

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОПТИМИЗИРОВАННЫХ МЕТОДИК ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДЕТАЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АППАРАТА КВАЛИМЕТРИИ

Соколовский С.С., Азарёнок Ю.С.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Целью работы является повышение эффективности проектирования оптимизированных методик выполнения измерений (МВИ) путем автоматизации отдельных процедур, выполняемых в ходе проектирования и квалиметрического оценивания конкурирующих вариантов МВИ. В соответствии с поставленной целью исследование проводилось в следующем порядке.

Его первый этап был направлен на определение общей структуры системы автоматизированного проектирования оптимизированных МВИ, удовлетворяющей цели исследования. В результате были определены основные модули, входящие в эту структуру и их взаимосвязи. Результаты этой работы представлен на рисунке 1. Было решено включить в систему 4 основных модуля, совместное функционирование которых должно осуществляться по следующей схеме.

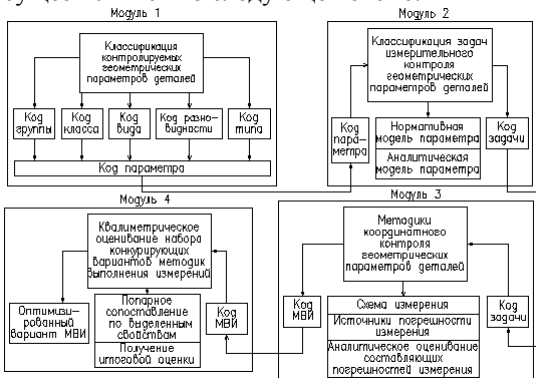


Рисунок 1 – Структура системы автоматизированного проектирования оптимизированных МВИ

В первый модуль должна поступать исходная информация об измерительной задаче, подлежащей решению, на основании которой ей должен быть присвоен определённый код. Этот код, отражающий принципиальные особенности измерительной задачи, должен поступать на вход второго модуля, где на основании присвоенного рассматриваемой измерительной задаче кода должны строиться нормативная и аналитическая модель измеряемого параметра, выступающие в качестве основы для проектирования МВИ. Эта информация должна поступать на вход третьего модуля, задачей функционирования которого является формирование набора конкурирующих вариантов схемных решений измерительной задачи и соответствующих методик выполнения

измерений, а также аналитическое оценивание составляющих погрешностей измерения. Четвертый модуль системы, так называемый квалиметрический модуль, является завершающим и он предназначен для проведения квалиметрического оценивания конкурирующих вариантов МВИ, сформированных в третьем модуле, по выделяемым проектировщиком основным свойствам, определяющим качество измерений. Итогом этой работы должно быть определение наиболее эффективного или оптимизированного варианта МВИ. Критерием оптимизации при этом должно быть получение максимального значения комплексной обобщенной квалиметрической оценки, объединяющей в себе частные оценки ряда свойств, определяющих качество МВИ.

После того как была определена общая структура системы автоматизированного проектирования МВИ дальнейший процесс проектирования был направлен на разработку отдельных модулей. В процессе проектирования первого модуля была разработана система классификации и принципы кодирования геометрических параметров деталей. В основу такой классификации была положена классификация отклонений формы и расположения поверхностей деталей в соответствии с ГОСТ 24642. Структура построения системы классификации геометрических параметров деталей и порядок их кодирования представлен на рисунке 2 в виде фрагмента таблицы.

Группа	Класс	Вид	Разновидность	Тип	
Размера	Линейные	Охватывающие	—	—	
		Объемные	—	—	
		Прочие	—	—	
	Угловые	Плоскость	Угол, ограниченный наружными плоскостями	Угол, ограниченный наружными плоскостями, имеющими большую протеканность	Угол, ограниченный наружными плоскостями, имеющими меньшую протеканность
				Угол, ограниченный внутренними плоскостями	—
				Угол, ограниченный осью симметрии и номинально плоской поверхностью	Угол, ограниченный осью симметрии и номинально плоской поверхностью
		Ось и плоскость	Угол, ограниченный осью и номинально плоской поверхностью	Угол, ограниченный наружной конической поверхностью и номинально плоской поверхностью	Угол, ограниченный внутренней конической поверхностью и номинально плоской поверхностью
				Угол, ограниченный образующей конической поверхности и номинально плоской поверхностью	Угол, ограниченный образующей конической поверхности и номинально плоской поверхностью
				Угол, ограниченный осью симметрии	—
		Оси (прямые)	Угол, ограниченный осью симметрии	Угол, ограниченный осью симметрии	—
				—	—
				—	—

Порядок кодирования: 1,2,3... 1,2,3... 1,2,3... А,Б,В... а,б,в...

Группа [] Класс [] Вид [] Разновидность [] Тип []

Рисунок 2 – Принцип кодирования измерительных задач

Дальнейшая работа была направлена на формирование базы данных «Измерительные задачи», фрагмент которой представлен на рисунке 3 в виде таблицы.

Разновидность	Свойства	Тип параметра	Код типа	Нормативная модель параметра	Графическая интерпретация нормативной модели	Индикс Код
1	2	3	4	5	6	7
Отклонение от прямолинейности плоских наружных поверхностей	A	Отклонение от прямолинейности плоских наружных поверхностей	a	1-значение допуска		2-1-1-2
				1-значение допуска		2-1-1-2
Отклонение от прямолинейности плоских внутренних поверхностей	B	Отклонение от прямолинейности плоских внутренних поверхностей	b	1-значение допуска		2-1-1-2
				1-значение допуска		2-1-1-2

Рисунок 3 – Структура базы данных «Измерительные задачи»

Следующим этапом проводимого исследования было формирование базы данных «Методики выполнения измерений», фрагмент которой представлен на рисунке 4 в виде таблицы.

