

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ ОПЕРАЦИЙ ЗУБООБРАБОТКИ

д.т.н., профессор Пономарев В.П.,
аспирант Михалев А.М

Abstract: In the article the system of the automated reliability prediction of operations gears making is offered through simulation of values of elementary components of errors and vector - probabilistic nature of their interplay.

Технологические процессы изготовления зубчатых колес можно рассматривать как сложные неустойчивые технологические системы, состоящие из большого числа элементов. В процессе изготовления деталей действуют разнообразные закономерности формирования и трансформирования погрешностей, которые обуславливают низкую степень надежности технологии. Особенно остро стоит проблема количественной оценки уровня надежности процессов обработки зубчатых колес с использованием операций на основе метода свободного обката, где наблюдается низкая стабильность обеспечения норм кинематической точности.

Технологические погрешности зубообработки характеризуются случайными числовыми характеристиками, определение которых по известным методикам математической статистики связано с большим объемом экспериментальных работ. Для решения этой задачи наиболее целесообразно применение методики статистического моделирования (метода Монте-Карло). При этом определяемая величина погрешности зубообработки представляется в виде математического ожидания функции случайных величин. Такая расчетная схема является, в одном случае, формальным математическим описанием процесса функционирования технологической системы и, в другом случае, может выступать в качестве стохастической математической модели процесса, вероятностные характеристики которой адекватны решениям задач математического анализа (моделируемая случайная величина по вероятности должна сходиться с искомой величиной).

Моделируемое значение вероятности отказа:

$$q = \frac{m}{N} \quad (1)$$

где m – число выходов за границы допуска норм точности в моделируемой выборке размером N

Исходя из этого необходимо иметь зависимости вида :

$$Fr_i = f(X_1, \dots, X_j) \quad (2)$$

где Fr_i - значение нормы точности

X_1, \dots, X_j элементарные технологические погрешности

Тогда моделируя фактические значения элементарных погрешностей и пользуясь зависимостью (2) получим выборку значений норм точности в партии деталей по которой, оценивая согласно формулы (1) выявим значение вероятности отказа и также вероятность безотказной работы (т.е. статистическую оценку вероятности ненаступления предельного состояния технологической операции по конкретному показателю качества):

$$P = 1 - q \quad (3)$$

Нижний доверительный предел вероятности ненаступления предельной ситуации по количеству реализаций N , числу реализаций с выходом за поле допуска m и доверительной вероятности γ может быть вычислен при помощи известного соотношения:

$$\sum_{m=0}^R C_N^m \cdot P_\gamma^m \cdot (1 - P)^{m-N} = 1 - \gamma, \quad (m \leq R \leq N) \quad (4)$$

где C_N^m - число возможных реализаций возможных перестановок из m при числе реализаций N

P_γ –нижний доверительный предел оценки P при уровне доверительной вероятности γ

Значения необходимых объемов реализации ($m=0, \gamma=0.95$)

P_γ	N	P_γ	N
0.99	300	0.99999	300000
0.999	3000	0.999999	3000000
0.9999	30000	0.9999999	30000000

На основании приведенного выше разработана автоматизированная система оценки надежности технологическим систем зубообработки по обеспечению норм кинематической точности .

Модуль 1 (Рис. 1), являясь стартовым окном программы, содержит общую информацию о целях и назначении данного программного продукта, сведения о разработчиках и позволяет открыть окно дополнительной информации (модуль 2), в котором приведены основные положения, используемая математическая модель и основные обозначения, применяемые в дальнейшем. Далее в модуле 3, осуществляется выбор исследуемой операции , с последующим определением вида конструкции станочного приспособления. (модули 4,5) На данном этапе работы программы предусмотрена возможность дополнительных установок (модуль 6), позволяющих изменение необходимого количества моделируемых значений элементарных составляющих погрешностей и соответственно исследуемых погрешностей зубчатого венца.

