

КРИТЕРИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Муравин А.Н., соискатель

В статье рассмотрены вопросы критериев эффективности и надежности систем автоматизированного проектирования (САПР). Показано, что при моделировании надежности САПР перспективен подход выделения машинной и субъективной компонент.

Ключевые слова: эффективность САПР; надежность САПР; машинная компонента; субъективная компонента.

CRITERIA OF THE CAD SYSTEM'S EFFICIENCY AND RELIABILITY

Muravin A., the applicant

In the article the questions of performance criteria and reliability of CAD are discerned. It is shown that the reliability of the modeling CAD promising approach dedicated machine and a subjective component.

Keywords: efficiency of the CAD; reliability of the CAD; engine component; subjective component.

Цель при написании данной статьи было исследование критериев эффективности и надежности систем автоматизированного проектирования (САПР), что представляет интерес при принятии решения о выборе определенной САПР, а также при выполнении оптимизационных задач.

САПР – человеко-машинная система [1], которая представляет собой иерархию моделей объекта проектирования с возрастающим уровнем абстракции, связанных проектными процедурами, модифицирующими данные модели под управлением соответствующих критериев. САПР можно рассматривать как комплекс взаимосвязанных иерархически выстроенных моделей, процедур и критериев. Анализ закономерностей развития САПР показывает, что первую очередь появляются новые технологические методы САПР-создаются новые методы моделирования (эволюционные, генетические и др.), привлекаются новые инструменты – нечеткая логика, ситуационное управление и др., а вопросам более высокого порядка поладке комплекса методов, процедур и критериев в единое системное решение отводится меньшее внимание, особенно в части общих теоретических подходов. На практике это приводит к тому, что при создании с помощью САПР определенного объекта требуется выполнение оптимизационных процедур и согласования методов, моделей и критериев, что снижает эффективность и качество работы. САПР, таким образом, представляет собой сложно построенную и многофакторную сущность, при характеристике которой задача выработки базовых критериев приобретает особую актуальность.

Нерешенность проблемы критериев САПР порождает много проблем и, прежде всего, отставание в области создания фундаментальных и технологических знаний. По мере накопления практического опыта по разработке и опробованию различных методов и технологий возникает потребность в обобщении результатов и выработке новых перспективных путей решения проблемы.

Такие базовые понятия САПР, как эффективность, надежность, отказоустойчивость, ремонтпригодность и др., должны лежать в основе расчетов при проектировании и оптимизации, однако в трактовках этих понятий применительно к САПР не всегда удается проследить последовательность и логическую связанность их друг с другом. Необходимо отметить, что при сопоставлении результатов разных работ приходится учитывать несоответствие в трактовках базовых понятий и характеристик, что приводит к определенным сложностям при анализе работ и становится препятствием при решении общих методологических вопросов.

К числу одной из главных характеристик сложной технической системы (СТС) относят эффективность, при этом трактовка этого понятия неоднозначна. Эффективность СТС отражает ее приспособленность к выполнению своей целевой функции. Так, по ГОСТ 34.003-99 «Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Термины и определения» эффективность автоматизированной системы определяется как «свойство, характеризующее степень достижения целей, поставленных при создании системы».

В этом определении эффективности присутствуют качественные и количественные стороны ее оценки. В ряде случаев для качественной оценки достаточно двоичного измерения (соответствует/не соответствует некоторому требованию), однако часто этого оказывается недостаточно.

Предпочтительны количественные методы измерения эффективности, но при этом возникает проблема выбора критериев. Критерий эффективности (оптимальности, принятия решений) – признак, позволяющий дать сравнительную оценку предложенных альтернатив и выбрать оптимальное решение. Наиболее распространенные типы критериев включают:

- экономические подходы учета по шкале «эффект – затраты», позволяющие оценивать достижение целей функционирования СТС при заданных затратах (экономическая эффективность);
- элиминирующие критерии – оценка качества СТС по заданным показателям и исключение вариантов, не удовлетворяющих заданным ограничениям (методы многокритериальной оптимизации);
- композиционные – искусственно сконструированные критерии, позволяющие оценивать интегральный эффект (например, «линейная свертка» частных показателей).

Критерии эффективности должны отвечать ряду требований:

- достоверность и возможность проверки;
- комплексность – отражение всех значимых сторон функционирования СТС;
- наглядность и доступность – простая и удобная форма, пригодная для заключения об эффективности системы на основе данного критерия.

Эффективность СТС зависит от ряда показателей или параметров: стоимости разработки и эксплуатации, качества функционирования, надежности СТС, массы, габаритов, субъективного фактора – уровня нормального функционирования и др.

Кроме этого, эффективность изделия зависит от его структуры, характера связей между элементами, вида управляющих алгоритмов и ряда других закономерностей функционирования, неподдающихся описанию при помощи указанных параметров.

Таким образом, в понятие комплексной эффективности сложной системы $\mathcal{E}_{\text{СТС}}$ входят две группы разнородных факторов – технические и экономические:

$$\mathcal{E}_{\text{СТС}} = f(\mathcal{E}_3, \mathcal{E}_T).$$

где \mathcal{E}_3 и \mathcal{E}_T – экономические и технические факторы, соответственно.

