R_z$  и  $R_{max}$ , характеризует неровности профиля, поскольку  $R_a$  вычисляется (1) по многим  $n$  точкам (или достаточному их числу) на базовой длине профиля.

Использование в составе УКИШ датчиков на основе бесконтактных методов измерения шероховатости вызывает трудности, вызванные, в основном, их узкой специализацией и необходимостью участия оператора, что не позволяет автоматизацию производства изделий APRAR. Поэтому предпочтение при автоматизации изготовления протяженных изделий в APRAR для работы в режиме “онлайн” отдаётся СОЭД-К с интегрированными УКИШ на базе аналоговых контактных индукционных датчиков (КИД), [6] наиболее устойчивыми к ударным перегрузкам и воздействию внешних магнитных полей. Такие СОЭД-К дают возможность вычисления  $R_a$  не только для стандартных образцов, но и для простых нелинейных поверхностей, сечение которых в плоскости измерения представляет базовую прямую линию, что характерно для протяженных объектов с соотношением радиуса кривизны  $r$  и базовой длины  $l$  порядка  $100r \geq l$ .

При реализации CALS-технологий проблема информационного контакта на этапе внешнего проектирования адаптивной СОЭД-К с интегрированным УКИШ формально может быть сведена к решению трёх статистических измерительных задач с цифровыми обозначениями (кодами) по JSTX.k.b. -классификатору [7].

**Задача 1.** Код “1112.01.01” – массив ординат у профиля шероховатости  $\{y^*\}$  первого порядка ( $k=01$ ) формируется в эксперименте ( $J=1$ ) на различных интервалах одной совокупности реализаций, рассматриваемых как стационарные неэргодические процессы ( $X=2$ ) при усреднении по множеству ( $S=1$ ) для вычисления оценок ( $T=1$ ) математического ожидания ( $b=01$ ) параметра  $R_a$  или  $R$  [8].

**Задача 2.** Код “1211.01.02” – массив ординат у профиля шероховатости  $\{y^*\}$  первого порядка ( $k=01$ ) формируется в каждом отдельном эксперименте ( $J=1$ ) на различных интервалах одной и той же совокупности реализаций, рассматриваемых как стационарные неэргодические процессы ( $X=2$ ) при усреднении по множеству ( $S=1$ ) для вычисления оценок второго порядка типа дисперсии или SKO ( $b=02$ ) – погрешности вычисления параметра  $R_a$  или  $R_z$  [9].

**Задача 3.** Код “1144.01.07.” – массив  $\{y^*\}$  зависимостей

первого порядка ( $k=01$ ) отклонения у профиля шероховатости формируется в каждом отдельном эксперименте ( $J=1$ ) на различных интервалах одной и той же совокупности реализаций нестационарных неэргодические процессы ( $X=4$ ) при усреднении по множеству ( $S=1$ ) при измерении  $kt$ -текущих оценок ( $T=4$ ) характеристик выбросов траектории  $\xi(t)$  над заданным порогом ( $b=07$ ) для обнаружения локальных дефектов (царапин, вмятин) деталей и изделий APRAR [10].

Такое построение многоканальной СОЭД-К может обеспечить расширение перечня измеряемых характеристик параметров шероховатости, в дополнение к  $R_a$  и  $R_z$ . Для двухуровневой СОЭД-К при изменении условий функционирования основными инвариантами является уже суммарная погрешности вычисления  $R_a$  и программа оптимизации, реализующая методы (один из методов) повышения точности СОЭД-К с интегрированным УКИШ.

#### 4. Выводы

Оценка погрешностей классификации динамических моделей является предметом научных исследований и составляет основное содержание внешнего проектирования, в результате которого разрабатывается техническое задание для внутреннего проектирования и алгоритмы и программы изготовления СОЭД-К.

#### Литература

1. Российская энциклопедия. CALS. Авиационно-космическое машиностроение [Текст]/ под ред. А. Г. Братухина. – М.: ОАО НИЦ АСК, 2008. – 232 с.
2. Мирошниченко, И. В. Об одном способе классификации статистических измерительных задач [Текст]/ И. В. Мирошниченко // Математичне та комп'ютерне моделювання. – 2012. – Вип. 7. – С. 132-139.
3. Реклейтис, Г. Оптимизация в технике [Текст]: пер. с англ. / Г. Реклейтис, А. Рейвиндран, С. Рэгсдейл. – В 2-х кн. – М.: Мир, 1986. – 349 с.
4. Корниенко, Г. И. Перспективы развития и применения проблемно-ориентированных ЦВК для обработки данных натурных испытаний [Текст]/ Г. И. Корниенко // Построение автоматизированных систем обработки экспериментальных данных. – Киев: ИК АН УССР, 1985. – С. 3-5.
5. Кейслер, Г. Теория моделей [Текст]: пер. с англ. / Г. Кейслер, Ч. Чен – М.: Мир, 1977. – 616 с.
6. Норенков, И. П. Информационная поддержка наукоёмких изделий (CALS-технологии) [Текст]/ И. П. Норенков, П. К. Кузьмик. – М.: Изд. МВТУ им. Н.Э Баумана, 2002. – С. 45-50.
7. Detling, V. S. Information-logical model error of random statistical characteristics measurements [Text] / V. S. Detling, C. Kartunov, I. V. Miroshnichenko // International scientific conference, Gabrovo, 23-24 Nov. 2007 – P. 322-327.
8. Пономаренко, В. К. Повышение точности вычисления моментов высоких порядков случайных процессов с ограниченным диапазоном значений. [Текст] / В. К. Пономаренко, В. С. Мирошниченко // Труды IV Всесоюзной Школы-семинара по статистической гидроакустике. – Новосибирск, 1973. – С. 38-40.
9. Пономаренко, В. К. Выбор параметров измерителей числовых характеристик случайных процессов. [Текст] / В. К. Пономаренко, В. С. Мирошниченко // Изв. ВУЗ СССР, разд. Радиоэлектроника. – 1971. – № XVI. – С. 7.
10. Детлинг, В. С. Інформаційно-вимірвальна система забезпечення якості шорсткості поверхні [Текст] / В.С. Детлинг, В. П. Зинченко И. В. Мирошниченко // Вісник Черкаського Державного технологічного університету, Спецвипуск. – 2006. – С. 135-137.

**ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ ОБРОБКИ ДАНИХ ПРИ КОНТРОЛІ ЯКОСТІ ПОВЕРХНІ**

Показано, що інформаційні технології проектування СОЕД-К, які використовують концепцію узагальненої точності з урахуванням сукупності показників точності вимірювань, надійності, перешкодозахищеності та електромагнітної сумісності, можуть бути використані при проектуванні СОЕД-К для обчислення як статичних параметрів якості поверхні - шорсткості, так і динамічних параметрів - хвилястості, в режимі «онлайн» при виготовленні протяжних виробів авіаційно-космічного машинобудування

**Ключові слова:** інформаційні технології, шорсткість хвилястості, уніфікований канал вимірювання ординат профілю шорсткості

*Мирошніченко Іван Володимирович, старший преподаватель, кафедра автоматизации проектирования энергетических процессов и систем, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», Украина, e-mail: goodgod@ukr.net*

*Мирошніченко Іван Володимирович, старший викладач, кафедра автоматизації проектування енергетичних процесів та систем, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Україна, e-mail: goodgod@ukr.net*

*Miroshnichenko Ivan, National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute", Ukraine, e-mail: goodgod@ukr.net*

УДК 004:338.4

Прокопенко Т. О.

**МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ КОМПЛЕКСАМИ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ**

*Представлено методологічні основи управління технологічними комплексами (ТК) неперервного типу на тривалих інтервалах часу в умовах невизначеності. Автор пропонує комплексне застосування методів стратегічного та оперативного управління для технологічних комплексів в умовах невизначеності. В результаті маємо можливість визначити сценарій розвитку ТК, спрогнозувати динаміку досягнення стратегічних цілей, динаміку споживання ресурсів, динаміку зміни показників ефективності ТК.*

**Ключові слова:** технологічний комплекс, невизначеність, оперативне управління, стратегічне управління.

**1. Вступ**

Динамічний розвиток економіки при високому рівні стратегічної активності вимагає встановлення системи подвійного управління в поточній і стратегічній діяльності. Оперативне управління забезпечує прибуток в теперішній момент, а стратегічне – створення економічного і наукового потенціалу на майбутнє. Нова структура системи управління повинна створювати можливості для чіткого визначення цілей, набору дій та рішень, чіткого розподілу ресурсів, адаптації до зовнішнього середовища та внутрішньої координації. При цьому вирішуються тактичні та, головним чином, стратегічні задачі управління. Тому ефективне функціонування будь-якого підприємства, корпорації, тощо має адаптувати свою стратегію до стратегій зовнішнього оточення та внутрішньої динаміки, а також знайти шляхи ефективного рішення стратегічних задач для своєчасного досягнення запланованих стратегічних показників [1].

В таких умовах першочерговою задачею виробництва та технологічних комплексів (ТК) є забезпечення гнучкості, мобільності, універсальності при досягненні високої продуктивності виробництва, швидкості та адекватності прийняття рішень. Таким чином, доцільним буде розглядати управління технологічними комплексами, які функціонують в умовах невизначеності та мають неперервний характер на тривалих інтервалах

часу в різних галузях промисловості (хімічна, нафтопереробна, харчова).

Цим обґрунтовується актуальність проведення даних досліджень.

**2. Аналіз літературних даних і постановка проблеми**

Дослідження технологічних комплексів неперервного типу здійснюється з використанням різних методів моделювання: аналітичне, системна динаміка, агентне моделювання. Однак дані методи досить обмежені для використання в умовах невизначеності, до того ж є недостатньо гнучкими при вирішенні слабкоструктурованих і неструктурованих проблем, що характеризуються неможливістю використання методів і моделей, заснованих на точному описі проблемних ситуацій.

Теорія складних ієрархічних систем розглянута в роботах Большакова А. А. [2], Стоїлової К. [3], Паршевої Е. А. [4], Ладанюка А. П. [5]. Зокрема, саме в роботах Ладанюка А. П. досліджені питання управління підсистемами технологічних комплексів неперервного типу з використанням процедур ситуаційного та координаційного управління, що дають змогу підвищення ефективності функціонування технологічного комплексу.

Метою проведених досліджень була розробка методологічних основ управління технологічними комплексами неперервного типу в умовах невизначеності.