Для приспособлений с безззорной схемой установки обрабатываемой заготовки в модулях 8,9, соответствующих операциям зубофрезерования и шевингования, осуществляется выбор типа конструкции станочного приспособления. Далее осуществляется ввод исходных данных, необходимых для работы программы, и представляющих собой значения элементарных составляющих погрешностей станочной системы, выявленных в зависимости от вида обработки и конструктивных особенностей станочного приспособления, соответственно в модулях 7,10,14.15.

Исходными данными, при проверке адекватности разработанной математической модели являются реальные значения погрешностей исследуемой

станочной системы, а применение данной программы в производственных условиях предусматривает возможность использования значений погрешностей, нормируемых в технологической документации.

Для оценки параметров надежности технологической системы модулируемой выборки предусмотрено меню ввода допустимых значений погрешностей зубчатого венца – радиального биения и колебания длины общей нормали (модуль 16).

Результаты вычислений, произведенные при помощи разработанных расчетных зависимостей математической модели, значений ожидаемых погрешностей зубчатого венца, представленных в виде соответствующих графиков и параметров надежности формирования норм кинематической точности, представлены в модуле 18.

В данной программе, с целью облегчения работы пользователя, встроены функции открытия и сохранения файла данных, соответственно модули 11,13, а также сохранения файла результатов расчета (модуль 17).

На заключительном этапе работы программы предусмотрен блок модулей печати результатов расчета, содержащий соответственно форму печати (модуль 19), позволяющую осуществление необходимых настроек устройства печати (принтера), окно предварительного просмотра (модуль 20), модуля 21 - ...окна сохранения формы отчета непосредственно осуществления печати (модуль 22).

В приложении 1 приведены основные рабочие окна представленной программы работающей в режиме расчета надежности технологической операции зубофрезерования с применением жесткого центрирующего элемента (рис 2,рис 3,рис 4) .

Разработанная автоматизированная система оценки надежности обеспечения требуемых норм кинематической точности зубчатых колес позволяет определять вероятность отказа исследуемой технологической системы дает возможность осуществления долговременного прогнозирования надежности технологической операции.