На наш взгляд, такое сочетание мало перспективно с точки зрения формирования целостного системного представления о целесообразности выбора той или иной сложной системы. Экономическая эффективность проекта (объекта) представляет собой отдельную смысловую категорию, сложным образом связанную с техническими характеристиками объекта.

Экономическая эффективность в значительной мере зависит от конъюнктуры рынка, конкурентной среды и других факторов, не являющихся предметом рассмотрения в настоящей работе. Поэтому целесообразно сосредоточиться на технических факторах эффективности СТС.

Можно отметить, что как эффективность в целом, так и ее компоненты – экономическая и техническая – представляет собой некоторую функцию от параметра времени – периода эксплуатации объекта.

Проблема надежности САПР исследована мало, что связано с характеристикой нынешнего периода развития САПР, который может быть описан как интенсивный.

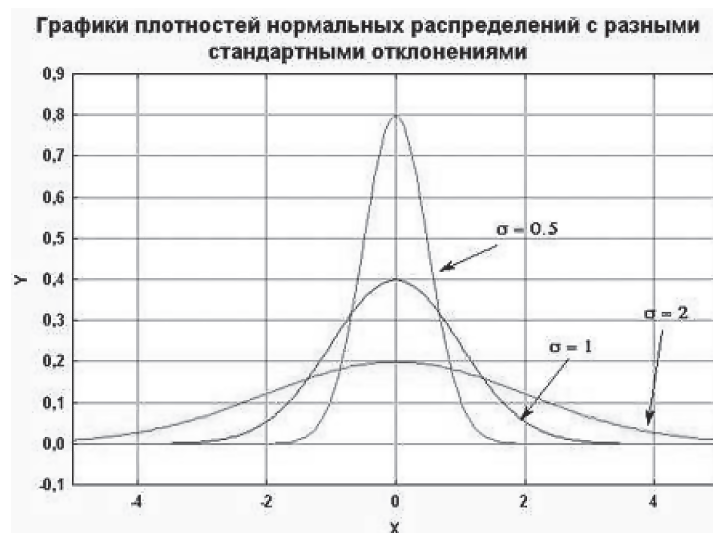


Рис. 1. Плотность нормального распределения при разных стандартных отклонениях

Существует несколько возможных интерпретаций надежности САПР:

- как готового (ГП), но не примененного в определенных обстоятельствах продукта;
- как примененного продукта, адаптированного (АП) под конкретную задачу.

Такой подход представляет интерес с точки зрения исследования возможности разделения машинной и субъективной компонент САПР с целью изучения их влияния на показатели надежности САПР.

Можно отметить, что данных по субъективной компоненте АП очень мало, тогда как по ГП такие сведения имеются.

Так, в [2] рассмотрены технический и эргономический аспекты в САПР, что позволяет получить важную для настоящей работы информацию о субъективной компоненте САПР. Состав работ проектировщика включает выявление потребностей в САПР, постановку задачи, ведение объемного и каркасного моделирования и другие процедуры.

Субъективная компонента САПР наименее исследована в структуре САПР.

Значительный интерес также представляют методы количественных оценок субъективной компоненты САПР.

В качестве исходных положений для разработки расчетного метода приняты следующие факторы:

- к настоящему времени отсутствуют расчетные методы определения надежности субъективной компоненты;
- в качестве базового нормативного документа применен ГОСТ 27.002-89 «Надежность в технике. Термины и определения»;
- достоверные эмпирические сведения (базы данных) по статистике отказов по субъективной компоненте отсутствуют, а по машинной компоненте не всегда имеют систематический характер;
- в качестве возможных расчетных методов могут быть применены различные подходы из таких, как теория вероятности, дискретная оптимизация, теория перколяции, теория случайных графов, теория гиперграфов, методы дискретной двужаночной непрерывной логики, а также другие решения.

Детальный анализ перечисленных факторов показывает, что одним из перспективных решений может быть использование для расчета надежности субъективной компоненты вероятностного метода с тестовыми (ВМТ) базами данных по каждой компоненте.

В основе ВМТ лежат следующие положения.

Рассмотрим некую СТС, в которой в качестве контролируемого используется определенный эмпирический показатель. Допустим, что этот показатель описывается нормальным распределением. Можно отметить, что с точки зрения исследования параметров надежности особое значение имеет такая характеристика нормального распределения, как стандартное отклонение (рис. 1).

При одном и том же значении математического ожидания, чем выше значение стандартного отклонения заданного параметра, тем выше вероятность выхода этого параметра за пределы нормируемого (проектного) уровня. Из этого положения следует, что при

прочих равных условиях более надежны системы, у которых основные характеристики имеют распределение с малым разбросом значений – малой дисперсией. Это обстоятельство имеет принципиальное значение при разработке ВМТ.

Таким образом, значение дисперсии распределения контролируемого параметра становится одной из ключевых характеристик надежности системы. В случае субъективной компоненты САПР последнее положение может быть интерпретировано так, что при формировании воздействий большой ущерб надежности системы могут нанести те из них, которые имеют неожиданный характер.

Литература:

1. Романов В.Н. Системный анализ для инженеров. СПб: СЗГЗТУ, 2006. 186 с.
2. Человеческий фактор: В 6 т. Т. 6. Эргономика в автоматизированных системах: Пер. с англ. /Под ред. Г. Салвенди. М.: Мир, 1992. 522 с.