Код МВИ	Схема измерения	Средство измерения	Вспомогательные средства	Основные источники погрешностей	Графическая интерпретация особенностей погрешности измерения	Аналитическая модель погрешности измерения	Коды разрядов, используемые в задаче
1	2	3	4	5	6	7	8
2-1-2		Измерительная головка: ИИ ... ГОСТ 637; ИГ ... ГОСТ 1883; МИ ... ГОСТ 9508; ИИП ... ГОСТ 5933; ИИМ ... ГОСТ 1471	Эталон: ГОСТ 1019; Пыльца; Поверхностный эталон; Интерференционный эталон	1. Двойная погрешность измерительной головки; 2. Погрешность отклонения от плоскостности рабочей поверхности измерительной головки; 3. Погрешность отклонения от радиальности измерительного оптического зеркала		$\Delta_{\text{изм}} = T/L_{\text{изм}}$ $\Delta_{\text{пл}} = T_{\text{пл}}/L_{\text{пл}}$ $\Delta_{\text{ра}} = T_{\text{ра}}/L_{\text{ра}}$ $\Delta_{\text{откл}} = T_{\text{откл}}/L_{\text{откл}}$ $\Delta_{\text{откл}} = T_{\text{откл}}/L_{\text{откл}}$ $\Delta_{\text{откл}} = T_{\text{откл}}/L_{\text{откл}}$	2-1-2-A-a

Рисунок 4 – Структура базы данных «Методики выполнения измерений»

Принцип функционирования данного модуля представлен на рисунке 5.

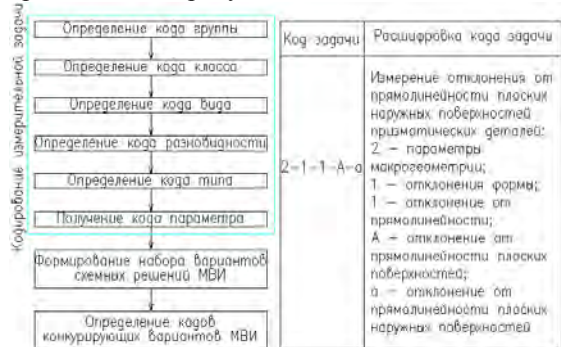


Рисунок 5– Принципы функционирования модуля формирования набора конкурирующих вариантов МВИ

Завершающим этапом исследования была разработка программного обеспечения квалиметрического оценивания конкурирующих вариантов МВИ. Порядок функционирования модуля квалиметрического оценивания представлен на рисунке 6.

В соответствии с этим порядком было разработано программное обеспечение для осуществления квалиметрического оценивания конкурирующих вариантов МВИ согласно основным аспектам функционирования данного модуля и

алгоритм получения обобщенной оценки качества МВИ.

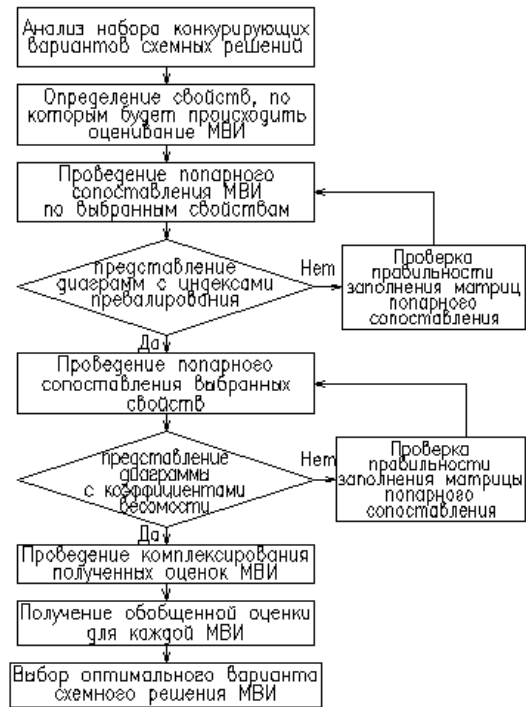


Рисунок 6 – Алгоритм функционирования модуля квалиметрического оценивания конкурирующих вариантов МВИ

При работе с данным программным продуктом проектировщик должен последовательно выполнить следующие действия или операции:

- сформировать набор из предложенных в базе данных конкурирующих вариантов решения поставленной измерительной задачи;
- выделить главные свойства, определяющие качество будущих измерений;
- произвести попарное сопоставление всех рассматриваемых вариантов МВИ по всем выделенным главным свойствам и рассчитать по предлагаемой специальной методике для каждого варианта проекта соответствующий ему индекс преваляирования его по данному свойству над всеми остальными вариантами проекта;
- произвести попарное сопоставление всех выделенных главных свойств по их важности или значимости в отношении качества МВИ в целом и рассчитать соответствующие им коэффициенты весомости;
- произвести комплексирование полученных количественных оценок сопоставляемых вариантов МВИ по всем выделенным главным свойствам с учётом их коэффициентов весомости и рассчитать для каждого варианта комплексный показатель его преваляирования над всеми остальными вариантами.