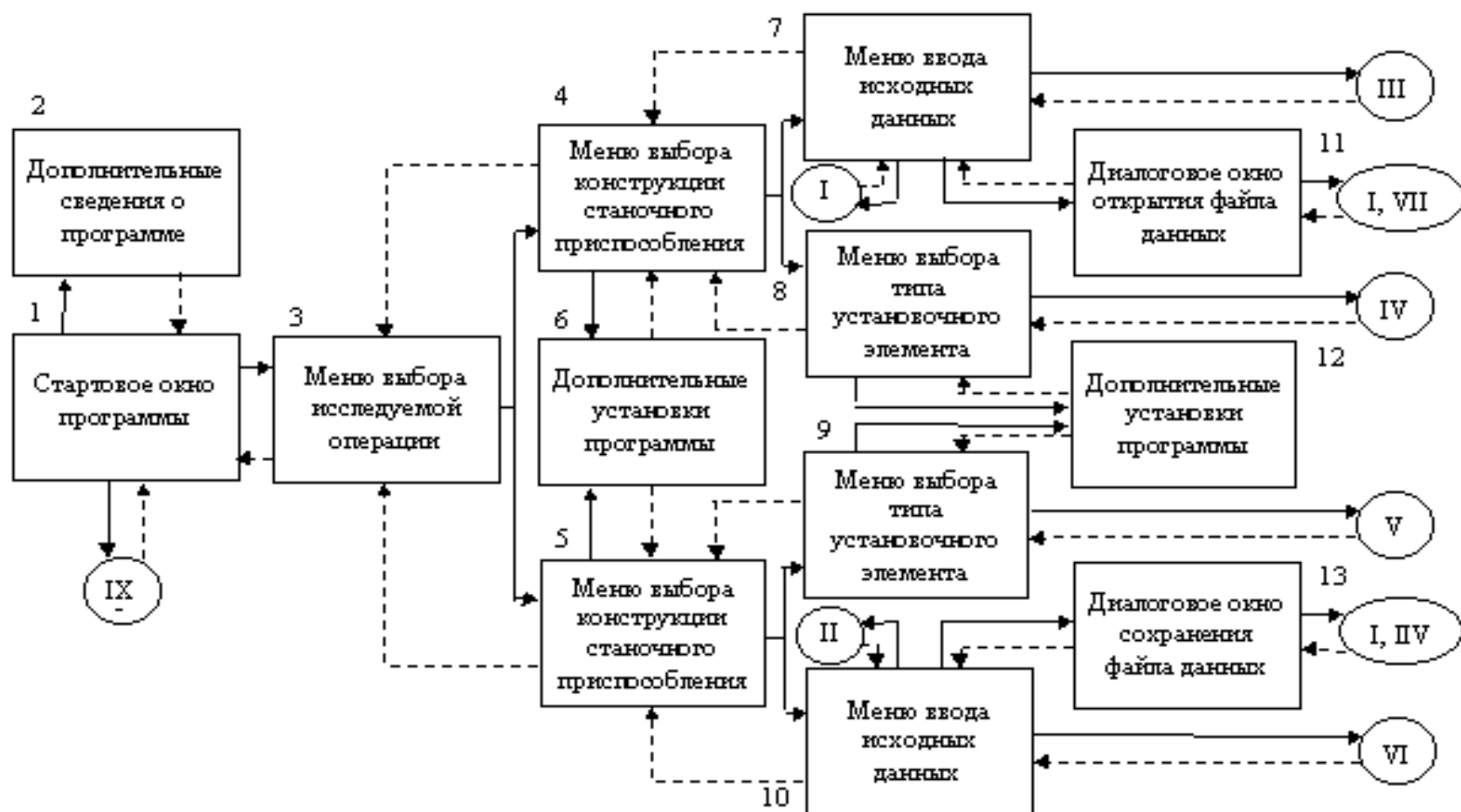


Рис 1. – Блочнo-модульная структура программы оценки погрешностей зубчатых колес по нормам кинематической точности и показателей надежности технологической системы операции зубообработки

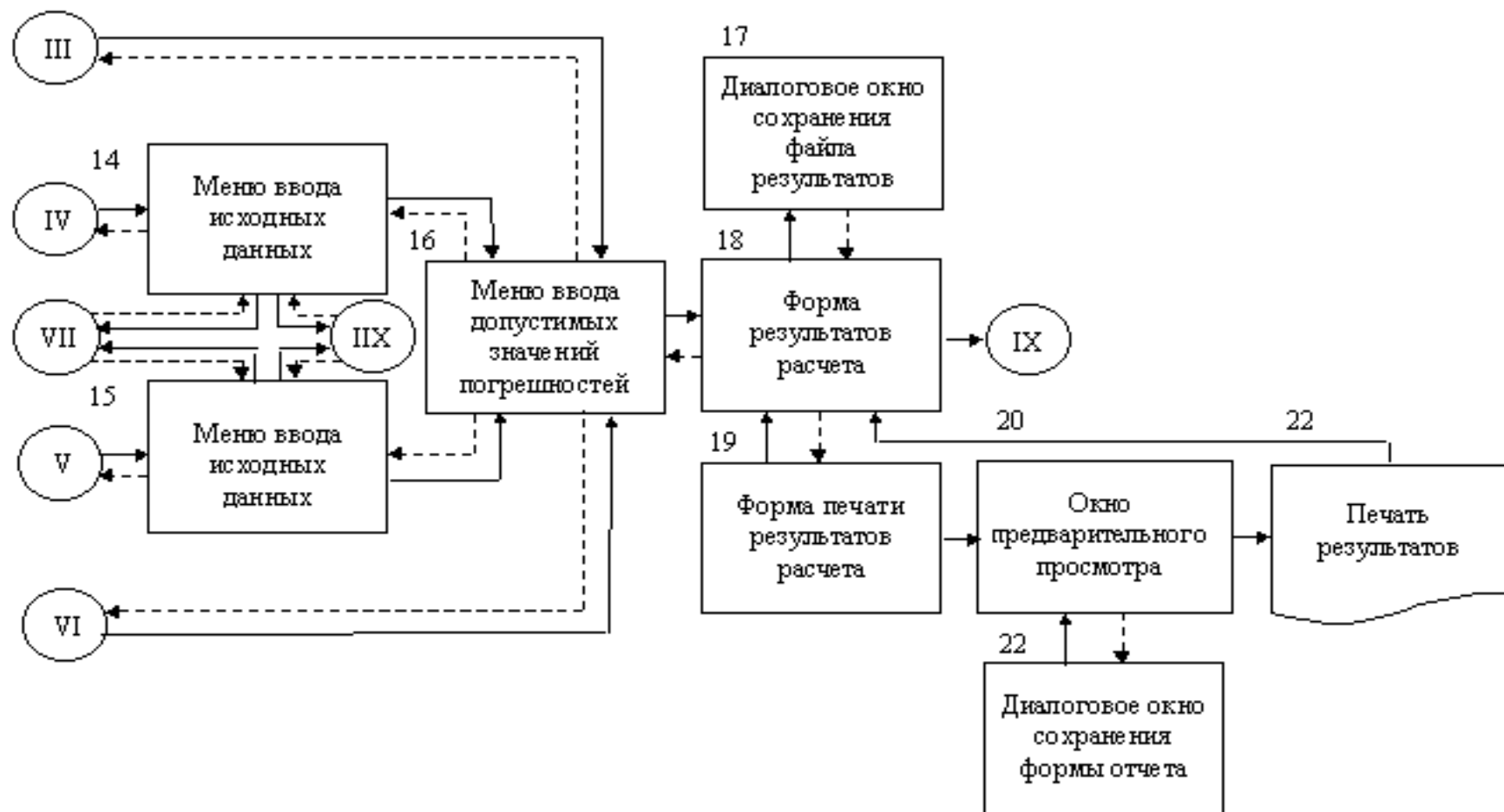


Рис 1 (продолжение) – Блочнo-модульнaя структура программы оценки погрешностей зубчатых колес по нормам кинематической точности и показателей надежности технологической системы операции зубообработки

Ввод данных по зубофрезерованию на жестком центрирующем элементе

Погрешности обусловленные заготовкой :

Допуск на диаметр базового отверстия детали	<input type="text" value="42"/>	,МКМ
Допуск на биение базового торца детали	<input type="text" value="26"/>	,МКМ

Погрешности обусловленные приспособлением :

Минимальный зазор в сопряжении	<input type="text" value="17"/>	,МКМ
Допуск на диаметр центрирующего элемента	<input type="text" value="17"/>	,МКМ
Погрешность выверки приспособления	<input type="text" value="12,5"/>	,МКМ
Допуск на биение установочного элемента	<input type="text" value="11"/>	,МКМ

Погрешности обусловленные оборудованием :

Допуск постоянства положения оси вращения стола	<input type="text" value="13"/>	,МКМ
Допуск торцевого биения рабочей поверхности стола	<input type="text" value="16"/>	,МКМ
Допуск на перемещение шп. фр. в продольной плоскости	<input type="text" value="20"/>	,МКМ
Допуск на перемещение шп. фр. в поперечной плоскости	<input type="text" value="20"/>	,МКМ
Допуск погрешности кинематической цепи	<input type="text" value="5"/>	,МКМ

Конструктивные особенности станочной системы :

Ширина зубчатого колеса	<input type="text" value="55"/>	,ММ
Диаметр ступицы детали	<input type="text" value="65"/>	,ММ
Диаметр основания приспособления	<input type="text" value="250"/>	,ММ
Расстояние от торца з.к. до плоскости измерения	<input type="text" value="27"/>	,ММ
Радиус основной окружности нарезанного колеса	<input type="text" value="80"/>	,ММ

Чтение данных с диска Сохранение данных на диск Назад **Далее** Закрыть

Рис. 2 Диалоговое окно ввода исходных данных на моделирование

Введите допуски

На радиальное биение : *На колебание длины общей нормали :*

<input type="text" value="50"/>	<input type="text" value="50"/>
---------------------------------	---------------------------------

Назад **Далее**

Рис. 3.Диалоговое окно выбора допуска

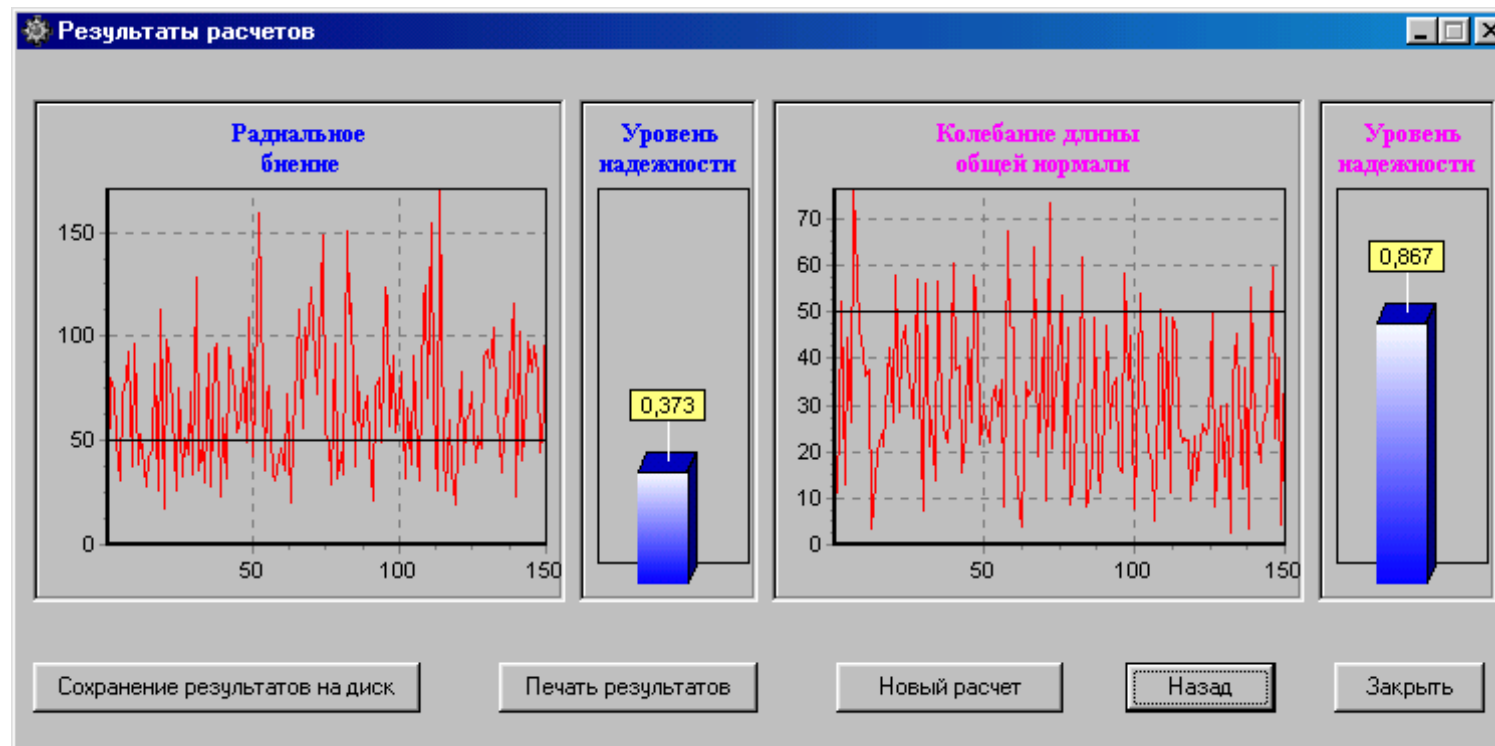


Рис .4.Диалоговое окно с результатами работы программы